Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования «Северо-Осетинский государственный университет

имени Коста Левановича Хетагурова»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«**Дифференциальные уравнения**»

Направление подготовки:

**01.03.02 Прикладная математика и информатика**

Профиль: **«Программирование, анализ данных**

**и математическое моделирование»**

Квалификация (степень) выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная

Год начала подготовки 2024

Владикавказ

2024

Рабочая программа

*обсуждена и утверждена* на заседании кафедры алгебры и анализа (протокол № 5 от 14.02.2024 г.);

*одобрена* советом факультета математики и компьютерных наук (протокол № 6 от 01.03.2024 г.);

*утверждена* в составе Основной профессиональной образовательной программы понаправлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», профиль: «Программирование, анализ данных и математическое моделирование», год начала подготовки 2024 (решение ученого совета от 28.03.2024, протокол № 8).

Составитель: профессор кафедры алгебры и анализа, д.ф.-м.н. Созанов В.Г.

**1. Структура и общая трудоемкость дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е. (144 ч.).

|  |  |
| --- | --- |
|  | Очная форма обучения |
| Курс | 2 |
| Семестр | 4 |
| Лекции | 34 |
| Практические занятия | 34 |
| Лабораторные занятия | - |
| Консультации |  |
| Итого аудиторных занятий | 68 |
| Самостоятельная работа | 31 |
| Курсовая работа | - |
| Зачет | - |
| Экзамен | 45 |
| Общее количество часов | 144 |

**2. Цели изучения дисциплины**

Изучение дисциплины направлено на развитие у обучающихся навыков работы с математическим аппаратом теории дифференциальных уравнений, на подготовку их к системному восприятию дальнейших дисциплин из учебного плана, использующих методы математического моделирования.

**3. Место дисциплины в структуре ОПОП:**

Б1.O.20. Блок 1. Дисциплины (модули). Обязательная часть.

Для успешного освоения дисциплины необходимы знания, полученные обучающимися в рамках дисциплин: математический анализ, линейная алгебра, аналитическая геометрия.

Знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной необходимы для изучения последующих дисциплин: уравнения математической физики, математическое моделирование, компьютерное моделирование, введение в анализ данных и др., а также при прохождении практик и выполнении выпускной квалификационной работы.

**4. Требования к результатам освоения дисциплины**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями (результатами освоения образовательной программы):

Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (УК-1);

Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности (ОПК-1);

Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач (ОПК-2).

Взаимосвязь планируемых результатов обучения по дисциплине с формируемыми компетенциями ОПОП:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Код и формулировка**  **компетенции** | **Планируемые результаты обучения, соответствующие формируемым компетенциям ОПОП** | | |
| **Знать:** | **Уметь** | **Владеть:** |
| УК-1  Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | – основные понятия дифференциальных уравнений;  – классификацию дифференциальных уравнений | – логически мыслить;  – применять полученные знания для решения дифференциальных уравнений | – навыками применения различных методов для решения дифференциальных уравнений |
| ОПК-1  Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности | – аналитические методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений | – определять тип уравнения и подбирать соответствующий метод решения дифференциального уравнения | – навыками решения обыкновенных дифференциальных уравнений |
| ОПК-2  Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач | – знает приближенные методы решения обыкновенных диф. уравнений | – применять аппарат дифференциальных уравнений для решения прикладных задач | – методами наглядного представления процесса поиска решения дифференциальных уравнений |

**5. Содержание и учебно-методическая карта дисциплины**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Наименование тем (вопросов), изучаемых по данной дисциплине** | **Занятия** | | **Самостоятельная работа студентов** | | **Формы контроля** | **Литература** |
| **л** | **пр.** | **содержание** | **часы** |
| 1. | Определение дифференциального уравнения. Примеры: задача народонаселения, радиоактивный распад, рост популяции бактерий, движение точки под действием силы. | 2 | 2 |  |  | опрос, проверка д.з. | [1-6] |
| 2. | Линейное дифференциальное уравнение первого порядка. Уравнения с разделяющимися переменными | 2 | 2 |  |  | опрос, проверка д.з. | [1-6] |
| 3. | Геометрический смысл дифференциального уравнения и систем уравнений. Понятие о методе ломаных Эйлера. | 2 | 2 | Сходимость метода Эйлера. | 4 | опрос, проверка д.з. | [1-6] |
| 4. | Уравнения в дифференциалах. Уравнения в полных дифференциалах. Теорема существования и единственности решения задачи Коши. Признаки уравнения в полных дифференциалах. | 4 | 4 | Примеры уравнения в полных дифференциалах | 4 | опрос, проверка д.з. | [1-6] |
| 5. | Линейное однородное дифференциальное уравнение с постоянными коэффициентами. Вещественные решения уравнений с вещественными коэффициентами | 2 | 2 | Свойства показательной функции | 5 | опрос, проверка д.з. | [1-6] |
| 6. | Линейное однородное дифференциальное уравнение с постоянными коэффициентами. | 2 | 2 | Примеры показательной функции | 6 | опрос, проверка д.з. | [1-6] |
| 7. | Уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель. | 2 | 2 | Случай простых корней. | 4 | опрос, проверка д.з | [1-6] |
| 8. | Нелинейные дифференциальные уравнения первого порядка и методы. их решения. | 2 | 2 | Случай кратных корней | 4 | Контр. работа | [1-6] |
| 9. | Общий метод введения параметра. | 2 | 2 | Случай, когда правая часть – квазимногочлен. Теорема о виде частного решения. | 4 | опрос, проверка д.з. | [1-6] |
| 10. | Уравнения Лагранжа. Уравнения Клеро. | 2 | 2 |  |  | опрос, проверка д.з. | [1-6] |
| 11. | Неоднородное уравнение с постоянными коэффициентами. Уравнения, приводящиеся к уравнениям с постоянными коэффициентами | 2 | 2 |  |  | опрос, проверка д.з. | [1-6] |
| 12. | Уравнения второго порядка. Функция Грина. Стандартная форма уравнения. Краевая задача и функция Грина. | 4 | 4 |  |  | опрос, проверка д.з. | [1-6] |
| 13. | Краевая задача для неоднородного уравнения. | 4 | 4 | Проблема собственных значений и интегральные уравнения. | 3 | опрос, проверка д.з. | [1-6] |
| 14. | Системы дифференциальных уравнений. Системы линейных уравнений. | 2 | 2 |  |  | опрос, проверка д.з. | [1-6] |
|  | **ИТОГО** | **34** | **34** |  | **31** |  |  |

**6. Образовательные технологии**

Согласно учебному плану при преподавании дисциплины используются традиционные образовательные технологии: лекции, практические занятия и самостоятельная работа студентов. Также при проведении занятий и самостоятельной работе студентов могут быть использованы:

**–** *интерактивные технологии* («мозговой штурм», дебаты, презентационный метод, работа в парах, работа в группах, деловая игра);

**–** *технологии контекстного обучения* **–** система дидактических форм, методов и средств, направленная на моделирование содержания будущей профессиональной деятельности специалиста (анализ конкретных ситуаций, методы работы с информационными базами данных, деловая игра и др.);

– *технологии электронного обучения* (реализуется при помощи электронной образовательной среды СОГУ при использовании ресурсов ЭБС, при проведении автоматизированного тестирования и т. д.).

Все виды учебной работы могут проводиться дистанционно на основании локальных нормативных актов СОГУ.

В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по индивидуальной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины может осуществляться через индивидуальные консультации преподавателя очно, в часы консультаций, по электронной почте или с использованием ЭИОС СОГУ.

**7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Самостоятельная работа проводится с целью:

– систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся студентов;

– углубления и расширения теоретических знаний;

– формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;

– формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;

– развития исследовательских навыков и умений.

По дисциплине предусмотрены следующие виды самостоятельной работы студентов:

– самостоятельное повторение и изучение теоретического материала;

– выполнение домашних заданий;

– подготовка доклада/конспекта по теме, вынесенной на самостоятельное изучение;

– подготовка к выполнению практических занятий;

– подготовка к промежуточной аттестации (экзамену);

Содержание, трудоемкость и формы контроля внеаудиторной самостоятельной работы содержатся в разделе 5.

**8. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости,**

**рубежной и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Основными *формами текущего контроля* по дисциплине являются:

– устный опрос на лекции или практическом занятии;

– проверка домашних заданий, практических (лабораторных) работ.

Форма *рубежного контроля:* контрольная работа.

Формы *промежуточной аттестации:* экзамен

**8.1. Формы контроля и критерии оценивания**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Этап** | **Форма**  **контроля** | **Критерии оценивания (процент от максимального кол-ва баллов)** | | | |
| **86-100 %** | **71–85%** | **50–70%** | **Менее 50%** |
| **отлично / зачет** | **хорошо / зачет** | **удовлетворительно / зачет** | **неудовлетворительно / незачет** |
| *1. Текущий контроль (max 20 баллов за один модуль)* | | | | | |
|  |  | 15–17 баллов | 12–14 баллов | 8–11 баллов | 0–7 баллов |
|  | Текущая работа в течение модуля  (мах 17б.) | Студент активно работает на занятиях, превосходно выполняет все задания преподавателя. | Студент активно работает на занятиях, хорошо выполняет задания преподавателя. | Студент недостаточно активно работает на занятиях, удовлетворительно выполняет задания преподавателя. | Студент недостаточно активно работает на занятиях, неудовлетворительно выполняет задания преподавателя. |
|  |  | 3 балла | 2 балла | 1 балл | 0 баллов |
|  | Реферат /  доклад / конспект  (мах 3б.) | Тема полностью раскрыта. Превосходное владение материалом. Высокий уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Превосходный стиль изложения. | Тема в основном раскрыта. Хорошее владение материалом. Средний уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Хороший стиль изложения. | Тема частично раскрыта. Удовлетворительное владение материалом. Низкий уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Удовлетворительный стиль изложения. | Тема не раскрыта. Неудовлетворительное владение материалом. Недостаточный уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Неудовлетворительный стиль изложения. |
| *2. Рубежный контроль (15 б. за один модуль)* | | | | | |
|  | тест /  контрольная работа | Количество баллов за выполнение каждого задания указываются в тесте / контрольной работе. | | | |
| *3. Промежуточная аттестация по дисциплине (max число баллов – в соответствии с действующим локальным нормативным актом)* | | | | | |
|  |  | Критерии оценивания (процент от максимального кол-ва баллов) | | | |
|  |  | 86–100 % | 71–85 % | 50–70 % | 0–49 % |
|  | Зачет /  Экзамен | Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента. | Дан полный ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Но допущены незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью «наводящих» вопросов преподавателя. | Дан недостаточно полный ответ. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Речевое оформление требует поправок, коррекции. | Не получены ответы по базовым вопросам дисциплины или дан неполный ответ и допущены грубые ошибки. Речь неграмотная. Уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины. |

Пересчет полученной суммы баллов по дисциплине в оценку производится в соответствии с действующим локальным нормативным актом.

**8.2. Примерный вариант 1 рубежной контрольной работы (теста)**

(3 балла за каждое задание)

Решить уравнения:

1. [*xy dx + (x + 1) dy = 0.*](http://xn--e1avkt.xn--p1ai/%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0/%D0%A4%D0%B8%D0%BB%D0%B8%D0%BF%D0%BF%D0%BE%D0%B2/51/)
2. [*2x2yy' + y2 = 2.*](http://xn--e1avkt.xn--p1ai/%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0/%D0%A4%D0%B8%D0%BB%D0%B8%D0%BF%D0%BF%D0%BE%D0%B2/57/)
3. [*z' = 10x+z.*](http://xn--e1avkt.xn--p1ai/%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0/%D0%A4%D0%B8%D0%BB%D0%B8%D0%BF%D0%BF%D0%BE%D0%B2/60/)
4. [*y' = cos(y - x).*](http://xn--e1avkt.xn--p1ai/%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0/%D0%A4%D0%B8%D0%BB%D0%B8%D0%BF%D0%BF%D0%BE%D0%B2/62/)

**8.3. Примерный вариант 2 рубежной контрольной работы**

(3 балла за каждое задание)

Решить уравнения:

1. 1
2. [*xy2y' = x2 + y3.*](http://xn--e1avkt.xn--p1ai/%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0/%D0%A4%D0%B8%D0%BB%D0%B8%D0%BF%D0%BF%D0%BE%D0%B2/154/)
3. [(x2 + y2)y' = 2xy.](http://xn--e1avkt.xn--p1ai/%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0/%D0%A4%D0%B8%D0%BB%D0%B8%D0%BF%D0%BF%D0%BE%D0%B2/106/)
4. 
5. [*xy' + 2y + x5y3ex = 0.*](http://xn--e1avkt.xn--p1ai/%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0/%D0%A4%D0%B8%D0%BB%D0%B8%D0%BF%D0%BF%D0%BE%D0%B2/157/)

**8.4. Вопросы к экзамену**

1. Дифференциальные уравнения и их классификация.
2. Основные понятия и определения.
3. Дифференциальные уравнения и их классификация.
4. Системы дифференциальных уравнений.
5. Уравнения с частными производными.
6. Прикладные задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям.
7. Методы решения уравнений первого порядка.
8. Уравнения первого порядка. Общая характеристика.
9. Метод разделения переменных.
10. Однородные уравнения.
11. Уравнения, приводящиеся к однородным.
12. Линейные уравнения.
13. Уравнения, приводящиеся к линейным.
14. Уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель.
15. Уравнения в полных дифференциалах.
16. Интегрирующий множитель.
17. Нелинейные диф. уравнения первого порядка и методы их решения.
18. Уравнения Лагранжа.
19. Уравнения Клеро.
20. Основы теории уравнений высших порядков.
21. Уравнения высших порядков.
22. Основные определения.
23. Уравнения, решаемые в квадратурах.
24. Решение линейных однородных уравнений высших порядков.
25. Общие свойства однородных уравнений.
26. Решение линейных однородных уравнений с постоянными коэффициентами.
27. Решение линейных неоднородных уравнений.
28. Структура общего решения.
29. Построение частного решения.
30. Неоднородное уравнение с постоянными коэффициентами.
31. Уравнения, приводящиеся к уравнениям с постоянными коэффициентами.
32. Уравнения второго порядка.
33. Функция Грина.
34. Стандартная форма уравнения.
35. Краевая задача и функция Грина.
36. Краевая задача для неоднородного уравнения.
37. Проблема собственных значений и интегральные уравнения.
38. Аналитические решения уравнения второго порядка.
39. Системы дифференциальных уравнений.
40. Системы линейных уравнений.

**9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

**а) основная литература:**

1. Дифференциальные уравнения : учебник. – 4-е изд. – Москва: Физматлит, 2002. – 252 с. – (Курс высшей математики и математической физики. Вып. 6). –URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=145012>.
2. Егоров, Д. Л. Дифференциальные уравнения : учебное пособие / Д. Л. Егоров ; Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2020. – 108 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=699802>
3. Эльсгольц, Л. Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление : учебник : [16+] / Л. Э. Эльсгольц. – Москва : б.и., 1969. – 425 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=455165>
4. Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления : учебное пособие / Г. М. Фихтенгольц ; ред. А. А. Флоринский. – 8-е изд. – Москва : Физматлит, 2001. – Том 2. – 861 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=83038>.
5. Егоров, А. И. Классификация решений обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка : учебник : [16+] / А. И. Егоров. – Москва : Физматлит, 2013. – 108 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275303>.
6. Треногин, В.А. Обыкновенные дифференциальные уравнения : учебник / В.А. Треногин. – Москва : Физматлит, 2009. – 312 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82614>.

**б) дополнительная литература:**

1. Муратова, Т. В.  Дифференциальные уравнения : учебник и практикум для вузов / Т. В. Муратова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 435 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01456-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450091>
2. Аксенов, А. П.  Дифференциальные уравнения в 2 ч. Часть 1 : учебник для вузов / А. П. Аксенов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 241 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-7420-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451870>
3. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М., 1999.

**в) Профессиональные базы данных и другие интернет-ресурсы:**

– WolframAlpha –  [база знаний](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%B7%D0%B0_%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9) и набор вычислительных алгоритмов (<https://www.wolframalpha.com/>);

– EqWorld – Мир математических уравнений (<https://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm>);

– ЭБС «Научная электронная библиотека eLibrary.ru» (<http://www.elibrary.ru>);

– ЭБС «Университетская библиотека onLine» (<http://www.biblioclub.ru>);

– ЭБС «Юрайт» (<http://www.urait.ru/>);

– Универсальная база данных «ИВИС» ([htpps:/eivis.ru/](about:blank));

– ИС «Национальнаяэлектронная библиотека (НЭБ)»(<https://rusneb.ru/>).

**10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для проведения лекционных, практических используются:

– учебные аудитории для проведения лекционных занятий, занятий семинарского типа, текущего контроля, промежуточной аттестации, оборудованные аудиторной мебелью, доской (меловой, маркерной или интерактивной), компьютером или ноутбуком с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ, мультимедийным проектором, экраном;

*Лицензионное программное обеспечение:*

1. Windows 10 Pro for Workstations, (№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г);
2. Office Standard 2016 (№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г);
3. Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат ВУЗ».

*Перечень ПО в свободном доступе:* Kaspersky Free; WinRar; Google Chrome; Yandex Browser; Opera Browser; Acrobat Reader; MOODLE; LaTeX; системы компьютерной алгебры SciLab и Maxima, WplframAlpha.

Помещение для самостоятельной работы студентов: Зал электронных ресурсов Научной библиотеки СОГУ (корпус 6, кабинет № 1.8), укомплектован специализированной мебелью (рабочие места студентов), необходимыми техническими средствами обучения: компьютеры, принтер, возможность подключения к сети «Интернет», доступ в электронную информационно-образовательную среду СОГУ.