

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Институт экономики и предпринимательства

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Дополнительные главы высшей математики

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

38.03.05 - Бизнес-информатика

Направленность образовательной программы

Аналитические методы и информационные технологии поддержки принятия
решений в экономике и бизнесе

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.18 Дополнительные главы высшей математики относится к обязательной части образовательной программы.

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	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ОПК-6: Способен выполнять отдельные задачи в рамках коллективной научно-исследовательской, проектной и учебно-профессиональной деятельности для поиска, выработки и применения новых решений в области информационно-коммуникационных технологий.	ОПК-6.1: Применяет базовые знания экономики, математики и информационных технологий для решения отдельных задач в рамках коллективной научно-исследовательской, проектной и учебно-профессиональной деятельности ОПК-6.2: Осуществляет выбор методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний	ОПК-6.1: Знать методы решения дифференциальных и разностных уравнений для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования Уметь использовать аппарат дифференциальных и разностных уравнений для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования Владеть аппаратом дифференциальных и разностных уравнений для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования. ОПК-6.2: Знать основные методы теории дифференциальных и разностных уравнений Уметь использовать аппарат дифференциальных и разностных уравнений для разработки и исследования математических моделей поддержки принятия решений в экономике и бизнесе. Владеть навыками решения	Практическое задание Собеседование	Экзамен: Контрольные вопросы Практическое задание

		задач с применением аппарата дифференциальных и разностных уравнений.		
--	--	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	8
Часов по учебному плану	288
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	64
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	64
- КСР	4
самостоятельная работа	84
Промежуточная аттестация	72 Экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование 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 (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Тема 1. Обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка. Дифференциальные уравнения первого порядка, разрешенные относительно производной. Область определения, общее решение, частное решение, задача Коши, решение задачи Коши, особые точки. Уравнения с разделяющимися переменными, однородные, линейные, Бернулли, уравнения в полных дифференциалах. Интегральные кривые. Построение интегральных кривых методом изоклин, геометрическая интерпретация условия Коши и решения задачи Коши.	38	12	12	24	14
Тема 2. Обыкновенные дифференциальные уравнения высших порядков. Понятие общего и частного решения, общего, частного и первого интегралов, задачи Коши, решения задачи Коши. Линейные уравнения n-го порядка. Общая теория линейного однородного уравнения. Неоднородные линейные уравнения. Общее решение неоднородных уравнений. Нахождение частного решения: метод неопределенных коэффициентов решения уравнений с постоянными коэффициентами и специальной правой частью. Линейная модель Филиппа циклов деловой	38	12	12	24	14

активности (с непрерывным временем).					
Тема 3. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений с помощью рядов. Степенные ряды (интервал, радиус сходимости, область сходимости). Свойства степенных рядов, разложение функций в степенной ряд. Ряд Тейлора (условие разложения функции в ряд Тейлора, остаточный член ряда Тейлора). Разложение функций в ряд Тейлора. Решение дифференциальных уравнений (задачи Коши) представлением обеих частей в виде степенных рядов с неопределёнными коэффициентами. Решение дифференциальных уравнений (задачи Коши) представлением неизвестного решения в виде ряда Тейлора.	30	8	8	16	14
Тема 4. Разностные уравнения. Понятие конечно разности. Уравнения в конечных разностях; разностные уравнения. Порядок, начальные условия, общее и частное решения. Решение простейших разностных уравнений первого порядка. Линейные разностные уравнения произвольного порядка, введение в общую теорию. Решение однородных и неоднородных уравнений с постоянными коэффициентами. Задача Коши.	30	8	8	16	14
Тема 5. Однородные линейные системы второго порядка. Системы дифференциальных уравнений, записанные в нормальной форме. Автономные системы дифференциальных уравнений. Пространство решений и фазовое пространство. Решение задач. Фазовая плоскость, состояния равновесия системы и плоскость решений, особые точки уравнения. Решение задач. Линейная система двух уравнений: однородная и неоднородная. Методика решения линейной однородной системы вида Решение задач.	38	12	12	24	14
Тема 6. Анализ динамических систем. Потоки на прямой. Бифуркации одномерных потоков. Состояния равновесия двумерных потоков и бифуркации. Исследование периодических траекторий. Исследование динамических систем с помощью пакета WInSet.	38	12	12	24	14
Аттестация	72				
КСР	4			4	
Итого	288	64	64	132	84

Содержание разделов и тем дисциплины

Основы теории рядов и основные понятия из теории комплексного числа. Обыкновенные дифференциальные уравнения на плоскости (с разделяющимися переменными, линейные первого порядка, однородные, уравнения Бернулли, Рикатти, Клеро, линейные однородные и неоднородные с постоянными коэффициентами, линейные однородные и неоднородные с переменными коэффициентами). Системы обыкновенных дифференциальных уравнений на плоскости. Разностные уравнения и их приложения в экономике. Анализ дискретных динамических систем и систем с непрерывным временем и их приложение в экономических исследованиях.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Самостоятельная работа обучающихся – это планируемая работа, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Она способствует углублению и расширению знаний, формированию интереса к познавательной

деятельности, овладению приемами процесса познания, развитию познавательных способностей.

Обучающиеся выполняют домашние задания, дают письменные ответы на вопросы, выполняют индивидуально и в группах задания и проводят необходимые действия по подготовке проектной работы, конспектируют научную и учебную литературу по изучаемым темам, готовят обзор публикаций по актуальным проблемам исследования по тематике проекта. Качество самостоятельной работы обучающегося проверяется преподавателем во время практических занятий, при выполнении расчетно-графических работ, по результатам выполнения заданий, опросов, по результатам написания проектной работы и ее презентации, а также по степени активности участия во время занятий. По мере изучения дисциплины по составленным программным вопросам самим обучающимся осуществляется самоконтроль. Итоговый контроль представляет собой аттестацию обучающихся по всем видам работы.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ОПК-6:

Контрольная работа по теме «Обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка».

1. Решить задачу Коши: $\frac{dy}{dx} + e^x = 0, y(1) = 0$; 2. Решить уравнения: а) $xy' \sin \frac{x}{y} + x = y \sin \frac{x}{y}$; б) $y' = y \lg x + \cos x$; в) $y' + y = x\sqrt{y}$; г) $(x + \sin y)dx + (x \cos y + \sin y)dy = 0$.

Контрольная работа по теме «Линейные дифференциальные уравнения».

1. Решить задачу Коши: $y'' + y' - 2y = 0, y(0) = 1, y'(0) = 3$.
2. Решить уравнения: а) $y'' + 12y' + 36y = 0$; б) $4y'' + 9y = 0$.
3. Решить задачу Коши: $y'' + y' - 2y = 6x^2, y(0) = -4, y'(0) = -1$.

Контрольная работа по теме «Степенные ряды. Решение дифференциальных уравнений с помощью рядов».

1. Методом разложения в ряд решить: $y' = x - 2y, y(0) = 0$.
2. Пронтегрировать приближенно с помощью ряда Тейлора уравнение $y' = x^2 + y^2, y(0) = 1$ взяв шесть первых членов разложения, отличных от нуля.
3. Дан степенной ряд $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{a^n x^n}{b^n \sqrt{n+1}}$. При заданных значениях a и b написать три первых члена ряда и исследовать его сходимость на концах интервала ($a = 4, b = 5$) .

Контрольная работа по теме «Линейные разностные уравнения».

1. Решить задачу Коши с начальными условиями $x(1) = 0$ и $x(2) = 1$.
 $x_{n+2} - 6x_{n+1} + 5x_n = 0$
2. Решить разностное уравнение
а) $x_{n+2} - 6x_{n+1} + 10x_n = 2^n$
б) $x_{n+2} - 6x_{n+1} + 10x_n = \cos \frac{2n\pi}{3}$

Контрольная работа №1 по теме «Анализ динамических систем»

1. Найти корни характеристического уравнения, исследовать на устойчивость и определить тип нулевого состояния равновесия для следующей линейной системы:
$$\begin{cases} \dot{x} = x - 3y, \\ \dot{y} = 3x + y \end{cases}$$

2. Используя программу WinSet, построить фазовый портрет системы из пункта 1 системы.

Контрольная работа №2 по теме «Анализ динамических систем»

1. Найти состояния равновесия и определить их типы для следующей нелинейной системы:
$$\begin{cases} \dot{x} = x - y, \\ \dot{y} = x^2 + y^2 - 2 \end{cases}$$

2. Используя программу WinSet, построить фазовый портрет системы из пункта 1 системы.

Критерии оценивания (оценочное средство - Практическое задание)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена

Оценка	Критерии оценивания
	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»
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»

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ОПК-6:

Вопросы для собеседования 3 семестр

1. Дифференциальные уравнения первого порядка, разрешенные относительно производной. Общее решение, частное решение, общий интеграл, частный интеграл, задача Коши, решение задачи Коши.
2. Уравнения с разделяющимися переменными, однородные, линейные, Бернулли, уравнения в полных дифференциалах.
3. Интегральные кривые. Построение интегральных кривых методом изоклин, геометрическая интерпретация условия Коши и решения задачи Коши.
4. Обыкновенные дифференциальные уравнения высших порядков.
5. Понятие общего и частного решения, общего, частного и первого интегралов, задачи Коши, решения задачи Коши.
6. Линейные уравнения n-го порядка. Определение.
7. Неоднородные линейные уравнения. Общее решение неоднородных уравнений.
8. Метод неопределенных коэффициентов решения уравнений с постоянными коэффициентами и специальной правой частью.
9. Дифференциальные уравнения первого порядка, разрешенные относительно производной. Общее решение, частное решение, общий интеграл, частный интеграл, задача Коши, решение задачи Коши.
10. Уравнения с разделяющимися переменными, однородные, линейные, Бернулли, уравнения в полных дифференциалах.
11. Интегральные кривые. Построение интегральных кривых методом изоклин, геометрическая интерпретация условия Коши и решения задачи Коши.
12. Обыкновенные дифференциальные уравнения высших порядков.
13. Понятие общего и частного решения, общего, частного и первого интегралов, задачи Коши, решения задачи Коши.
14. Линейные уравнения n-го порядка. Определение.
15. Неоднородные линейные уравнения. Общее решение неоднородных уравнений.
16. Метод неопределенных коэффициентов решения уравнений с постоянными коэффициентами и специальной правой частью.
17. Степенные ряды. Интервал и радиус сходимости, область сходимости. Свойства степенных рядов.
18. Разложение функций в степенные ряды: ряд Тейлора, условие разложения функции в ряд Тейлора, остаточный член ряда Тейлора, формула Тейлора.
19. Разложение в ряд Тейлора функций: e^x , $\sin x$, $\cos x$, $\ln(1+x)$, $(1+x)^\alpha$.
20. Решение дифференциальных уравнений (задачи Коши) представлением обеих частей в виде степенных рядов с ~~неопределенными~~ предельными коэффициентами.
21. Решение дифференциальных уравнений (задачи Коши) представлением неизвестного решения в виде ряда Тейлора.
22. Линейные разностные уравнения произвольного порядка, общая теория.

Вопросы для собеседования 4 семестр

1. Решение однородных и неоднородных уравнений с постоянными коэффициентами.
2. Решение линейных систем второго порядка с постоянными коэффициентами.
3. Поток на прямой. Геометрический подход.
4. Поток на прямой. Неподвижные точки и устойчивость.
5. Поток на прямой. Линейный анализ устойчивости.
6. Поток на прямой. Невозможность колебаний.
7. Поток на прямой. Бифуркация седло-узел.
8. Поток на прямой. Транскритическая бифуркация.
9. Поток на прямой. Бифуркация раздвоения (типа вилки).
10. Поток на прямой. Несовершенные бифуркации и катастрофы.
11. Классификация грубых состояний равновесия двумерных потоков.
12. Поток на плоскости. Бифуркация седло-узел.
13. Поток на плоскости. Транскритическая бифуркация.
14. Поток на плоскости. Бифуркация раздвоения (типа вилки).
15. Предельные циклы. Метод функций Ляпунова.
16. Предельные циклы. Отображение Пуанкаре.
17. Устойчивость предельных циклов.
18. Исследование динамических систем с помощью пакета WinSet. Поиск состояний равновесия.
19. Исследование динамических систем с помощью пакета WinSet. Поиск периодических траекторий.
20. Исследование динамических систем с помощью пакета WinSet. Поиск объектов со сложной динамикой.

Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
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

Оценка	Критерии оценивания
	«удовлетворительно»
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. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	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 ошибок	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. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые	Имеется минимальный набор навыков для	Продemonстрированы базовые навыки при решении	Продemonстрированы базовые навыки при решении	Продemonстрированы навыки при решении	Продemonстрирован творческий подход к решению

	навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	навыки. Имели место грубые ошибки	решения стандартных задач с некоторым и недочетами	стандартных задач с некоторым и недочетами	стандартных задач без ошибок и недочетов	нестандартных задач без ошибок и недочетов	нестандартных задач
--	--	-----------------------------------	--	--	--	--	---------------------

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-6

1. Дифференциальные уравнения первого порядка, разрешенные относительно производной. Общее решение, частное решение, общий интеграл, частный интеграл, задача Коши, решение задачи Коши.
2. Уравнения с разделяющимися переменными, однородные, линейные, Бернулли, уравнения в полных дифференциалах.
3. Интегральные кривые. Построение интегральных кривых методом изоклин, геометрическая интерпретация условия Коши и решения задачи Коши.
4. Обыкновенные дифференциальные уравнения высших порядков.
5. Понятие общего и частного решения, общего, частного и первого интегралов, задачи Коши, решения задачи Коши.
6. Линейные уравнения n-го порядка. Определение.
7. Неоднородные линейные уравнения. Общее решение неоднородных уравнений.
8. Метод неопределенных коэффициентов решения уравнений с постоянными коэффициентами и специальной правой частью.
9. Дифференциальные уравнения первого порядка, разрешенные относительно производной. Общее решение, частное решение, общий интеграл, частный интеграл, задача Коши, решение задачи Коши.
10. Уравнения с разделяющимися переменными, однородные, линейные, Бернулли, уравнения в полных дифференциалах.
11. Интегральные кривые. Построение интегральных кривых методом изоклин, геометрическая интерпретация условия Коши и решения задачи Коши.
12. Обыкновенные дифференциальные уравнения высших порядков.
13. Понятие общего и частного решения, общего, частного и первого интегралов, задачи Коши, решения задачи Коши.
14. Линейные уравнения n-го порядка. Определение.
15. Неоднородные линейные уравнения. Общее решение неоднородных уравнений.
16. Метод неопределенных коэффициентов решения уравнений с постоянными коэффициентами и специальной правой частью.
17. Степенные ряды. Интервал и радиус сходимости, область сходимости. Свойства степенных рядов.
18. Разложение функций в степенные ряды; ряд Тейлора, условие разложения функции в ряд Тейлора, остаточный член ряда Тейлора, формула Тейлора.
19. Разложение в ряд Тейлора функций: e^x , $\sin x$, $\cos x$, $\ln(1+x)$, $(1+x)^\alpha$.
20. Решение дифференциальных уравнений (задачи Коши) представлением обеих частей в виде степенных рядов с неопределёнными коэффициентами.
21. Решение дифференциальных уравнений (задачи Коши) представлением неизвестного решения в виде ряда Тейлора.
22. Линейные разностные уравнения произвольного порядка, общая теория.
1. Решение однородных и неоднородных уравнений с постоянными коэффициентами.
2. Решение линейных систем второго порядка с постоянными коэффициентами.
3. Потoki на прямой. Геометрический подход.
4. Потoki на прямой. Неподвижные точки и устойчивость.
5. Потoki на прямой. Линейный анализ устойчивости.
6. Потoki на прямой. Невозможность колебаний.
7. Потoki на прямой. Бифуркация седло-узел.
8. Потoki на прямой. Транскритическая бифуркация.
9. Потoki на прямой. Бифуркация раздвоения (типа вилки).
10. Потoki на прямой. Несовершенные бифуркации и катастрофы.
11. Классификация грубых состояний равновесия двумерных потоков.
12. Потoki на плоскости. Бифуркация седло-узел.
13. Потoki на плоскости. Транскритическая бифуркация.
14. Потoki на плоскости. Бифуркация раздвоения (типа вилки).
15. Предельные циклы. Метод функций Ляпунова.
16. Предельные циклы. Отображение Пуанкаре.
17. Устойчивость предельных циклов.
18. Исследование динамических систем с помощью пакета WinSet. Поиск состояний равновесия.
19. Исследование динамических систем с помощью пакета WinSet. Поиск периодических траекторий.
20. Исследование динамических систем с помощью пакета WinSet. Поиск объектов со сложной динамикой.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
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»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно»,

Оценка	Критерии оценивания
	ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ОПК-6

Вариант билета на экзамен в 3 семестре.

1. Найти общее решение уравнения $\frac{dy}{dx} = \frac{y}{x}$.
2. Для уравнения из предыдущего примера построить решения уравнения, найти особые точки. Отметить на картинке частное решение, удовлетворяющее начальному условию $y(1) = 2$.
3. Решить дифференциальное уравнение $y'' + 3y' + 2y = 0$.
4. Решите дифференциальное уравнение: $y'' - 8y' + 25y = 2\sin 3x$.
5. Найти частное решение уравнения $y'' - 8y' + 25y = 2\sin 3x$, удовлетворяющее начальным условиям $y(0) = 0$, $y'(0) = 0$.

Вариант билета на экзамене в 4 семестре.

1. Потоки на прямой. Геометрический подход.
2. Пользуясь программой WinSet, построить фазовый портрет для системы $x' = x^2(1 - 0,25x) - xy$, $y' = -y(1 - x)$ при $-8 < x < 10$, $-10 < y < 10$. Сколько грубых состояний равновесия видно на слайде? Какие они? Сколько нетривых состояний равновесия видно на слайде и каковы их координаты?

Критерии оценивания (оценочное средство - Практическое задание)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
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»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно»,

Оценка	Критерии оценивания
	ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Анисимова И. В. Дифференциальные уравнения первого порядка. Аналитические и численные алгоритмы их решений : учебное пособие / Анисимова И. В., Игнатьев В. Н., Цветков Л. Г. - Казань : КНИТУ-КАИ, 2020. - 180 с. - Допущено Региональным (Республика Татарстан) отделением Научно-методического совета по математике Министерства науки и высшего образования РФ в качестве учебного пособия для бакалавров очной и заочной форм обучения. - Книга из коллекции КНИТУ-КАИ - Математика. - ISBN 978-5-7579-2482-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=828245&idb=0>.
2. Жукова Галина Севастьяновна. Дифференциальные уравнения в примерах и задачах : Учебное пособие; Учебное пособие / Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации. - 1. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2022. - 348 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-16-015971-3. - ISBN 978-5-16-108355-0., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=834514&idb=0>.
3. Казанцева Евгения Владимировна. Дифференциальные уравнения. Фазовая плоскость : Учебное пособие / Новосибирский государственный технический университет. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет (НГТУ), 2020. - 64 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-7782-4128-2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=833379&idb=0>.
4. Круглов Е. В. Дифференциальные и разностные уравнения: методы решения. Экономические приложения : учебно-методическое пособие / Круглов Е. В., Кузнецов Ю. А., Таланова Е. А. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2020. - 35 с. - Рекомендовано методической комиссией института экономики и предпринимательства для студентов ННГУ, обучающихся по направлению подготовки 38.03.05 «Бизнес-информатика» (бакалавриат). - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции Н, <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=783227&idb=0>.
5. Романко В. К. Разностные уравнения : учебное пособие / Романко В. К. - 4-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 115 с. - Рекомендовано Учебно-методическим объединением по образованию в области экономики, менеджмента, логистики и бизнес информатики в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлениям «Экономика», «Менеджмент», «Бизнес информатика» и специальности «Логистика». - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции Лаборатория знани, <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=708072&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Ефремов А. А. Введение в разностные уравнения : учебно-методическое пособие / Ефремов А.

А. - Томск : ТПУ, 2021. - 79 с. - Рекомендовано в качестве учебно-методического пособия Редакционно-издательским советом Томского политехнического университета. - Книга из коллекции ТПУ - Математика. - ISBN 978-5-4387-0973-2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=805005&idb=0>.

2. Арнольд В. И. Обыкновенные дифференциальные уравнения / Арнольд В. И. - 2-е изд., стереотип. - Москва : МЦНМО, 2020. - 341 с. - Книга из коллекции МЦНМО - Математика. - ISBN 978-5-4439-3254-5., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=828701&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Microsoft Office
2. Scilab-5.3.3.
3. WinSet (для учебных и научных целей распространяется свободно, лицензии не требуется.)

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

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 по направлению подготовки/специальности 38.03.05 - Бизнес-информатика.

Автор(ы): Бельмесова Светлана Сергеевна, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Кузнецов Юрий Алексеевич, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 12.12.2023, протокол № 6.