

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



» 20__г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины
Дифференциальные уравнения Б1.В.ОД.9

Направление подготовки: 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Балакин А.Б. , Даишев Р.А.

Рецензент(ы):

Попов А.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Сушков С. В.

Протокол заседания кафедры № ____ от "____" ____ 201__г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК № ____ от "____" ____ 201__г

Регистрационный № 6162518

Казань

2018

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Балакин А.Б. Кафедра теории относительности и гравитации Отделение физики , Alexander.Balakin@kpfu.ru ; доцент, к.н. (доцент) Даишев Р.А. Кафедра теории относительности и гравитации Отделение физики , Rinat.Daishev@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Курс лекций "Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление" состоит из следующих разделов: Дифференциальные уравнения 1-го порядка с одной неизвестной функцией. Уравнения, не разрешенные относительно производной. Уравнения n-го порядка. Уравнения, допускающие понижение порядка. Линейные уравнения n-го порядка. Общая теория линейных систем. Линейные системы с постоянными коэффициентами. Теория устойчивости. Уравнения с частными производными первого порядка.

Целями освоения дисциплины (модуля) Б2.Б6. "Дифференциальные уравнения" является знание основных положений теории дифференциальных уравнений и овладение методами решения соответствующих задач и упражнений;

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ОД.9 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 12.03.04 Биотехнические системы и технологии и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 2 курсе, 3 семестр.

Дисциплина Б2.Б6. "дифференциальные уравнения" входит в математический и естественнонаучный цикл дисциплин.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции |
|---|--|
| ОПК-2 (профессиональные компетенции) | способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат |

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные положения теории дифференциальных уравнений и вариационного исчисления;

2. должен уметь:

уметь использовать понятия и методы дисциплины при решении задач, возникающих в теоретической и математической физике.

3. должен владеть:

методами решения соответствующих задач и упражнений; владеть методами интегрирования как обыкновенных дифференциальных уравнений и дифференциальных уравнений в частных производных, так и систем таких уравнений;

4. должен демонстрировать способность и готовность:

использовать методы теории дифференциальных уравнений и вариационного исчисления при решении задач, возникающих в теоретической и математической физике.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 3 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

| N | Раздел Дисциплины/ Модуля | Семестр | Неделя семестра | Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах) | | | Текущие формы контроля |
|----|---|---------|--------------------|---|-------------------------|------------------------|---|
| | | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | |
| 1. | Тема 1. Дифференциальные уравнения 1-го порядка с одной неизвестной функцией. | 3 | 1-3 | 6 | 9 | 0 | Письменное домашнее задание |
| 2. | Тема 2. Уравнения n-го порядка. | 3 | 4-7 | 8 | 8 | 0 | Письменное домашнее задание |
| 3. | Тема 3. Системы дифференциальных уравнений. | 3 | 8-11 | 10 | 9 | 0 | Устный опрос Письменное домашнее задание |
| 4. | Тема 4. Элементы теории устойчивости. | 3 | 12-14 | 6 | 5 | 0 | Письменное домашнее задание |
| 5. | Тема 5. Уравнения с частными производными первого порядка. | 3 | 15-17 | 6 | 5 | 0 | Контрольная работа Письменное домашнее задание |
| . | Тема . Итоговая форма контроля | 3 | | 0 | 0 | 0 | Экзамен |
| | Итого | | | 36 | 36 | 0 | |

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Дифференциальные уравнения 1-го порядка с одной неизвестной функцией. лекционное занятие (6 часа(ов)):

Дифференциальные уравнения 1-го порядка с одной неизвестной функцией. Формулировка и доказательство теорем существования и единственности решения. Основные интегрируемые типы уравнений 1-го порядка. Уравнения, не разрешенные относительно производной.

практическое занятие (9 часа(ов)):

Уравнения с разделяющимися переменными. Задачи 51-60 из [3]. Однородные уравнения. Задачи 101,102, 107,108,113-116,119,120, из [3]. Линейные уравнения первого порядка. Задачи 138,140, 147,150, 161,163 из [3]. Уравнения в полных дифференциалах, интегрирующий множитель. Задачи 186,187,192,193,195,196 из [3]. Уравнения, не разрешенные относительно производной. Задачи 256, 257, 271, 272, 282, 283, 293, 296 из [3].

Тема 2. Уравнения n-го порядка.

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Уравнения n-го порядка. Уравнения, допускающие понижения порядка. Линейные уравнения n-го порядка. Общее решение линейного однородного уравнения. Линейные неоднородные уравнения n-го порядка. Общее решение линейного неоднородного уравнения. Линейные однородные уравнения с постоянными коэффициентами и их решение. Линейные неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами и нахождение данного решения для различных видов свободного члена. Метод вариации произвольных постоянных.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Линейные уравнения с постоянными коэффициентами. Задачи 515, 516, 519, 520, 527, 528, 533, 534, 537, 538 из [3]. Линейные уравнения с постоянными коэффициентами. Задачи 541, 543, 545, 547, 575-578, 589, 590, 595, 598 из [3].

Тема 3. Системы дифференциальных уравнений.

лекционное занятие (10 часа(ов)):

Системы дифференциальных уравнений. Нормальная система. Теорема существования и единственности решения. Системы линейных уравнений. Системы однородных уравнений. Теоремы о решении. Вронскиан решения. Фундаментальная матрица. Общее решение и решение задачи Коши в матричной форме. Система неоднородных уравнений. Общее решение и решение задачи Коши в матричной форме. Нахождение интегрируемых комбинаций для системы и первые интегралы. Решение системы уравнений, заданных в симметричной форме. Интегрирование системы дифференциальных уравнений путем сведения к одному уравнению более высокого порядка. Системы линейных уравнений с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение для однородной системы и характеристические числа. Решение однородной системы. Решение неоднородной системы, Метод вариации произвольных постоянных. Понятие о краевых задачах. Задача Штурма-Лиувилля. Функция Грина. Метод построения функции Грина. Физическая интерпретация функции Грина.

практическое занятие (9 часа(ов)):

Краевые задачи. Задачи 751 ? 754, 764-767, 772, 773, 778, 779 из [3]. Линейные системы с постоянными коэффициентами. Задачи 786 ? 791, 796-799 из [3]. Линейные системы с постоянными коэффициентами. Задачи 801 ,802, 806, 807, 826 ? 829, 846 - 850 из [3].

Тема 4. Элементы теории устойчивости.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Элементы теории устойчивости. Основные определения и понятия теории устойчивости. Тривиальное решение и его устойчивость по Ляпунову. Простейшие типы точек покоя для однородной системы двух уравнений с двумя неизвестными и их устойчивость. Об исследовании на устойчивость по первому приближению. Метод функции Ляпунова. Основные теоремы Ляпунова.

практическое занятие (5 часа(ов)):

Устойчивость, особые точки. Задачи 899 ? 903, 915, 916, 961, 962, 971, 972, 981, 982 из [3].

Тема 5. Уравнения с частными производными первого порядка.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Уравнения с частными производными первого порядка. Общее решение и задача Коши для линейного уравнения; общее решение и решение Коши для квазилинейного уравнения.

практическое занятие (5 часа(ов)):

Уравнения в частных производных первого порядка. Задачи 1167 ? 1170, 1173, 1174, 1182, 1183, 1194-1200 из [3].

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

| N | Раздел Дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Виды самостоятельной работы студентов | Трудоемкость (в часах) | Формы контроля самостоятельной работы |
|----|---|---------|-----------------|---------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| 1. | Тема 1. Дифференциальные уравнения 1-го порядка с одной неизвестной функцией. | 3 | 1-3 | подготовка домашнего задания | 9 | домашнее задание |
| 2. | Тема 2. Уравнения n-го порядка. | 3 | 4-7 | подготовка домашнего задания | 9 | домашнее задание |
| | Итого | | | | 18 | |

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Курс лекций и практических занятий, организованных по стандартной технологии в интерактивной форме с живым диалогом между преподавателем и студентом.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Дифференциальные уравнения 1-го порядка с одной неизвестной функцией.

домашнее задание , примерные вопросы:

1. Уравнения с разделяющимися производными ◆ 51 - 100 (Филиппов, Алексей Федорович. Сборник задач по дифференциальным уравнениям / А.Ф. Филиппов .? Москва ; Ижевск : Регуляр. и хаотич. динамика, 2005 .? 174, [1] с. 93 экз.) 2. Однородные уравнения: ◆101 - 135 3. Линейные уравнения ◆137 - 185 4. Уравнения в полных дифференциалах ◆ 186 - 20 5. Уравнения не разрешенные относительно производной ◆ 241 - 300 6. Уравнения, допускающие понижение порядка: ◆ 421 - 510 Компетенции: ОК-1,4,6,12,16-17, ПК-1-2.

Тема 2. Уравнения n-го порядка.

домашнее задание , примерные вопросы:

1. Уравнения, допускающие понижение порядка ◆421 - 510 2. Линейные уравнения с постоянными коэффициентами ◆ 511 - 640 3. Линейные уравнения с переменными коэффициентами ◆ 641 - 750 Компетенции: ОК-1,4,6,12,16-17, ПК-1-2.

Тема 3. Системы дифференциальных уравнений.

Тема 4. Элементы теории устойчивости.

Тема 5. Уравнения с частными производными первого порядка.

Итоговая форма контроля

экзамен

Примерные вопросы к экзамену:

Расчетные работы: Расчетные задания по математике. Дифференциальные уравнения (3 семестр). Составители: А.И.Егоров, Р.К..Мухарлямов. Казань, 2004

БИЛЕТЫ К ЭКЗАМЕНАМ

Билет 1.

1. Дифференциальное уравнение 1-го порядка, разрешенное и неразрешенное относительно производной.

2. Общее решение и задача Коши для линейного уравнения в частных производных первого порядка.

Билет 2.

1 Задача Коши. Теорема существования и единственности решения.

2. Общее решение и решение задачи Коши для квазилинейного уравнения в частных производных первого порядка.

Билет 3.

1. Основные интегрируемые типы уравнений 1-го порядка.

2. Основные определения и понятия теории устойчивости.

Билет 4.

1. Теорема существования и единственности для уравнения, не разрешённого относительно производной.

2. Тривиальное решение и его устойчивость по Ляпунову.

Билет 5.

1. Уравнения n-го порядка. Уравнения, допускающие понижения порядка.

2. Простейшие типы точек покоя для однородной системы двух уравнений с двумя переменными и их устойчивость.

Билет 6.

1. Линейные уравнения n-го порядка. Общее решение линейного однородного уравнения n-го порядка.

2. Об исследовании на устойчивость по первому приближению.

Билет 7.

1. Линейные неоднородные уравнения n-го порядка. Общее решение линейного неоднородного уравнения.

2. Метод функции Ляпунова.

Билет 8.

1. Линейные однородные уравнения с постоянными коэффициентами и их решение

2. Основные теоремы Ляпунова.

Билет 9.

1. Линейные неоднородные уравнения с постоянными коэффициентами и нахождение решения для различных видов свободного члена.

2. Вронсиан решения. Фундаментальная матрица.

Билет 10.

1. Метод вариации произвольных постоянных в линейных уравнениях n-го порядка.

2. Общее решение и решение задачи Коши в матричной форме.

Билет 11.

1. Нормальная система. Теорема существования и единственности решения.

2. Основные определения и понятия теории устойчивости.

Билет 12.

1. Системы линейных уравнений. Системы однородных уравнений. Теоремы о решении.

2. Уравнения не разрешённые относительно производной.

Билет 13.

1. Вронсиан решения. Фундаментальная матрица

2. Простейшие типы точек покоя для однородной системы двух уравнений с двумя переменными и их устойчивость.

Билет 14.

1. Общее решение и решение задачи Коши в матричной форме.

2. Нахождение интегрируемых комбинаций для системы и первые интегралы.

Билет 15.

1. Система неоднородных уравнений.

2. Линейные уравнения n-го порядка. Общее решение линейного однородного уравнения n-го порядка.

Билет 16.

1. Системы линейных уравнений с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение для однородной системы и характеристические числа.

2. Линейные неоднородные уравнения n-го порядка. Общее решение линейного неоднородного уравнения n-го порядка.

Билет 17.

1. Решение однородной системы

2. Метод вариации произвольных постоянных в системах линейных неоднородных уравнений.

Билет 18.

1. Интегрирование системы дифференциальных уравнений путем сведения к одному уравнению более высокого порядка.

2. Об исследовании решения на устойчивость по первому приближению.

Билет 19.

1. Нахождение интегрируемых комбинаций для системы и первые интегралы.

2. Общее решение и решение задачи Коши для квазилинейного уравнения в частных производных первого порядка.

Билет 20.

1. Решение системы уравнений, заданных в симметричной форме.

2. Линейные однородные уравнения с постоянными коэффициентами и их решение.

Самостоятельная работа студентов.

Тема 1. Изоклины. Составление дифференциального уравнения. Задачи 1 - 8, 17 - 23, 30 - 34, 37 - 40 из [3].

Тема 2. Геометрические и физические задачи. Задачи 72 - 74, 80 - 82, 84 - 86 из [3].

Тема 3. Уравнения Бернулли, уравнения Риккати. Задачи 151 - 156, 167 - 171 из [3].

Тема 4. Уравнения, допускающие понижение порядка. Задачи 421 - 426, 451 - 454, 455, 456, 463 - 467, 477 - 480 из [3].

Тема 5. Линейные уравнения с постоянными коэффициентами. Задачи 549 - 559, 601 - 608 из [3].

Тема 6. Линейные уравнения с переменными коэффициентами. Задачи 681 - 685, 706 - 710 из [3].

Тема 7. Линейные системы с постоянными коэффициентами. Задачи 851 - 860 из [3].

Тема 8. Фазовая плоскость. Задачи 1021 - 1034 из [3].

Тема 9. Нелинейные системы. Задачи 1141 - 1150, из [3].

7.1. Основная литература:

1. Туганбаев, А. А. Дифференциальные уравнения [электронный ресурс] : учеб. пособие / А. А. Туганбаев. ? 2-е изд., стереотип. ? М. : ФЛИНТА, 2011. ? 31 с.
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=454637>
2. 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.
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=469288>
3. Даишев, Р. А. Дифференциальные уравнения [Текст: электронный ресурс]: конспект лекций: учебно-методическое пособие / Р. А. Даишев, А. Ю. Даньшин; Казан. гос. ун-т, Физ. фак. - Электронные данные (1 файл: 0,94 Мб).- (Казань: Казанский федеральный университет, 2014). - Загл. с экрана. - Режим доступа: открытый. Оригинал копии: Дифференциальные уравнения: конспект лекций: учебно-методическое пособие / Р. А. Даишев, А. Ю. Даньшин; Казан. гос. ун-т, Физ. фак. - Казань: Казанский государственный университет, 2009. - 150 с. -Режим доступа:
[https://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/22059/0-778650.pdf \)](https://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/22059/0-778650.pdf)

7.2. Дополнительная литература:

Системы обыкновенных дифференциальных уравнений, Мухарлямов, Руслан Камилевич; Панкратьева, Татьяна Nikolaevna, 2013г.

1. Мухарлямов, Р. К. Обыкновенные дифференциальные уравнения высших порядков [Текст : электронный ресурс] : методическое пособие / Р. К. Мухарлямов, Т. Н. Панкратьева ; Казан. гос. ун-т . - Электронные данные (1 файл: 0,4 Мб) . - (Казань : Казанский федеральный университет, 2014) . - Загл. с экрана . - Режим доступа: открытый. Оригинал копии: Обыкновенные дифференциальные уравнения высших порядков : методическое пособие / Р. К. Мухарлямов, Т. Н. Панкратьева ; Казан. гос. ун-т . - Казань : Казанский государственный университет, 2009 . - Режим доступа: <http://libweb.kpfu.ru/ebooks/publicat/0-777604.pdf>);
2. Простейшие задачи вариационного исчисления: Учебно-методическое пособие / Авербух Ю.В., Сережникова Т.И., - 2-е изд., стер. - М.:Флинта, 2018. - 41 с.: ISBN 978-5-9765-3510-7 - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=965914>
3. Махова, Н. Б. Дифференциальные исчисления функции одной переменной [Электронный ресурс] : Методические рекомендации / Н. Б. Махова, Ф. К. Мацур. - М. : МГАВТ, 2010. - 52 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/401153>

7.3. Интернет-ресурсы:

НАУЧНАЯ И УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА - <http://webmath.exponenta.ru/ax/aj/ta/index.html>

Р. А. Даишев, А. Ю. Даньшин Дифференциальные уравнения (Конспект лекций) - http://www.ksu.ru/f6/k6/bin_files/lections16.pdf

Р. К. Мухарлямов, Т. Н. Панкратьева Обыкновенные дифференциальные уравнения высших порядков - http://www.ksu.ru/f6/k6/bin_files/diff2muhar19.pdf

Р. К. Мухарлямов, Т. Н. Панкратьева Обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка - http://www.ksu.ru/f6/k6/bin_files/diff1muhar18.pdf

Сайт кафедры теории относительности и гравитации КФУ - <http://old.kpfu.ru/f6/k6/index.php>

Сайт кафедры теории относительности и гравитации КФУ - <http://toig-kazan.narod.ru/education.htm>

Электронная Библиотека - <http://wwwplib.ru/library/subcategory/32.html>

Электронная библиотека механико-математического факультета МГУ - <http://lib.mechmat.ru/>

Электронно-библиотечная система ?Издательства ?Лань? - <http://e.lanbook.com/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Дифференциальные уравнения" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 12.03.04 "Биотехнические системы и технологии" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):

Балакин А.Б. _____

Даишев Р.А. _____

"__" 201 __ г.

Рецензент(ы):

Попов А.А. _____

"__" 201 __ г.