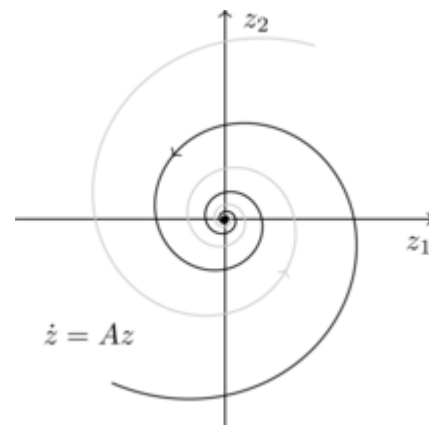


# Дифференциальные уравнения

Лекторы:  
Максим Бабушкин



**Язык:**  
Русский  
**Трудоемкость:**  
3 з.е.  
**Форма контроля:**  
Экзамен

**Образовательная программа:**  
Теоретическая и экспериментальная физика  
3 семестр  
Беспроводные технологии  
3 семестр

**Пререквизиты:**  
Математический анализ  
Линейная алгебра

Лекции (ак.час)*	Практические занятия (ак.час)	Лабораторные занятия (ак.час)
32	32	
*1 академический час = 45 минутам		

Дифференциальные уравнения являются мощным инструментом математического моделирования физических, химических, биологических, экономических, а также многих других процессов и явлений. В данном курсе изучаются различные типы обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем. Подробно рассматриваются как способы явного нахождения решений, так и качественные методы исследования. Строгое изложение теории иллюстрируется конкретными примерами из прикладных областей знания.

Содержащиеся в курсе сведения, в частности, необходимы для дальнейшего изучения уравнений математической физики.

## Содержание курса

### 3 семестр

### Дифференциальные уравнения

#### Структура курса

Разделы	Лекции (ак.ч.)	Практика (ак.ч.)
1. Задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям. Уравнение в нормальной форме.	2	2
2. Уравнение в дифференциалах. Задача Коши.	2	2
3. Уравнение с разделяющимися переменными. Линейное уравнение.	2	2
4. Замена переменных. Уравнение в полных дифференциалах.	2	2
5. Уравнения, не разрешённые относительно производной.	2	2
6. Уравнения высших порядков.	2	2
7. Нормальная система. Теорема существования.	2	2
8. Теоремы существования и единственности для систем и уравнений высших порядков.	2	2
9. Продолжение решений.	2	2
10. Линейные неоднородные системы.	2	2
11. Линейные однородные системы. Матричная экспонента	2	2
12. Линейные уравнения.	2	2
13. Линейные уравнения второго порядка. Нахождение решений в виде ряда.	2	2
14. Автономные системы. Теория устойчивости.	2	2
15. Классификация точек покоя линейной системы второго порядка.	2	2

#### Перечень практических занятий:

1. Простейшие уравнения. Задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям.
2. Уравнение с разделяющимися переменными. Особые решения.
3. Однородное уравнение. Линейное уравнение первого порядка.
4. Уравнения Бернулли и Риккати. Уравнение в полных дифференциалах.
5. Уравнения, не разрешённые относительно производной.
6. Уравнения высших порядков.
7. Контрольная работа №1.
8. Методы решения систем.
9. Исследование задачи Коши.
10. Линейные однородные системы с постоянными коэффициентами.
11. Линейные неоднородные системы.
12. Линейные уравнения с постоянными коэффициентами
13. Линейные уравнения 2-го порядка.
14. Исследование решений на устойчивость.
15. Контрольная работа № 2.

#### Рекомендуемые ресурсы

1. В. К. Романко, Курс дифференциальных уравнений и вариационного исчисления. — 4 изд. — Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.
2. В. К. Романко, Н. Х. Агаханов, В. В. Власов, Л. И. Коваленко, Сборник задач по дифференциальным уравнениям и вариационному исчислению / под ред. В. К. Романко. — 5 изд. — Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.
3. А. Ф. Филиппов, Введение в теорию дифференциальных уравнений. — 2 изд. — Москва: КомКнига, 2007.
4. А. Ф. Филиппов, Сборник задач по дифференциальным уравнениям. — Ижевск: НИЦ Регулярная и хаотическая динамика, 2000.
5. М. Л. Краснов, А. И. Киселёв, Г. И. Макаренко, Обыкновенные дифференциальные уравнения: Задачи и примеры с подробными решениями. — 4 изд. — Москва: Едиториал УРСС, 2002.
6. Ипатова В. М., Пыrkова О. А., Седов В. Н. Дифференциальные уравнения. Методы решений. — 2 изд. — Москва: МФТИ, 2012.

## Политика оценивания

**Оценочные средства дисциплины: работа на занятии, домашнее задание, индивидуальное домашнее задание, контрольная работа, экзамен.**

В течение семестра можно набрать максимум 100 баллов:

### 1. Работа на занятии - максимальное количество баллов - 10.

Студенты получают баллы за активность на занятии. Как правило, баллы ставятся за выход к доске с рассказом решения или части решения задачи. Иногда баллы можно получить за ответы на вопросы с места.

### 2. Домашнее задание - максимальное количество баллов - 30.

1. В начале семинара проводится проверка д/з. Для этого случайным образом выбирается докладчик и одна из задач, которые он сделал дома.
2. Докладчик должен рассказать полное решение выбранной задачи у доски.
  - Если докладчик справляется, он получает балл за работу на занятии.
  - Если докладчик не справляется, его результат за всё д/з аннулируется.
3. Если студент, на которого выпал жребий, отсутствует на занятии, то он должен сдать в письменном виде решения всех получившихся задач этого д/з. До тех пор его результаты за это д/з аннулируются.
4. Дедлайн по домашним заданиям может быть продлён в следующих ситуациях: к концу семестра не набирается 40 баллов, имеется уважительное обстоятельство, препятствующее выполнению д/з

### 3. Индивидуальное домашнее задание - максимальное количество баллов - 10.

1. Задания: ИДЗ выполняется по вариантам. Номер варианта студента равен его номеру в списке в google-таблице текущей успеваемости. Наряду с задачами студентам выдаётся список теоретических вопросов, общий для всех.
2. Отчёт: отчёт с решениями задач сдаётся на проверку в установленный срок. До установленного срока студенты могут обсуждать задачи и возникающие вопросы с преподавателем в часы занятий и на консультациях. Отчёт требуется оформлять на листах формата А4, листы скрепляются степлером. Для каждой задачи необходимо записать условие, подробное решение и ответ.
3. Защита: защита ИДЗ проходит на специально выделенном семинаре. К защите допускаются студенты, сдавшие отчёт. Этапы:
  - студент получает один теоретический вопрос из ранее выданного списка. На вопрос необходимо ответить письменно и, при необходимости, сопроводить комментариями.
  - после ответа на теоретический вопрос выдаётся одна задача, аналогичная одной из задач ИДЗ. Задачу необходимо решить письменно, на что будет дано время, а затем рассказать решение преподавателю.
4. Шкала оценивания: отчёт - 1 балл, ответ на теоретический вопрос - 2 балла, решение задачи - 2 балла.
5. Сдача позже срока: сдача ИДЗ позже установленного срока происходит в часы консультаций. Результат за ИДЗ, сданный позже срока без уважительной причины, уменьшается на 1 балл (первичный).

### 4. Контрольная работа - максимальное количество - 20 баллов.

1. Контрольная работа проводится в учебной аудитории в часы практических занятий.
2. Длительность контрольной - одна пара.
3. Студент должен иметь при себе чистые листы любого формата, на которых будет оформляться работа.
4. Часть из листов можно использовать как черновик. Черновики не сдаются на проверку.
5. Запрещается:
  - использовать конспекты, телефоны и любые другие вспомогательные источники информации;
  - переговариваться с одногруппниками;
  - делать какие-либо пометки на листочках с заданиями.При нарушении запретов 1 и 2:
  - при первом замечании делается словесное предупреждение;
  - при втором замечании снимается 1 балл (первичный) за работу;
  - при третьем замечании результаты работы аннулируются.
6. Оценивание: контрольная работа засчитывается, если за неё набрано от 3 до 5 баллов (первичных). Если студент набрал менее 3 баллов, то он должен переписать работу. Переписывание оценивается от 0 до 3 баллов.
7. Переписывание:
  - 1.1. Переписывание контрольной возможно в часы консультаций, а также во время проведения контрольных в других группах.
  - 1.2. Если студент собирается прийти на переписывание, то накануне вечером он должен оповестить об этом преподавателя.

### 5. Экзамен - максимальное количество баллов - 30 баллов

1. Условие допуска к экзамену: выполнены все ключевые контрольные точки. При отсутствии допуска в день экзамена студент попадает на пересдачу.
2. На экзамене необходимо ответить на предварительные вопросы, а затем на вопрос из экзаменационного билета. Билет содержит один теоретический вопрос.
3. Этапы:
  - 1.1 Накануне экзамена формируется очередь. Студенты записываются с интервалом в 10 минут.
  - 1.2 В назначенное время студент заходит в аудиторию, кладёт вещи в специально отведённое место, оставляя при себе только ручку и чистые листы бумаги, подходит к преподавателю.
  - 1.3 Студент получает два предварительных вопроса. Ответ требуется записать, сопроводив при необходимости устными комментариями.
    - Если даётся хотя бы один правильный ответ, то студент получает право взять экзаменационный билет.
    - Если нет ни одного правильного ответа, то экзамен для студента завершается с результатом 0 баллов.
  - 1.4 Студент может отказаться брать экзаменационный билет, заявив, что ему достаточно баллов за предварительные вопросы. Студент, взявший билет и не ответивший на него, теряет баллы за предварительные вопросы и получает 0 баллов

за экзамен.

- 1.5 На подготовку к ответу на билет даётся 1 час.
- 1.6 При обнаружении списывания экзамен для студента завершается с результатом 0 баллов.
- 1.7 Рекомендуемое время на ответ: 10 минут, максимально допустимое: 20 минут.

Шкала оценивания: один предварительный вопрос - 4 балла, формулировка теоремы из билета - 4 балла, доказательство теоремы из билета - 18 баллов.

#### **6. Пересдачи:**

1. Допускается две пересдачи экзамена:
2. Первая пересдача: в начале следующего семестра в рамках ППА1.
3. Вторая пересдача: на комиссии в рамках ППА2.
4. Студент получает право пересдать экзамен только в следующих случаях:
  - отсутствует допуск к экзамену
  - нет правильных ответов на предварительные вопросы
  - нет правильного ответа на вопрос билета
5. Если студент не набирает 60 баллов после сдачи экзамена, то он может набрать дополнительные баллы на консультациях с преподавателем в рамках повторной промежуточной аттестации (ППА1) в следующем семестре. Если студент не набирает 60 баллов в течение ППА1, то он попадает на ППА2 и решение об аттестации студента принимает комиссия.

### **Тип самостоятельных заданий**

На практических занятиях студенты получают задачи для самостоятельного решения. В конце каждого занятия выдаётся домашнее задание. В курсе предусмотрено индивидуальное домашнее задание, содержащее задачи по всему пройденному материалу. Эту работу требуется не только сдать на проверку, но и защитить, то есть устно ответить на вопросы преподавателя по данной работе. В конце каждого модуля на занятиях проводятся контрольные работы.