**Санкт-Петербургский государственный университет**

**Р А Б О Ч А Я П Р О Г Р А М М А**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дифференциальные уравнения

Differential Equations

**Язык(и) обучения**

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 9

Регистрационный номер рабочей программы: 021416

**Раздел 1. Характеристики учебных занятий**

**1.1. Цели и задачи учебных занятий**

Обучение студентов основным методам теории обыкновенных дифференциальных уравнений, подготовка студентов к восприятию других дисциплин, использующих теорию дифференциальных уравнений, а также к использованию этих методов при решении задач естествознания, экономики и других прикладных задач; развитие у студентов доказательного, логического мышления, подготовка к самостоятельным научным исследованиям; подготовка к восприятию других математических и специальных дисциплин.  
  
Поставленные цели достигаются путём решения следующих задач курса: изучение основных разделов теории дифференциальных уравнений; развитие навыков самостоятельного решения практических задач и геометрической интерпретации полученных результатов; обеспечение базы для усвоения приближенных методов вычислений и соответствующих компьютерных программ; повышение математической культуры обучающегося.  
  
Курс дифференциальных уравнений дает студенту комплекс аналитических, алгебраических и геометрических методов, позволяющих изучать свойства широкого спектра математических моделей в естествознании. Дисциплина «Дифференциальные уравнения» является одной из базовых в подготовке к профессиональной деятельности в различных областях теоретической и прикладной математики, в области механики и информационных технологий и служит основой для изучения других математических дисциплин как теоретического, так и прикладного характера, входящих в программу обучения на факультете, таких как теоретическая механика, вычислительная математика, методы оптимизации и исследование операций.  
  
**1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)**

Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь предварительную подготовку по основным математическим дисциплинам - математическому анализу, высшей алгебре и геометрии, изучаемых на I курсе математико-механического факультета университета.

**1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)**

Обучающийся должен знать содержание дисциплины «Дифференциальные уравнения» и иметь представление о возможностях применения ее разделов, уметь решать основные типы дифференциальных уравнений и систем, уметь исследовать свойства решений уравнений, владеть основными методами теории устойчивости по Ляпунову, качественными и аналитическими методами теории дифференциальных уравнений. А также уметь строго доказать утверждение, корректно поставить задачу, владеть методами исследования математических моделей, описывающих проблемы естествознания и техники в виде дифференциальных и разностных уравнений и систем, иметь способность к творческому применению, развитию и реализации математически сложных алгоритмов в современных специализированных программных комплексах, прежде всего в теоретической механике, социологии, экономике, физике, астрономии, нелинейной оптике и других прикладных областях науки и техники.  
  
**1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий**

Аудиторная учебная работа: лекции и практические занятия. Консультации, контрольные работы и зачет. Коллоквиум и экзамен.  
  
Самостоятельная работа с использованием методических материалов: индивидуальная работа с рекомендованной основной и дополнительной литературой по теории дифференциальных уравнений.

**Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий**

**2.1. Организация учебных занятий**

**2.1.1 Основной курс**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Код модуля в составе дисциплины,  практики и т.п. | Контактная работа обучающихся с преподавателем | | | | | | | | | | | | | | Самостоятельная работа | | | | Объём активных и интерактивных  форм учебных занятий | Трудоёмкость |
| лекции | семинары | консультации | практические  занятия | лабораторные работы | контрольные работы | коллоквиумы | текущий контроль | | промежуточная  аттестация | итоговая аттестация | | под руководством преподавателя | в присутствии  преподавателя | сам. раб. с использованием  методических материалов | текущий контроль (сам.раб.) | промежуточная аттестация (сам.раб.) | итоговая аттестация  (сам.раб.) |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Форма обучения: очная | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Семестр 3 | 30 |  |  | 41 |  | 4 | 2 | |  | 2 | |  |  |  | 75 | 18 | 8 |  | 36 | 5 |
| ъ | 1-25 |  |  | 1-25 |  | 1-25 | 1-25 | |  | 1-25 | |  |  |  | 1-1 | 0-0 | 1-1 |  |  |  |
| Семестр 4 | 30 |  | 2 | 28 |  | 4 | 2 | |  | 2 | |  |  |  | 37 | 11 | 28 |  | 36 | 4 |
|  | 1-25 |  | 1-25 | 1-25 |  | 1-25 | 1-25 | |  | 1-25 | |  |  |  | 1-1 | 0-0 | 1-1 |  |  |  |
| ИТОГО | 60 |  | 2 | 69 |  | 8 | 4 | |  | 4 | |  |  |  | 112 | 29 | 36 |  |  | 9 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | | | | | | |
| Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п. | Формы текущего контроля успеваемости | | Виды промежуточной аттестации | | Виды итоговой аттестации  (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ) | |
| Формы | Сроки | Виды | Сроки | Виды | Сроки |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | | | | |
| Форма обучения очная | | | | | | |
| Семестр 3 |  |  | зачёт, устно, традиционная форма | по графику промежуточной аттестации |  |  |
| Семестр 4 |  |  | экзамен, устно, традиционная форма | по графику промежуточной аттестации |  |  |

**2.2. Структура и содержание учебных занятий**

**3 семестр**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование темы (раздела, части) | Вид учебных занятий | Количество часов |
| 1 | Дифференциальные уравнения первого порядка | лекции | 12 |
| практические занятия | 17 |
| по методическим материалам | 25 |
| 2 | Линейные и нелинейные уравнения произвольного порядка | лекции | 10 |
| практические занятия | 18 |
| по методическим материалам | 25 |
| 3 | Системы дифференциальных уравнений, общая теория | лекции | 8 |
| практические занятия | 10 |
| по методическим материалам | 25 |
|  | Зачет | Консультация | 2 |
| промежуточная аттестация (аудиторная) | 5 |
| промежуточная аттестация (самостоятельная) | 10 |

**4 семестр**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование темы (раздела, части) | Вид учебных занятий | Количество часов |
| 4 | Линейные системы дифференциальных уравнений | лекции | 10 |
| практические занятия | 10 |
| по методическим материалам | 20 |
| 5 | Зависимость решений от начальных данных и параметров | лекции | 8 |
| практические занятия | 8 |
| по методическим материалам | 16 |
| 6 | Введение в теорию устойчивости движения. | лекции | 12 |
| практические занятия | 12 |
| по методическим материалам | 24 |
|  | Зачет | Консультация | 2 |
| промежуточная аттестация (аудиторная) | 4 |
| промежуточная аттестация (самостоятельная) | 4 |
|  | Экзамен | Консультация | 2 |
| промежуточная аттестация (аудиторная) | 4 |
| промежуточная аттестация (самостоятельная) | 10 |

**Содержание учебных занятий:**

**Тема 1.** Дифференциальные уравнения первого порядка (12 часов лекций, 16 часов практических занятий).

Основные понятия. Определение дифференциальных уравнений первого порядка, систем дифференциальных уравнений, задачи Коши, определение частного и общего решений. Промежуток Пеано. Поле направлений, определяемое дифференциальным уравнением.

Основные типы дифференциальных уравнений: линейные уравнения, уравнения с разделяющимися переменными, уравнения Бернулли и Риккати, однородные уравнения.

Задача Коши. Теоремы существования, единственности и продолжимости решения. Ломаные Эйлера и их свойства. Характеристическое свойство максимально продолженного решения.

Уравнения в симметричной форме. Интегрирующий множитель.

Уравнения Клеро, Лагранжа и другие уравнения, не разрешенные относительно производной.

Геометрические и физические задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям первого порядка.

**Тема 2.** Линейные и нелинейные дифференциальные уравнения произвольного порядка (10 часов лекций, 18 часов практических занятий).

Уравнения, допускающие понижение порядка, основные методы понижения порядка.

Основные свойства решений однородных линейных уравнения. Вронскиан решений. Формула Остроградского-Лиувилля. Фундаментальное семейство решений.

Линейные уравнения с постоянными коэффициентами. Уравнения Эйлера.

Теорема сравнения и теорема Штурма.

Неоднородные линейные уравнения. Метод вариации произвольных постоянных. Метод неопределенных коэффициентов. Явление резонанса. Краевая задача.

**Тема 3.** Системы дифференциальных уравнений, общая теория (8 часов лекций, 10 часов практических занятий).

Задача Коши и ее геометрическая и механическая интерпретации.

Метод последовательных приближений Пикара. Теоремы существования и единственности.

Теорема об интегральной непрерывности. Интегралы системы.

Нормальные системы. Связь между нормальной системой и дифференциальным уравнением высокого порядка.

Понижение порядка системы с помощью промежуточных интегралов.

Почти линейные системы.

**Тема 4.** Линейные системы дифференциальных уравнений (10 часов лекций, 10 часов практических занятий).

Однородные линейные системы: структура множества решений, фундаментальная матрица решений. Метод Эйлера. Построение общего решения для автономной однородной линейной системы.

Периодические системы. Матрица монодромии. Мультипликаторы. Теорема Флоке.

Неоднородные линейные системы: метод вариации произвольной постоянной.

Простые особые точки на плоскости: седла, узлы, фокусы и центры. Поведение траекторий в окрестности особых точек.

**Тема 5.**  Зависимость решений от начальных данных и параметров. (8 часов лекций, 8 часов практических занятий).

Теоремы о непрерывной зависимости решения от начальных данных и параметров, теорема о дифференцируемости решения по начальным данным и параметрам.

Теорема Коши об аналитичности решений по аргументу. Теорема об аналитичности решения как функции от начальных данных и параметра.

Метод малого параметра.

**Тема 6.** Введение в теорию устойчивости движения. Уравнения в частных производных первого порядка (12 часов лекций, 12 часов практических занятий).

Устойчивость решения по Ляпунову.

Критерии устойчивости, неустойчивости и асимптотической устойчивости решений линейных систем. Теоремы об устойчивости и неустойчивости по первому приближению.

Исследование решения на устойчивость с помощью функции Ляпунова (теоремы Ляпунова и Четаева).

Уравнения в частных производных первого порядка.

**Раздел 3. Обеспечение учебных занятий**

**3.1. Методическое обеспечение**

**3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины**

По курсу дифференциальных уравнений предусмотрено чтение лекций и проведение практических занятий. Лекции читают и проводят практические занятия опытные преподаватели, как правило, с большим стажем работы.   
  
Все обучающиеся должны быть обеспечены учебниками и задачником, рекомендованными по курсу.  
Обучающиеся должны посещать лекций, практические занятия, выполнять задания преподавателей.   
Обучающемуся необходимо знать содержание лекций, уметь формулировать определения основных понятий и утверждений, уметь применять методы и доказательства теорем при решении конкретных задач по программе практических занятий.  
**3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы**

При самостоятельном выполнении домашних, индивидуальных и контрольных заданий целесообразно использовать рекомендованные учебники и задачники, а также дополнительную литературу.

**3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания**

В течение учебного года по дисциплине проводятся аудиторные контрольные работы, задаются задачи и упражнения для самостоятельной работы, проводятся коллоквиум, зачет и экзамен. В процессе обучения каждый студент снабжается набором задач, которые необходимо уметь решать для положительной оценки по аттестации.

**Методика проведения зачета**

Зачет проводится в устной или письменной форме. Преподаватели имеют набор контрольных практических и теоретических заданий и тестов для проведения зачета. Зачет выставляется по итогам текущего контроля и результатам решения контрольных заданий и тестов во время проведения промежуточной аттестации.

Использование конспектов и учебников, а также электронных устройств хранения, обработки или передачи информации при подготовке и ответе на вопросы зачета не разрешается. В случае обнаружения факта использования недозволенных материалов (устройств) составляется акт, и студент удаляется с зачета.

**Критерии выставления оценок:**

«Зачет» ставится за полностью решенные задания текущего контроля, контрольных тестов и заданий и правильные ответы на дополнительные вопросы преподавателя.

**Методика проведения экзамена**

Экзамен проводится в устной форме. Билет состоит из двух вопросов. Время подготовки ответа на вопросы билета составляет 60 минут.

Использование конспектов и учебников, а также электронных устройств хранения, обработки или передачи информации при подготовке и ответе на вопросы экзамена не разрешается. В случае обнаружения факта использования недозволенных материалов (устройств) составляется акт, и студент удаляется с экзамена.

После ответа на вопросы билета преподаватель задает несколько дополнительных вопросов, на основании оценки ответов на которые итоговая оценка по предмету может быть повышена или понижена.

**Критерии выставления оценок:**

Оценка «отлично» ставится за полностью раскрытый теоретический материал и правильные ответы на дополнительные вопросы преподавателя.

Оценка «хорошо» ставится за изложенный теоретический материал билета (возможно с помощью наводящих подсказок преподавателя) и правильные ответы на дополнительные вопросы преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» ставится за знание ответов на основные вопросы по каждой теме.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если не выполняются условия для получения оценок «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно».

**3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)**

Примерный список вопросов и заданий для проведения контрольных работ, зачета и для самостоятельной работы:

1. Построить по изоклинам интегральные кривые конкретного уравнения первого порядка, исследовать его решения на продолжимость.
2. Найти общее и особые решения конкретного уравнения 1-го порядка, разрешенного или не разрешенного относительно производной.
3. Решить геометрическую или физическую задачу на составление и решение дифференциального уравнения.
4. Определить области существования и единственности решений для данного уравнения.
5. Решить конкретное уравнение 2-го или 3-го порядка с помощью методов понижения порядка.
6. Решить линейное однородное уравнение с постоянными коэффициентами методом Эйлера.
7. Решить неоднородное линейное уравнение методом вариации или методом неопределенных коэффициентов.
8. Решить данное линейное уравнение с переменными коэффициентами, подобрав его частное решение, или сведя его к уравнению с постоянными коэффициентами.
9. Решить конкретную линейную систему с постоянными коэффициентами 3-го или 4-го порядка методом Эйлера или с помощью вычисления экспоненты от матрицы.
10. Решить линейную неоднородную систему.
11. Найти производную по начальному данному или параметру для конкретной задачи Коши.
12. Выписать разложение решения в ряд по начальным данным или параметру.
13. Найти приближенно периодическое решение для конкретного квазилинейного уравнения.
14. Определить устойчивость решения системы или уравнения по явной формуле общего решения, по фазовому портрету, по первому приближению или с помощью функции Ляпунова.
15. Построить фазовый портрет конкретной автономной системы: определить точки покоя и их тип, проанализировать поведение других траекторий.
16. Найти фундаментальное семейство решений однородного линейного уравнения с помощью формулы Остроградского-Лиувилля.
17. Исследовать на колеблемость решения однородного линейного уравнения второго порядка с помощью теоремы Штурма.

**Примерный перечень вопросов к экзамену.**

1. Нормальные системы дифференциальных уравнений. Общие и частные решения. Задача Коши. Единственность решения. Интегральные кривые. Уравнения первого порядка. Примеры.
2. Ломаные Эйлера. Промежуток Пеано.
3. Теорема существования (теорема Пеано).
4. Лемма Гронуолла.
5. Глобальное и локальное условия Липшица. Связь с дифференцируемостью.
6. Теорема о функциях, локально липшицевых на компактах.
7. Теорема единственности.
8. Продолжимость решения. Максимальный интервал существования.
9. Существование максимально продолженного решения.
10. Теорема о максимально продолженных решениях и компактах.
11. Почти линейные системы.
12. Уравнения первого порядка в симметричной форме. Определение его решения.
13. Интегралы уравнений первого порядка в симметричной форме.
14. Уравнения с разделяющимися переменными. Замена переменных. Однородные уравнения.
15. Уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель. Линейные уравнения первого порядка.
16. Уравнения, не разрешенные относительно производной. Особые решения. Методы сведения к уравнениям в симметричной форме.
17. Уравнения Лагранжа и Клеро.
18. Линейные уравнения высших порядков. Общие свойства. Сведение к нормальной системе.
19. Линейные однородные уравнения. Вронскиан, его свойства.
20. Формула Остроградского-Лиувилля для уравнений.
21. Фундаментальная система решений линейного однородного уравнения. Общее решение.
22. Лемма об овеществлении фундаментальной системы решений линейных уравнений.
23. Линейные однородные уравнения с постоянными коэффициентами. Характеристический многочлен. Метод Эйлера.
24. Линейная независимость квазимногочленов.
25. Линейные неоднородные уравнения. Структура общего решения. Принцип суперпозиции (представление правой части в виде суммы).
26. Метод вариации произвольной постоянной (метод Лагранжа) для линейных неоднородных уравнений.
27. Метод неопределенных коэффициентов. Резонанс.
28. Краевые задачи для линейных уравнений. Разрешимость.
29. Функция Грина для решения линейного неоднородного уравнения.
30. Линейные однородные уравнения второго порядка. Колеблемость решений.
31. Приводимость линейных однородных уравнений второго порядка к определенному виду.
32. Теорема Штурма.
33. Линейные системы дифференциальных уравнений. Однородные, неоднородные системы. Определения, общие свойства. Множество решений однородной системы – линейное пространство.
34. Линейно независимые решения линейных систем. Вронскиан, его свойства.
35. Формула Остроградского-Лиувилля для систем.
36. Фундаментальные матрицы. Свойства фундаментальных матриц Общее решение линейной однородной системы. Сопряженная система.
37. Матричная экспонента. Определение. Существование. Экспоненты подобных и коммутирующих матриц.
38. Матричный метод решения линейных систем с постоянными коэффициентами.
39. Линейные однородные системы с постоянными коэффициентами. Метод Эйлера.
40. Линейные неоднородные системы. Структура общего решения. Метод Лагранжа. Формула для решений задачи Коши.
41. Метод неопределенных коэффициентов решения линейных неоднородных систем. Резонансный и нерезонансный случаи.
42. Логарифм матрицы.
43. Линейные системы с периодическими коэффициентами. Матрица монодромии. Мультипликаторы.
44. Теорема Флоке о структуре фундаментальной матрицы периодической системы.
45. Последовательные приближения Пикара.
46. Оценка расстояния между начальным и возмущенным решениями.
47. Теорема о непрерывной зависимости решений от начальных данных и параметра.
48. Дифференцируемость решения по начальным данным.
49. Дифференцируемость решения по параметру.
50. Многократная дифференцируемость решений по начальным данным и параметру.
51. Общее решение нормальных систем.
52. Интегралы нормальных систем. Общие свойства.
53. Независимые интегралы. Теорема о существовании общего интеграла. Максимальное число независимых интегралов.
54. Теорема Коши об аналитичности решений по независимой переменной.
55. Теорема об аналитичности решений по начальным данным и параметру. Метод малого параметра.
56. Автономные системы. Групповое свойство. Траектории. Типы траекторий.
57. Интегралы автономных систем.
58. Устойчивость по Лагранжу. Предельные множества автономных систем. Их свойства.
59. Линейные автономные системы второго порядка. Классификация Пуанкаре невырожденных особых точек.
60. Устойчивость по Ляпунову. Асимптотическая устойчивость. Неустойчивость. Определения, примеры, метод сведения к вопросу об устойчивости нулевого решения.
61. Устойчивость линейных систем.
62. Устойчивость в малом по первому приближению.
63. Функции Ляпунова. Определения, свойства. Производная функции в силу системы.
64. Теорема Ляпунова об устойчивости решения.
65. Теорема Ляпунова об асимптотической устойчивости решения.
66. Функции Ляпунова для автономных систем.
67. Функции Четаева. Теорема Четаева о неустойчивости.
68. Квадратичные формы как функции Ляпунова и Четаева.
69. Теоремы об устойчивости и неустойчивости по первому приближению.

Варианты тем курсовых работ (по выбору):

1. Связь между единственностью решений задачи Коши и зависимостью решений от начальных данных.
2. Индекс особой точки автономной системы дифференциальных уравнения.
3. Проблема центра и фокуса «сшитых» линейных систем.
4. Уравнение Риккати в комплексной области.
5. Свойства устойчивости особой точки однородной нелинейной автономной системы.
6. О числе периодических решений полиномиального уравнения.
7. Периодические решения периодических уравнений и систем.
8. Применение групп симметрий для интегрирования в квадратурах уравнений 1-го порядка.
9. Векторные поля на плоскости, вращение векторного поля и его применение к исследованию дифференциальных уравнений.
10. Теория Пуанкаре-Бендиксона предельных множеств на плоскости.

Примерные варианты контрольных практических заданий

(текущий контроль):

***3 семестр***

1. Постройте интегральные кривые уравнения  методом изоклин.
2. Решите уравнение

.

1. Решите уравнение

.

1. Найдите область единственности уравнения

.

1. Найдите кривые, у которых площадь треугольника, ограниченного касательной, осью абсцисс и отрезком от начала координат до точки касания, есть величина постоянная, равная 1.
2. Решите уравнение

.

1. Решите задачу Коши

.

1. Решите уравнение

.

1. Напишите вид частного решения уравнения методом неопределенных коэффициентов.

.

1. Найдите решение задачи Коши

.

1. Решите уравнение:

.

***4 семестр***

1. Решите линейную однородную систему , где

.

2. Решите линейную неоднородную систему , где

.

3. Решите линейную неоднородную систему , где

.

4. Найдите общий интеграл системы:



5. Решите систему:

6. Вычислите производную решения задачи Коши по параметру  при .



7. Найдите первые три члена разложения решения в ряд по параметру  в окрестности .



8. Постройте фазовый портрет системы. Исследуйте на устойчивость ее решения.

9. Найдите особые точки системы, определите их тип и устойчивость.



**3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса**

Примерная анкета-отзыв по преподаванию дисциплины

Просим Вас заполнить анонимную анкету-отзыв по пройденному Вами курсу. Обобщенные данные анкет будут использованы для совершенствования преподавания. По каждому вопросу проставьте соответствующие оценки по шкале от 1 до 10 баллов (обведите выбранный Вами балл). В случае необходимости впишите свои комментарии.

1. Насколько Вы удовлетворены содержанием дисциплины в целом?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Насколько Вы удовлетворены формами преподавания?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Как Вы оцениваете качество подготовки предложенных учебно–методических материалов?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Насколько Вы удовлетворены использованием преподавателями интерактивных и активных методов обучения ?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Какие из тем дисциплины Вы считаете наиболее полезными, ценными с точки зрения дальнейшего обучения и/или применения в последующей практической деятельности?
2. Что бы Вы предложили изменить в методическом и содержательном плане для совершенствования преподавания данной дисциплины?

СПАСИБО!

**3.2. Кадровое обеспечение**

**3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий**

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень доктора или кандидата наук (в том числе степень PhD, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или ученое звание профессора или доцента.   
  
К преподаванию практических занятий могут быть допущены преподаватели, имеющие диплом о высшем образовании по соответствующему направлению.  
  
**3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом**

Требуется присутствие инженера по обслуживанию компьютеров при самостоятельной работе студентов в компьютерном классе.

**3.3. Материально-техническое обеспечение**

**3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий**

Требуются стандартно оборудованные лекционные аудитории.

**3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования**

При проведении отдельных занятий возможно использование студентами компьютерных математических пакетов для выполнения практических заданий.

**3.3.3 Характеристики специализированного оборудования**

Не предусмотрены.

**3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения**

Не предусмотрены.

**3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов**

Мел, губки, бумага формата А4, канцелярские товары, картриджи принтеров, диски в объеме, необходимом для проведения занятий, по заявкам преподавателей.

**3.4. Информационное обеспечение**

**3.4.1 Список обязательной литературы**

1.Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. - М.: Высшая школа, 1991.

2. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. - М.: Либроком, 2013.

3. Бибиков Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений. - СПб: Лань, 2011.

3.1 ЭБС «Лань» по подписке СПбГУ  
**4.2 Список дополнительной литературы**

1.Матвеев Н.М. Сборник задач и упражнений по обыкновенным дифференциальным уравнениям. – 7-е изд., доп. - СПб: Лань, 2002.

2.Амелькин В.В. Дифференциальные уравнения в приложениях. - Минск, 1987-2003.

3. Демидович Б.П. Лекции по математической теории устойчивости.- М., 2008. ЭБС «Лань» по подписке СПбГУ

4.Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений.- М., 1970-2009.

5.Бибиков Ю.Н. Многочастотные нелинейные колебания и их бифуркации. –Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1991.

6.Плисс В.А., Ильин Ю.А. Теория нелинейных колебаний. I. Основные свойства периодических систем. II. Периодические решения автономных систем. - СПб: Издательский дом Санкт-Петербургского государственного университета, 2012.

7.Плисс В.А. Интегральные множества периодических систем дифференциальных уравнений. - М., 1977.

8.Беллман Р. Теория устойчивости решений дифференциальных уравнений. - М., 1954-2003.

9.Коддингтон Э.А., Левинсон Н. Теория обыкновенных дифференциальных уравнений. - М., 1958-2010.

10.Хартман Ф. Обыкновенные дифференциальные уравнения. – М.: Мир, 1970.

11.Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. - М., 1970-2009.

12.Адрианова Л.Я, Крыжевич С.Г. Некоторые коэффициентные критерии свойств решений линейных уравнений второго порядка. – СПб: Изд-во СПбГУ, 2002.  
**3.4.3 Перечень иных информационных источников**

Материалы, размещенные в сети Интернет:  
http://www/etudes.ru  
**Раздел 4. Разработчики программы**

Чурин Юрий Васильевич, доктор ф-м.н., профессор кафедры дифференциальных уравнений,  
  
Ильин Юрий Анатольевич, к.ф.-м.н., доцент кафедры дифференциальных уравнений.  
  
a.zhiglevich@spbu.ru ; (812) 428-69-59