

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Механико-математический факультет

УТВЕРЖДАЮ:
Декан ММФ ТГУ
Л. В. Гензе

Рабочая программа дисциплины

Дифференциальные уравнения

по направлению подготовки

**01.03.01 Математика,
01.03.03 Механика и математическое моделирование,
02.03.01 Математика и компьютерные науки**

Направленность (профиль) подготовки:

**Современная математика и математическое моделирование
Теоретическая, вычислительная и экспериментальная механика
Вычислительная математика и компьютерное моделирование**

Форма обучения **Очная**

Квалификация

**Математик. Преподаватель / Математик. Аналитик / Математик. Исследователь
Механик / Механик. Исследователь
Математик. Вычислитель / Исследователь в области математики и компьютерных наук**

Год приема
2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
Л.В. Гензе

Председатель УМК
Е.А. Тарасов

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических наук и механики в профессиональной деятельности

Результатами освоения дисциплины являются следующие:

РООПК 1.1 Знает типовые постановки задач математики и механики, классические методы решения, теоретические основы методов и границы их применимости

РООПК 1.2 Способен адаптировать известные математические методы для решения поставленной задачи в области математики и механики

РООПК 1.3 Способен провести решение поставленной задачи в области математики и механики с использованием полученных фундаментальных знаний и получить результат

2. Задачи освоения дисциплины

– Освоить аппарат теории дифференциальных уравнений для приобретения навыков решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем - приобретения навыков качественного анализа дифференциальных уравнений и их систем.

– Научиться применять понятийный аппарат теории дифференциальных уравнений для приобретения навыков составления дифференциальных уравнений при решения конкретных прикладных задач.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплина (модули)».

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Третий семестр, зачет

Четвертый семестр, экзамен

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: математический анализ (1, 2 семестр), алгебра.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 з.е., 252 часов, из которых:

- лекции: 64 ч.

- практические занятия: 64 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Дифференциальные уравнения первого порядка.

Понятие дифференциального уравнения. Геометрическая интерпретация: расширенное фазовое пространство, поле направлений, интегральные кривые, изоклины. Элементарные методы интегрирования дифференциальных уравнений первого порядка.

Тема 2. Общая теория уравнений.

Теорема существования и единственности решения задачи Коши для систем и уравнений произвольного порядка. Теорема о продолжении решений. Непрерывная зависимость решений от начальных значений, параметров. Дифференцируемость решения по параметру и начальным значениям. Приближенные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

Тема 3. Уравнения высших порядков.

Общий, промежуточный интеграл. Методы понижения порядка уравнения. Уравнения, допускающие решение в квадратурах.

Тема 4. Общая теория линейных систем и уравнений.

Определитель Вронского, формула Лиувилля – Остроградского. Метод вариации произвольных постоянных. Линейные уравнения с постоянными коэффициентами. Уравнения со специальной правой частью.

Тема 5. Некоторые вопросы теории уравнений второго порядка.

Интегрирование уравнений с помощью степенных рядов. Уравнение Эйри, Бесселя. Механические колебания. Резонанс Нули решений, теоремы сравнения (Штурма). Понятие о краевых задачах.

Тема 6. Линейные системы с постоянными коэффициентами.

Построение фундаментальной системы решений и общего решения однородной линейной системы в случае различных и кратных корней характеристического уравнения. Нахождение частных решений неоднородных систем. Симметрическая форма системы дифференциальных уравнений. Первые интегралы. Динамические уравнения Эйлера. Метод интегрируемых комбинаций.

Тема 7. Элементы теории устойчивости.

Критерий устойчивости линейной системы с постоянными коэффициентами. Теорема Ляпунова об устойчивости по первому приближению. Функция Ляпунова: леммы Ляпунова об устойчивости и асимптотической устойчивости, теорема Четаева о неустойчивости.

Тема 8. Фазовая плоскость.

Топология фазовых кривых. Классификация линейных особых точек на плоскости: узел, седло, фокус, центр.

Тема 9. Линейные и квазилинейные уравнения с частными производными первого порядка.

Характеристики. Задача Коши. Теорема существования и единственности решения задачи Коши. Уравнение Пфаффа, условие полной интегрируемости.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, выполнения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, коллоквиумов, своевременного выполнения индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр. Для активизации работы студентов в течение семестра и лучшего усвоения дисциплины предусмотрена балльно-рейтинговая система оценки успеваемости студентов.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет в третьем семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из трех частей. Продолжительность зачета 1 час.

Экзамен в четвертом семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из трех частей. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Дифференциальные уравнения-I. Электронный ресурс, ч.1: учебно-методический комплекс: [для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям 01.03.01 «Математика», 02.03.01 «Математика и компьютерные науки», 01.03.03 «Механика и математическое моделирование», все профили подготовки], Соколов Б.В. Том. гос. ун-т., [Ин-т дистанционного образования]. Томск: [ИДО ТГУ], 2023. <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=36466>.

б) Дифференциальные уравнения- II. Электронный ресурс, ч.2: учебно- методический комплекс [для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям 01.03.01 «Математика», 02.03.01 «Математика и компьютерные науки» , 01.03.03 «Механика и математическое моделирование», все профили подготовки], Соколов Б.В. Том. гос. ун-т., [Ин-т дистанционного образования]. Томск: [ИДО ТГУ], 2023. <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=36085>

в) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине. <https://tsu.ru/sveden/education/eduop/>

г) План семинарских / практических занятий по дисциплине.

1. Геометрическая интерпретация: расширенное фазовое пространство, поле направлений, интегральные кривые, изоклины.
2. Уравнения с разделяющимися переменными и приводящиеся к ним. Однородные ДУ первого порядка и приводящиеся к ним. Задача Коши.
3. Линейные уравнения первого порядка. Уравнения Бернулли. Уравнения Риккати.
4. Уравнения в полных дифференциалах.
5. Интегрирующий множитель.
6. Метод последовательных приближений.
7. ДУ первого порядка, неразрешенные относительно производной. Параметрический метод.
8. Уравнения Лагранжа и Клеро. Особые решения.
9. ДУ высших порядков, допускающие понижение порядка.
10. Линейные уравнения с переменными коэффициентами, формула Лиувилля – Остроградского. Метод вариации произвольных постоянных. Линейные уравнения с постоянными коэффициентами.
11. Линейные ДУ с постоянными коэффициентами. Уравнения со специальной правой частью.
12. Системы линейных ДУ с постоянными коэффициентами. Метод Лагранжа вариации произвольных постоянных. Сведение системы ДУ к уравнению n -го порядка.
13. Нелинейные системы ДУ.
14. Устойчивость по Ляпунову и асимптотическая устойчивость.
15. Фазовая плоскость. Классификация линейных особых точек на плоскости: узел, седло, фокус, центр.
16. Линейное и квазилинейное дифференциальные уравнения в частных производных первого порядка. Решение задачи Коши.

д) Для выработки необходимых компетенций рекомендуются индивидуальные задания для студентов, такие как решение задач по теме дисциплины, подготовка докладов. Самостоятельная работа направлена на выработку навыка самостоятельного поиска информации, закрепление лекционного материала, развитие необходимых практических навыков, установление связей с различными разделами дисциплины. В течение семестра студенты разбирают и решают задачи, указанные преподавателем к каждому семинару, разбирают и повторяют основные понятия и теоремы, доказанные на лекциях, выполняют индивидуальные задания. В 3-м семестре предусмотрены 2 контрольные работы, коллоквиум и зачет, в 4-м семестре – 2 коллоквиума, 2 контрольные работы и экзамен.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Агафонов С.А., Герман А.Д., Муратова Т.В. Дифференциальные уравнения. М.: Изд-во МГТУ, 2011, 352 с.
2. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. Москва: Физматлит, 2009, 207 с.
3. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений. М.: ЛКИ, 2016, 512 с.
4. Краснов М.Л., Киселев А.И., Макаренко Г.И.. Обыкновенные дифференциальные уравнения: задачи и примеры с подробными решениями (учебное пособие для студентов вузов). Москва: Ленанд, 2016, 253 с.

б) дополнительная литература:

1. Матвеев Н.М. Методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений. Учебник. Минск: «Вышэйшая школа», 1974, 768 с.
2. Филиппов А.Ф. Введение в теорию дифференциальных уравнений (учебник для студентов вузов по группе физико-математических направлений и специальностей). Москва: УРСС, 2010, 238 с.
3. Матвеев Н.М. Сборник задач по обыкновенным дифференциальным уравнениям: учебное пособие. Санкт-Петербург: Лань, 2016, 431 с.
4. Камке Э. Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям. М.: Наука, 1971.
5. Самойленко А.М., Кривошея С.А., Перестюк Н.А. Дифференциальные уравнения: примеры и задачи. – М.: Высшая школа, 1989, 408 с.

в) ресурсы сети Интернет:

Международный научно-образовательный сайт ***EqWorld*** содержит обширную информацию о различных классах обыкновенных дифференциальных уравнений <http://eqworld.ipmnet.ru/>

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);

публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

а. Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ –

<http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

б. Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ –

<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

с. ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

д. ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

е. Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

ф. ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

г. ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к

информационным справочным системам.

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешанном формате («Актру»).

15. Информация о разработчиках

Соколов Б. В., к.ф.-м.н., ст.н.с., доцент кафедры математического анализа и теории функций ММФ ТГУ