Приложение 4

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Дифференциальные уравнения

Уровень высшего образования
Специалитет

Направление подготовки / специальность
11.05.02 - Специальные радиотехнические системы

Направленность образовательной программы
Прием, анализ и обработка сигналов системами специального назначения

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.12 Дифференциальные уравнения 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-1: Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии	*ОПК-1.1: Разбирается в основных разделах математических и естественнонаучных дисциплин* *ОПК-1.2: Применяет основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований*	*ОПК-1.1: Знает основные понятия теории дифференциальных уравнений; области применения дифференциальных уравнений как инструмента математического описания естественно-научной картины мира; основные классы обыкновенных дифференциальных уравнений и методы их решения.* *ОПК-1.2: Умеет классифицировать дифференциальные уравнения и применять необходимые методы для решения этих уравнений.*	*Контрольная работа*	*Зачёт: Задания Контрольные вопросы*

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	**3**
Часов по учебному плану	**108**
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	**32**
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	**32**

- КСР	**1**
самостоятельная работа	**43**
Промежуточная аттестация	**0** **Зачёт**

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
Введение	6	2	2	4	2
Обыкновенные дифференциальные уравнения I порядка	26	8	8	16	10
Дифференциальные уравнения высших порядков	21	6	6	12	9
Линейные системы дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами	22	6	6	12	10
Нелинейные системы обыкновенных дифференциальных уравнений	26	8	8	16	10
Дифференциальные уравнения в частных производных	6	2	2	4	2
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	108	32	32	65	43

Содержание разделов и тем дисциплины

Введение.
Основные понятия курса.

Тема 1. Обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка.
1. Основные понятия и определения, относящиеся к дифференциальным уравнениям первого порядка. Решение дифференциального уравнения. Интегральная кривая. Задача Коши.
Теорема Пикара о существовании и единственности решения задачи Коши. Общее и частное решения.
Уравнения с разделяющими переменными.
2. Однородные дифференциальные уравнения и приводящиеся к ним. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка.
Уравнение Бернулли.
3. Уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель.
4. Уравнения, не разрешенные относительно производной. Уравнения Клеро и Лагранжа.
Особые решения.

Тема 2. Дифференциальные уравнения высших порядков.
5. Основные понятия и определения, относящиеся к дифференциальным уравнениям высших порядков. Уравнения, допускающие понижение порядка.
6. Линейные дифференциальные уравнения n-го порядка. Общие свойства решений. Понятие линейной зависимости и
независимости системы функций. Определитель Вронского. Необходимое условие линейной зависимости системы функций.
7. Структура общего решения линейного однородного дифференциального уравнения n-го порядка. Структура общего решения линейного
неоднородного дифференциального уравнения n-го порядка. Метод вариации произвольных постоянных.
8. Линейные однородные дифференциальные уравнения n-го порядка с постоянными коэффициентами.
9. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения n-го порядка с постоянными коэффициентами с правой частью специального вида.
10. Понятие о краевых задачах.

Тема 3. Линейные системы дифференциальных уравнений.
11. Нормальные системы дифференциальных уравнений. Решение нормальных систем дифференциальных уравнений методом исключения.
12. Системы линейных однородных и неоднородных дифференциальных уравнений. Метод вариации произвольных постоянных.
13. Системы линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Простые корни характеристического полинома. Кратные корни характеристического
полинома.

Тема 4. Нелинейные системы обыкновенных дифференциальных уравнений.
14. Теория устойчивости состояния равновесия системы.
15. Симметричные системы дифференциальных уравнений.

Тема 5. Дифференциальные уравнения в частных производных.
16. Основные понятия и определения, относящиеся к дифференциальным уравнениям в частных производных. Постановка задач для основных уравнений математической физики.
17. Классификация и приведение к каноническому виду уравнений в частных производных второго порядка.

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.

1. Демидович, Б.П. Дифференциальные уравнения [Электронный ресурс] : Учебные пособия / Б.П. Демидович, В.П. Моденов. ? Электрон. дан. - СПб.: Лань, 2008. - 288 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/126
2. Смирнов, В. И. Курс высшей математики Том II [Электронный ресурс] / В.И. Смирнов. - Пред.
Л. Д. Фаддеева, пред. и прим. Е. А. Грининой. - 24-е изд. - СПб.: БХВ-Петербург, 2008. - 848 с. - URL: http://znanium.com/bookread.php?book=350203
3. Треногин, В.А. Обыкновенные дифференциальные уравнения [Электронный ресурс] :

Учебники - Электрон. дан - М. : Физматлит, 2009. - 312 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/2341
4. Пантелеев, А. В. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Практический курс [Электронный ресурс] : учеб. пособие с мультимедиа сопровождением / А. В. Пантелеев, А. С. Якимова, К. А. Рыбаков. - М.: Логос, 2010. - 384 с. - URL: http://znanium.com/bookread2.php?book=469288
5. Ильин, А.М. Уравнения математической физики. [Электронный ресурс] : Учебные пособия - Электрон. дан. - М. : Физматлит, 2009. ? 192 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/2181

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 - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

1. Решить уравнение: y’ctg x = 5+y.
2. Решить уравнение: Ö(y+1) y’- x = 0.
3. Решить уравнение: y’ = sin (x+y).
4. Решить уравнение: xy’=y + x tg (y/x).
5. Решить уравнение: (2x+y)dx – (x-4y)dy=0.
6. Решить уравнение: (x-y+1)dy =(5+y)dx.
7. Решить уравнение: $xy’-y = x^2$
8. Решить уравнение: y’ctg x = 5+y.
9. Решить уравнение: $(2e^y - x)\, y’ = 1$.
10. Решить уравнение: $y’+ 2y = y^2e^x$.
11. Решить уравнение: $xy’- 2x^2y^{1/2} = 4y$.
12. Решить уравнение: $3y’ + y^2 + 2x^{-2} = 0$.
13. Решить уравнение: $e^{-y}dx – (2y+xe^{-y})dy = 0$.
14. Решить уравнение: $y^2\, dx – (xy+x^3)dy = 0$.
15. Решить уравнение: $xy’^2 = y$.
16. Решить уравнение: $y’^2 +xy = y^2 + xy'$.
17. Решить уравнение: $x = y’^4 + y’$.
18. Решить уравнение: $y=3y’^2 + y’^3$.
19. Решить уравнение: $y = xy' – y'^2$.
20. Решить уравнение: $y = 2xy’ - 4y’^3$.
21. Решить уравнение: $y^2\, y’’ = 1$.
22. Решить уравнение: y’’ = 4yy’.

23. Решить уравнение: $x^2 y'' = y'^2$.
24. Решить уравнение: $yy'' = y'^2 + 15y^2$Öx.
25. Решить уравнение: $y'\mathrm{ctg}\, x = 5+y$.
26. Найти решение уравнения $2y''' - 3y'^2 = 0$, удовлетворяющее начальным условиям: $y(0) = -3$, $y'(0) = 1$, $y''(0) = -1$.
27. Решить уравнение: $y''' - 3y'' + 3y' - y = 0$.
28. Решить уравнение: $y'' + y = 5+x$.
29. Решить уравнение: $y'' + 4y' = \sin x$.
30. Решить уравнение: $y'' - 2y' + y = e^x/x$.
31. Решить уравнение: $x^2y'' + xy' - y = x^2$.
32. Найти решение уравнения $y''' - y' = 0$, удовлетворяющее начальным условиям: $y(0) = 3$, $y'(0) = -1$, $y''(0) = 1$.
33. Решить уравнение: $y'\mathrm{ctg}\, x = 5+y$.
34. Решить уравнение: $(2x+1)y''+4xy' - 4y = 0$.
35. Найти решение уравнения $y''+y = 2x - \pi$, удовлетворяющее указанным краевым условиям: $y(0) = 0$, $y(\pi) = 0$.
36. Для краевой задачи: $y''+ y' = f(x)$, $y(0) = 0$, $y'(1) = 0$, построить функцию Грина.
37. Решить систему уравнений: $x' = 2y - 3x + t$; $y' = y - 2x$.
38. Решить систему уравнений: $x' = x-y$; $y' = x+y - \cos t$.
39. Решить систему уравнений: $x' = y+ \mathrm{tg}^2 t -1$; $y' = -x+ \mathrm{tg}\, t$.
40. Исследовать на устойчивость нулевое решение системы:

$x' = \ln(4y+e^{-3x})$; $y' = 2y - 1 + (1-4x)^{1/3}$.

1. Исследовать на устойчивость решение $x = -t^2$, $y = t$ системы

$x' = y^2 - 2ty - 2y - x$, $y'= 2x + 2t^2 + e^{2t-2y}$.

1. Для системы $x' = (x - 2)(y + 1)$; $y' = xy - 1$ найти положения равновесия и исследовать их на устойчивость.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции, 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, 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

Оценка	Критерии оценивания
	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	Все компетенции, на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне ниже «удовлетворительно»
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**				
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 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.
Умения	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

			полном объеме	объеме, но некоторые с недочетами	с недочетами.	недочетами, выполнены все задания в полном объеме	
Навыки	Отсутствие базовых навыков. 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 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 - Задания) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

1. Решить уравнение: y’ctg x = 5+y.
2. Решить уравнение: Ö(y+1) y’- x = 0.
3. Решить уравнение: y’ = sin (x+y).
4. Решить уравнение: xy’=y + x tg (y/x).

5. Решить уравнение: $(2x+y)dx - (x-4y)dy=0$.
6. Решить уравнение: $(x-y+1)dy =(5+y)dx$.
7. Решить уравнение: $xy'-y = x^2$
8. Решить уравнение: $y'\mathrm{ctg}\, x = 5+y$.
9. Решить уравнение: $(2e^y - x)\, y' = 1$.
10. Решить уравнение: $y'+ 2y = y^2e^x$.
11. Решить уравнение: $xy'- 2x^2y^{1/2} = 4y$.
12. Решить уравнение: $3y' + y^2 + 2x^{-2} = 0$.
13. Решить уравнение: $e^{-y}dx - (2y+xe^{-y})dy = 0$.
14. Решить уравнение: $y^2\, dx - (xy+x^3)dy = 0$.
15. Решить уравнение: $xy'^2 = y$.
16. Решить уравнение: $y'^2 +xy = y^2 + xy'$.
17. Решить уравнение: $x = y'^4 + y'$.
18. Решить уравнение: $y=3y'^2 + y'^3$.
19. Решить уравнение: $y = xy' - y'^2$.
20. Решить уравнение: $y = 2xy' - 4y'^3$.
21. Решить уравнение: $y^2\, y'' = 1$.
22. Решить уравнение: $y'' = 4yy'$.
23. Решить уравнение: $x^2\, y'' = y'^2$.
24. Решить уравнение: $yy'' = y'^2 + 15y^2$Öx.
25. Решить уравнение: $y'\mathrm{ctg}\, x = 5+y$.
26. Найти решение уравнения $2y''' - 3y'^2 = 0$, удовлетворяющее начальным условиям: $y(0) = -3$, $y'(0) = 1$, $y''(0) = -1$.
27. Решить уравнение: $y''' - 3y''+ 3y' - y = 0$.
28. Решить уравнение: $y''+ y = 5+x$.
29. Решить уравнение: $y'' +4y' = \sin x$.
30. Решить уравнение: $y'' - 2y' + y = e^x/x$.
31. Решить уравнение: $x^2y'' + xy' - y = x^2$.
32. Найти решение уравнения $y''' - y' = 0$, удовлетворяющее начальным условиям: $y(0) = 3$, $y'(0) = -1$, $y''(0) = 1$.
33. Решить уравнение: $y'\mathrm{ctg}\, x = 5+y$.
34. Решить уравнение: $(2x+1)y''+4xy' - 4y = 0$.
35. Найти решение уравнения $y''+y = 2x - \pi$, удовлетворяющее указанным краевым условиям: $y(0) = 0$, $y(\pi) = 0$.
36. Для краевой задачи: $y''+ y' = f(x)$, $y(0) = 0$, $y'(1) = 0$, построить функцию Грина.
37. Решить систему уравнений: $x' = 2y - 3x + t$; $y' = y - 2x$.
38. Решить систему уравнений: $x' = x-y$; $y' = x+y - \cos t$.
39. Решить систему уравнений: $x' = y+ \mathrm{tg}^2 t -1$; $y' = -x+ \mathrm{tg}\, t$.
40. Исследовать на устойчивость нулевое решение системы:

$x' = \ln(4y+e^{-3x})$; $y' = 2y - 1 + (1-4x)^{1/3}$

41. Исследовать на устойчивость решение x = -t2, y = t системы

$x' = y^2 - 2ty - 2y - x$, $y' = 2x + 2t^2 + e^{2t-2y}$

42. Для системы $x' = (x - 2)(y + 1)$; $y' = xy - 1$ найти положения равновесия и исследовать их на устойчивость.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно».
не зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне ниже «удовлетворительно».

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

1. Что такое обыкновенное дифференциальное уравнение, дифференциальное уравнение в частных производных? Как определить порядок дифференциального уравнения?

2. Что называется решением дифференциального уравнения?

3. Каковы основные формы задания уравнения первого порядка, разрешенного относительно производной?

4. Как определить наклон интегральной кривой уравнения первого порядка в заданной точке (x,y) по виду уравнения? Что такое поле направлений, определяемое дифференциальным уравнением.

5. В чем состоит задача Коши для уравнения первого порядка, разрешенного относительно производной? При каком условии она имеет решение? При каких условиях она имеет единственное решение?

6. Что такое общее решение? Что такое общий интеграл? Что такое общее решение в параметрической форме?

7. Что называется частным решением дифференциального уравнения? Как оно связано с формулой общего решения?

8. Что называется особым решением дифференциального уравнения? Как оно может быть связано с формулой общего решения?

9. Какое уравнение называется однородным? Как оно интегрируется?

10. Структура общего решения линейного неоднородного уравнения первого порядка?

11. Как интегрируется уравнение Бернулли?

12. При каком условии уравнение $M(x,y)dx+N(x,y)dy=0$ является уравнением в полных дифференциалах?

13. В чем состоит отличие поле направлений, определяемого уравнением, не разрешенным относительно производной, от поля направлений, определяемого уравнением, разрешенным относительно производной?

14. Как интегрируются дифференциальные уравнения n-го порядка, не содержащие x?

15. Как интегрируются дифференциальные уравнения n-ого порядка, не содержащие y?

16. Какой вид имеет уравнение Клеро? Как записать его общее решение по виду уравнения?

17. Какой вид имеет уравнение Лагранжа? Как найти его общее решение? Какие кривые могут быть его особыми решениями?

18. Как ставится задача Коши для уравнения n-го порядка, разрешенного относительно $y^{(n)}$? Какой геометрический и механический смысл имеет эта задача для уравнения второго порядка?

19. Что такое краевая задача? Чем она отличается от задачи Коши?

20. При каком условии задача Коши для линейного уравнения имеет единственное решение?

21. Свойства решений однородного линейного уравнения?

22. Как построить общее решение линейного однородного уравнения?

23. Структура общего решения линейного неоднородного уравнения?

24. Как интегрируется линейное уравнение Эйлера n-го порядка?

25. Какой общий вид имеет линейная система? Когда она называется однородной (неоднородной)?

26. При каком условии задача Коши для линейной системы имеет единственное решение?

27. Дайте определение фундаментальной системы решений системы линейных уравнений? Какое условие является необходимым и достаточным для того, чтобы данная система решений была фундаментальной?

28.Как построить однородную линейную систему, имеющую заданную фундаментальную систему решений?

29. Что такое дифференциальное уравнение с частными производными? Дайте определение решения указанного уравнения?

30. Какое уравнение называется линейным уравнением с частными производными первого

порядка? В каком случае оно называется однородным? неоднородным?

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно».
не зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне ниже «удовлетворительно».

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

Основная литература:

1. Матвеев Николай Михайлович. Дифференциальные уравнения : [для физ.-мат. специальностей] . - М. : Просвещение, 1988. - 254, [1] с. : ил. - (Учебное пособие для педагогических институтов). - ISBN 5-09-000281-9 (в пер.) : 0.65., 138 экз.
2. Матвеев Николай Михайлович. Сборник задач и упражнений по обыкновенным дифференциальным уравнениям : учеб. пособие. - 6-е изд., испр. и доп. - Минск : Вышэйшая школа, 1987. - 319 с. : ил. - 1.20., 154 экз.
3. Филиппов Алексей Федорович. Сборник задач по дифференциальным уравнениям : учеб. пособие для студентов вузов. - 6-е изд., стер. - М. : Наука, гл. ред. физ.-мат. лит., 1985. - 128 с. - 0.25., 54 экз.
4. Демидович Борис Павлович. Дифференциальные уравнения : учеб. пособие. - Изд. 3-е, стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2008. - 288 с. : ил. - (Классическая учебная литература по математике) (Учебники для вузов. Специальная литература) (Лучшие классические учебники). - ISBN 978-5-8114-0677-7 : 391.38., 6 экз.

Дополнительная литература:

1. Арнольд В. И. Обыкновенные дифференциальные уравнения : учеб. пособие для мех.-мат. специальностей вузов. - М. : Наука, 1971. - 304 с. - 0.67., 32 экз.
2. Понтрягин Лев Семенович. Обыкновенные дифференциальные уравнения : [учеб. для гос. ун-тов]. - Изд. 2-е, перераб. - М. : Наука, 1965. - 331 с. : черт. - 0.69., 19 экз.

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

бесплатный ресурс для студентов - http://math24.ru/index.html
мир математических уравнений EqWorld - http://eqworld.ipmnet.ru/ru/solutions.htm
справочник математических формул - http://www.pm298.ru/reshenie/analitpl.php
учебные пособия - http://www.ksu.ru/f6/k6/index.php?id=15&idm=5
электронный учебник по УМФ - http://umf.kmf.usu.ru/index.php?id=2&id1=0

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), 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 ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 11.05.02 - Специальные радиотехнические системы.

Автор(ы): Махрова Елена Николаевна, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Калинин Алексей Вячеславович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 16.01.2024 г., протокол № №1.