МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Институт информационных технологий, математики и механики
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

_____ В.П. Гергель

«____»_____2019

Рабочая программа дисциплины

Дифференциальные уравнения
(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования
бакалавриат
(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность
020302 Фундаментальная информатика и информационные технологии
(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы
Инженерия программного обеспечения
(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения
очная
(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2019 год

Лист актуализации

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК
__ _____ 2019 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2019-2020 учебном году на заседании кафедры
_____

Протокол от __ _____ 20___ г. № __
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК
__ _____ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2020-2021 учебном году на заседании кафедры
_____

Протокол от __ _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой __ _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК
__ _____ 20___ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры
_____

Протокол от __ _____ 20___ г. № __
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК
__ _____ 20___ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры
_____

Протокол от __ _____ 20___ г. № __
Зав. кафедрой _____

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части

Б1.О.09 Дифференциальные уравнения

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	**Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции**		**Наименование оценочного средства**
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	**Результаты обучения по дисциплине****	
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	*УК-1-2. Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности*	*Уметь* *воспринимать, обобщать и анализировать информацию*	*собеседование*
ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	***ОПК-1.1.: Знает*** *основные положения и концепции в области математических и естественных наук, базовые теории и основную терминологию*	*Знать* • *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*	*собеседование, тест*

		фазовых портретов автономных динамических систем второго порядка.	
	***ОПК-1.2**: **Умеет** осуществлять первичный сбор и анализ материала, интерпретировать различные математические объекты*	*Уметь* • *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*	*задачи*
	***ОПК-1.3: Имеет** практический опыт работы с решением стандартных математических задач и применяет его в профессиональной деятельности*	*Владеть навыками построения математических моделей в разных предметных областях*	*задачи*

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	**7 ЗЕТ**
Часов по учебному плану	**252**
в том числе	

контактная работа: **- занятия лекционного типа** **- занятия семинарского типа** **- занятия лабораторного типа** **- текущий контроль (КСР)**	**131** **48** **64** **16** **3**
самостоятельная работа	**85**
Промежуточная аттестация – зачет, экзамен	**36**
В том числе:	
3 семестр	
Общая трудоемкость	**3 ЗЕТ**
Часов по учебному плану	**108**
в том числе	
контактная работа: **- занятия лекционного типа** **- занятия семинарского типа** **- текущий контроль (КСР)**	**65** **32** **32** **1**
самостоятельная работа	**43**
Промежуточная аттестация – зачет	
4 семестр	
Общая трудоемкость	**4 ЗЕТ**
Часов по учебному плану	**144**
в том числе	
контактная работа: **- занятия лекционного типа** **- занятия семинарского типа** **- занятия лабораторного типа** **- текущий контроль (КСР)**	**66** **16** **32** **16** **2**
самостоятельная работа	**42**
Промежуточная аттестация – зачет, экзамен	**36**

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины ,	**Всего (часы)**	**В том числе**				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				**Самостоятельная работа обучающегося, часы**
		Занятия лекционного типа	**Занятия семинарского типа**	**Занятия лабораторного типа**	**Всего**	

3 семестр						
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.	14	2	4		6	8
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).	34	14	12		26	8

Уравнения первого порядка, не разрешенные относительно производной. Уравнения Лагранжа и Клеро.						
3. Дифференциальные уравнения высших порядков: Общее решение. Задача Коши. Типы уравнений, интегрируемые в квадратурах. Типы уравнений, допускающие понижение порядка.	17	4	4		8	9
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.	24	6	8		14	10
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.	18	6	4		10	8
Текущий контроль (КСР)	1				1	
Промежуточная аттестация – Зачет						
Итого 3 семестр	108	32	32		65	43
4 семестр						
6. Линейные системы дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами: Фундаментальная система решений. Общее решение линейной однородной системы. Метод Эйлера построения	32	4	10	4	18	14

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	32	4	10	4	18	14
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.	42	8	12	8	28	14
Текущий контроль (КСР)	2				2	
Промежуточная аттестация – экзамен	36					
Итого 4 семестр	144	16	32	16	66	106

Текущий контроль успеваемости реализуется в форме опросов на занятиях семинарского и лабораторного типа.

Промежуточная аттестация проходит в традиционных формах (зачет, экзамен).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

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

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.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	**Шкала оценивания сформированности компетенций**						
	плохо	**неудовлетворительно**	**удовлетворительно**	**хорошо**	**очень хорошо**	**отлично**	**превосходно**
	Не зачтено		зачтено				
Знания	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
Умения	Отсутствие минимальных умений . Невозможность оценить наличие	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные	Продемонстрированы все основные умения,решены все основные	Продемонстрированы все основные умения,. Решены все основные

	умений вследствие отказа обучающегося от ответа	умения. Имели место грубые ошибки.	задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	задачи . Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
Навыки	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»

не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1 Контрольные вопросы

Вопросы	*Код формируемой компетенции*
Основные понятия о ДУ. Обыкновенные ДУ и ДУ в частных производных. Порядок ДУ. ДУ, разрешенные и неразрешенные относительно производной. Системы ДУ.	*УК-1*
Математические модели динамических систем в форме обыкновенных ДУ.	*УК-1*
ДУ 1 порядка, разрешенные относительно производной. Решение. Общее решение, частное решение. Общий интеграл. Задача Коши. Существование и единственность решения задачи Коши.	*ОПК-1*
Геометрическая интерпретация ДУ 1 порядка, разрешенного относительно производной. Поле направлений. Интегральная кривая. Геометрический смысл задачи Коши. Обыкновенные и особые точки.	*УК-1*
Качественное исследование ДУ 1 порядка, разрешенного относительно производной. Изоклины. Линия экстремумов и линия перегибов интегральных кривых.	*УК-1*
Особые решения ДУ 1 порядка, разрешенного относительно производной. Способы их отыскания.	*ОПК-1*
ДУ 1 порядка с разделяющимися переменными и приводимые к ним.	*ОПК-1*
Однородные ДУ 1 порядка.	*ОПК-1*
ДУ 1 порядка, приводимые к однородным.	*ОПК-1*
Линейные ДУ 1 порядка. Структура общего решения. Метод вариации произвольной постоянной.	*ОПК-1*
ДУ 1 порядка, приводимые к линейным. ДУ Бернулли и Риккати.	*ОПК-1*
ДУ 1 порядка в полных дифференциалах.	*ОПК-1*
Интегрирующий множитель ДУ 1 порядка. Способы его нахождения. Связь с особыми решениями.	*ОПК-1*
Теорема о числе интегрирующих множителей данного уравнения.	*ОПК-1*
Интегрирующий множитель для ДУ с разделяющимися переменными.	*ОПК-1*
Интегрирующий множитель для однородного ДУ.	*ОПК-1*
Интегрирующий множитель для линейного ДУ.	*ОПК-1*
Теорема Коши-Пикара для ДУ 1 порядка, разрешенного относительно производной.	*ОПК-1*
Метод последовательных приближений Пикара решения задачи Коши для ДУ 1-го порядка.	*ОПК-1*
Теорема о продолжении решения задачи Коши. Продолжаемые и непродолжаемые решения.	*ОПК-1*
Теорема о непрерывной зависимости решения задачи Коши от параметров.	*ОПК-1*
Теорема о непрерывной зависимости решения задачи Коши от начальных условий.	*ОПК-1*
Степень гладкости решения задачи Коши.	*ОПК-1*
Дифференцируемость решения задачи Коши по начальным данным и параметрам.	*ОПК-1*
Уравнения 1 порядка, не разрешенные относительно производной. Решение. Общее решение, частное решение. Общий интеграл. Поле направлений. Постановка задачи Коши.	*ОПК-1*
Теорема Коши-Пикара для ДУ 1 порядка, не разрешенного относительно производной.	*ОПК-1*
Особые решения ДУ 1 порядка, не разрешенного относительно производной. Способы отыскания. Дискриминантная кривая. Огибающая семейства интегральных кривых.	*ОПК-1*

Методы интегрирования ДУ 1 порядка, не разрешенных относительно производной.	*ОПК-1*
ДУ Лагранжа.	*ОПК-1*
ДУ Клеро.	*ОПК-1*
ДУ высших порядков. Общее решение. Общий интеграл. Задача Коши. Теорема Коши-Пикара. Теорема Пеано.	*ОПК-1*
ДУ высших порядков, допускающие понижение порядка.	*ОПК-1*
Линейные дифференциальные уравнения высших порядков. Задача Коши. Теорема Коши-Пикара. Однородные и неоднородные уравнения. Свойства решений линейных однородных уравнений.	*ОПК-1*
Линейные ДУ n-го порядка. Фундаментальная система решений (ФСР). Теорема об общем решении линейного однородного ДУ.	*ОПК-1*
Задача о построении линейного однородного ДУ по заданной ФСР.	*ОПК-1*
Линейные однородные ДУ n-го порядка с постоянными коэффициентами. Теорема Коши-Пикара. Метод Эйлера построения ФСР.	*ОПК-1*
Линейные неоднородные ДУ n-го порядка. Теорема о структуре общего решения. Свойства решений. Принцип суперпозиции.	*ОПК-1*
Линейные неоднородные ДУ n-го порядка. Метод Лагранжа вариации произвольных постоянных и метод Коши для отыскания частного решения.	*ОПК-1*
Линейные неоднородные ДУ n-го порядка с постоянными коэффициентами и специальной правой частью в виде квазиполинома. Метод неопределенных коэффициентов. Метод комплексных амплитуд.	*ОПК-1*
Линейные однородные ДУ n-го порядка с переменными коэффициентами. Приведение к ДУ с постоянными коэффициентами. Однородные ДУ Эйлера.	*ОПК-1*
Понижение порядка линейного однородного ДУ n-го порядка с переменными коэффициентами при помощи известного частного решения.	*ОПК-1*
Способы поиска частного решения линейного неоднородного ДУ n-го порядка с переменными коэффициентами. Неоднородное ДУ Эйлера.	*ОПК-1*
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.	*ОПК-1*
Системы ДУ в нормальной форме. Теорема Коши-Пикара. Теорема Пеано. Метод сведения нормальной системы n дифференциальных уравнений к дифференциальному уравнению n-го порядка.	*ОПК-1*
Теория интегралов нормальных систем ДУ. Интеграл. Первый интеграл. Необходимое и достаточное условие первого интеграла. Общий интеграл. Решение задачи Коши при наличии общего интеграла.	*ОПК-1*
Независимость первых интегралов нормальной системы ДУ. Теоремы о числе первых интегралов нормальной системы ДУ и о числе независимых первых интегралов.	*ОПК-1*
Понижение порядка системы ДУ с помощью независимых первых интегралов.	*ОПК-1*
Системы ДУ в симметрической форме. Интегрируемые комбинации.	*ОПК-1*
Общая теория нормальных систем ДУ и ДУ n-го порядка.	*ОПК-1*
Линейные системы ДУ в нормальной форме. Теорема Коши-Пикара. Однородные и неоднородные системы. Свойства решений однородной системы.	*ОПК-1*
Линейные однородные системы ДУ в нормальной форме. Фундаментальная система решений (ФСР). Теорема об общем решении.	*ОПК-1*
Задача о построении линейной однородной системы ДУ, имеющей заданную ФСР.	*ОПК-1*
Линейные однородные системы ДУ с постоянными коэффициентами. Теорема Коши-Пикара. Метод Эйлера построения ФСР.	*ОПК-1*
Неоднородные системы линейных ДУ. Теорема о структуре общего решения. Свойства решений. Принцип суперпозиции.	*ОПК-1*
Неоднородные системы линейных ДУ. Метод Лагранжа вариации произвольных постоянных для отыскания частного решения.	*ОПК-1*
Линейные неоднородные системы ДУ с постоянными коэффициентами.	*ОПК-1*
Устойчивость решений динамических систем. Теорема Ляпунова об устойчивости по первому приближению. Критерий Рауса – Гурвица.	*УК-1*
Исследование устойчивости решений динамических систем с помощью функции Ляпунова.	*УК-1*
Динамическая интерпретация нормальной системы обыкновенных ДУ. Фазовое пространство. Фазовая траектория. Автономные и неавтономные динамические системы.	*УК-1*
Состояния равновесия автономной динамической системы, их тип и характер устойчивости. Фазовый портрет.	*УК-1*

5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции ОПК-1

1. Тип - дистрибутивный вопрос.

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

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

5.2.3. Типовые задания для оценки сформированности компетенции ОПК-1

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.

6. 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.)

3. 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

б) дополнительная литература:

1. Андронов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э.- Теория колебаний. М.: Наука, 1981. (62 экз.)

2. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. Издательство «Лань»,ISNB 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 (в соответствии с содержанием дисциплины)

1. Киселева Н.В. Дифференциальные уравнения. Электронный ресурс:

http://e-learning.unn.ru/enrol/index.php?id=247

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой (лекционного, семинарского и лабораторного типа), оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии.

Автор (ы) _____Н.В.Киселева

Рецензент (ы) _____

Заведующий кафедрой_____Г.В.Осипов