Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 27.06.2024 12:42:07
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
_____ /Е.В. Сафонов/
«15» __февраля_____ 2024г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Дифференциальные уравнения»

Направление подготовки
15.03.01 «Машиностроение»

Профили
«Машины и технологии обработки материалов давлением»

Квалификация
бакалавр

Формы обучения
очная

Москва, 2024 г.

Разработчики:

Канд. физ.-мат. наук, доцент _____ /Е.А. Коган/

Канд. пед. наук, доцент _____ /А.И. Архангельский/

Зав. кафедрой «Математика»,

канд. физ.-мат. наук _____/В.В. Галевко/

Согласовано:

Руководитель образовательной программы по направлению подготовки 15.03.01 «Машиностроение». Профиль подготовки «Машины и технологии обработки материалов давлением»

к.т.н., доцент _____/ Е.В. Крутина/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине……. 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы…….. 4
3. Структура и содержание дисциплины…….. 5
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость…… 5
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины…… 6
   - 3.3. Содержание дисциплины……. 6
   - 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий…….. 7
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение……. 8
   - 4.1. Нормативные документы и ГОСТы…….. 8
   - 4.2. Основная литература……..... 8
   - 4.3. Дополнительная литература…… 8
   - 4.4. Электронные образовательные ресурсы…… 9
   - 4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение…. 9
   - 4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы…….. 10
5. Материально-техническое обеспечение…… 11
6. Методические рекомендации…… 11
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 11
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины…… 12
7. Фонд оценочных средств…….. 13

Приложение 1. Тематический план содержания дисциплины……. 14
Приложение 2. Фонд оценочных средств…….. 19

1. Методы контроля и оценивания результатов обучения…….. 19
2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения…… 19
3. Оценочные средства…… 21
   - 3.1. Текущий контроль…….. 22
   - 3.2. Промежуточная аттестация…… 27

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К основным *целям* освоения дисциплины «Дифференциальные уравнения» следует отнести:

- воспитание у студентов общей математической культуры;
- приобретение студентами широкого круга математических знаний, умений и навыков;
- развитие способности студентов к индуктивному и дедуктивному мышлению наряду с развитием математической интуиции;
- умение студентами развивать навыки самостоятельного изучения учебной и научной литературы, содержащей математические сведения и результаты;
- подготовку студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению, в том числе формирование умений использовать освоенные математические методы в профессиональной деятельности.
- подготовку высококвалифицированных кадров, востребованных в условиях цифровой турбулентности и высоких технологических рисков современной цифровой экономики.

К основным *задачам* освоения дисциплины «Дифференциальные уравнения» следует отнести:

- освоение студентами основных понятий, методов, формирующих общую математическую подготовку, необходимую для успешного решения прикладных задач;
- формирование у студента требуемого набора компетенций, соответствующих его направлению подготовки и обеспечивающих его конкурентоспособность на рынке труда.

Обучение по дисциплине «Дифференциальные уравнения» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций в соответствии с ФГОС 15.03.01 «Машиностроение», утверждённым приказом Минобрнауки России от 09.08.2021 N 727:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	ИОПК-1.1. Применяет естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования при решении профессиональных задач ИОПК-1.2. Демонстрирует навыки использования знаний физики и математики для решения задач теоретического характера в профессиональной деятельности

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части блока Б1: Модуль «Математические и естественно-научные дисциплины».

Дисциплина базируется на следующих, пройденных дисциплинах:

- линейная алгебра;
- математический анализ.

Дисциплина «Дифференциальные уравнения» логически связана с последующими дисциплинами:

В обязательной части:

- физика;
- теоретическая механика;
- электротехника и электроника;
- сопротивление материалов;
- теория машин и механизмов;
- теория обработки металлов давлением;
- теория и технология листовой штамповки.

В части элективных дисциплин:

- теория и технология прокатки;

.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы -72 часа.

3.1. Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр 3
	Аудиторные занятия	36	36
	В том числе:		
1.	Лекции	18	18
2.	Семинарские/практические занятия	18	18
	Лабораторные занятия	-	-
	Самостоятельная работа	36	36
	Промежуточная аттестация		
	зачет	З	З
	Итого	72	72

3.2. Тематический план изучения дисциплины

Размещён в приложении 1 к рабочей программе.

3.3. Содержание разделов дисциплины

Введение

Предмет, задачи и содержание дисциплины. Основные этапы развития дисциплины. Структура курса, его место и роль в подготовке бакалавра, связь с другими дисциплинами.

Тема 1. Дифференциальные уравнения первого порядка. Введение. Задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям первого порядка. Основные понятия обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка. Постановка задачи Коши. Теорема существования и единственности решения. Общее и частное решения, общий и частный интегралы. Геометрический смысл общего интеграла.

Уравнения с разделенными и разделяющимися переменными, однородные дифференциальные уравнения и приводящиеся к ним, уравнения в полных дифференциалах.

Линейные д.у. первого порядка и уравнения Бернулли. Решение линейных уравнений методом вариации произвольной постоянной, методом произведений Бернулли.

Тема 2. Дифференциальные уравнения высших порядков. Формы записи дифференциального уравнения n-го порядка. Общее и частное решения. Постановка задачи Коши, краевой задачи. Интегрирование методом понижения порядка.

Тема 3. Линейные однородные дифференциальные уравнения n – го порядка. Общие свойства решений линейных однородных дифференциальных уравнений n – го порядка. Теорема о структуре общего решения линейных однородных дифференциальных уравнений n – го порядка. Понятие фундаментальной системы решений линейного однородного дифференциального уравнения n – го порядка, ее построение для уравнений с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение. Вид частных решений линейного однородного дифференциального уравнения n – го порядка в зависимости от вида корней характеристического уравнения.

Линейные неоднородные дифференциальные уравнения n – го порядка с постоянными коэффициентами. Теорема о структуре общего решения таких уравнений. Метод подбора частного решения (метод неопределенных коэффициентов) для различных специальных видов правой части.

Линейные неоднородные дифференциальные уравнения второго порядка. Метод вариации произвольных постоянных.

Тема 4. Краевые задачи. Задачи на собственные значения.

Тема 5. Решение дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами. Дифференциальное уравнение Эйлера. Применение степенных рядов к интегрированию дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами.

Тема 6. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Основные понятия. Нормальные системы линейных однородных и неоднородных дифференциальных уравнений. Теоремы об эквивалентности дифференциального уравнения n-го порядка и нормальной системы n дифференциальных уравнений. Решение линейных однородных и неоднородных систем обыкновенных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.

3.4. Тематика практических занятий по дисциплине «Дифференциальные уравнения»

3.4.1. Очная форма обучения

№ занятия	Тема занятия
1	Решение дифференциальных уравнений (д.у.) первого порядка с разделенными и разделяющимися переменными
2	Решение однородных д.у. и приводящихся к ним.
3	Решение уравнений в полных дифференциалах
4	Линейные д.у. первого порядка и уравнения Бернулли Метод вариации произвольной постоянной, метод произведений Бернулли.
5	Контрольная работа по д.у. первого порядка
6	Интегрирование д.у. n –го порядка. методом понижения порядка

7	Интегрирование д.у. n –го порядка. методом понижения порядка (продолжение)
8	Линейные однородные д.у. n –го порядка. Построение фундаментальной системы решений для уравнений с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение.
9	Решение линейных неоднородных д.у. *n*-го порядка с постоянными коэффициентами для различных специальных видов правой части методом неопределенных коэффициентов.
10	Решение линейных неоднородных д.у. *n*-го порядка с постоянными коэффициентами для различных специальных видов правой части методом неопределенных коэффициентов (продолжение).
11	Линейные неоднородные д.у. второго порядка с постоянными коэффициентами с произвольной непрерывной правой частью. Метод вариации произвольных постоянных.
12	Краевые задачи. Задачи на собственные значения.
13	Контрольная работа по линейным дифференциальным уравнениям с постоянными коэффициентами n-го порядка
14	Дифференциальные уравнения с переменными коэффициентами. Уравнение Эйлера. Применение степенных рядов с неопределенными коэффициентами к итегрированию линейных д.у. с переменными коэффициентами.
15	Интегрирование д.у. с переменными коэффициентами с помощью разложения решения в ряд Тейлора
16	Системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Решение нормальных систем линейных дифференциальных уравнений методом исключения.
17	Решение линейных однородных систем дифференциальных уравнений методом Эйлера.
18	Контрольное тестирование

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1. Нормативные документы и ГОСТы

1. ФГОС 15.03.01. Машиностроение. 2021.
2. Академический учебный план по направлению подготовки: 15.03.01 Машиностроение. Профиль: Машины и технологии обработки материалов давлением. Форма обучения – очная. 2024.
3. Матрица распределения компетенций по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение. Профиль: Машины и технологии обработки материалов давлением. Форма обучения: очная. 2024.
4. Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 № 642 «Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации».
5. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ».

4.2. Основная литература

1. Демидович Б.П., Моденов В.П. Дифференциальные уравнения: учебное пособие. М. Изд-во «Лань», 2019. 280 с.
2. Берков Н.А., Миносцев В.Б., Пушкарь Е.А. Курс математики для технических высших учебных заведений: учебное пособие. Часть III. М.: МГИУ, 2011. 505 с. https://e.lanbook.com/

4.3. Дополнительная литература

1. Пискунов Н. С. Дифференциальное и интегральное исчисления для втузов. В 2-х томах. М.: Интеграл - Пресс, 2009. 180 экз.
2. Зубков В.Г., Ляховский В.А., Мартыненко А.И., Миносцев В.Б. Курс высшей математики: Учебное пособие для втузов. Часть II. М.: МГИУ, 2007. 527 с. https://e.lanbook.com/
3. Коган Е.А. Обыкновенные дисциплине дифференциальные уравнения и операционное исчисление. Учебное пособие по «Математика» для студентов всех специальностей. М. 2006. 693 экз.
4. Коган Е.А. Обыкновенные дифференциальные уравнения и вариационное исчисление в приложении к расчёту автомобильных конструкций. Учебное пособие по дисциплине «Математика» для студентов всех специальностей. М.: МАМИ, 2010. 200 экз. http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog. Электронный ресурс.

4.4. Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой «Математика» электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

Название ЭОР	
Дифференциальные уравнения	https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=4396
Основы вариационного исчисления	https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=476

Разработанные ЭОР включают тренировочные и итоговые тесты.
Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной библиотеке московского политеха
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=7621&section=1 .
Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте mospolytech.ru в разделе: «Центр математического образования» (http://mospolytech.ru/index.php?id=4486,
http://mospolytech.ru/index.php?id=5822);
Тесты по высшей математике http://function-x.ru/tests_higher_math.html.
Полезные учебно-методические и информационные материалы представлены на сайтах:
http://exponenta.ru, *http://eqworld.ipmnet.ru/ru/info/mathwebs.htm.*
Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» для освоения дисциплины: www.matematikalegko.ru>studentu, www.i-exam.ru.

4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Наименование	Разработчик ПО (правообладатель)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)
1	Astra Linux Common Edition	ООО "РУСБИТЕХ-АСТРА"	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/305783/?sphrase_id=954036
2	МойОфис	ООО "НОВЫЕ ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301558/?sphrase_id=943375

4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Перечень ресурсов сети Интернет, доступных для освоения дисциплины:

	Наименование	Ссылка на ресурс	Доступность
Информационно-справочные системы			
	Stack Overflow	https://stackoverflow.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
	Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http:// www.consultant.ru	Доступно
	Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования	http://www.fgosvo.ru.	Доступно
Электронно-библиотечные системы			
	Лань	https://e.lanbook.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
	IPR Books	https://www.iprbookshop.ru/	Доступна в сети Интернет без ограничений

Профессиональные базы данных			
	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно
	Web of Science Core Collection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных	http://webofscience.com	Доступно

5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально – техническая база университета обеспечивает проведение всех видов занятий, предусмотренных учебным планом, и соответствует действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Кафедра «Математика» не располагает собственным аудиторным фондом и использует учебные аудитории из общего фонда университета.

При необходимости для проведения интерактивных практических занятий используются компьютерные классы университета.

6. Методические рекомендации

6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Прежде всего, следует обратить внимание студентов на то, что практически весь изучаемый ими материал является для них новым, не изучавшимся в программе средней школы. Однако он не требует какой-либо специальной (дополнительной) подготовки и вполне может быть успешно изучен, если студенты будут посещать занятия, своевременно выполнять домашние задания и пользоваться (при необходимости) системой плановых консультаций в течение каждого семестра. Вошедшие в курс математики разделы являются классическими, в то же время они практически ориентированы, так как имеют широкое распространение для решения разного рода задач внутри самой математики и прикладных задач. Их освоение поможет студентам логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь, успешно применять накопленные знания в профессиональной деятельности.

Необходимо с самого начала занятий рекомендовать студентам основную и дополнительную литературу, а в конце семестра дать список вопросов для подготовки к экзамену.

На первом занятии по дисциплине следует обязательно проинформировать студентов о виде и форме промежуточной аттестации по дисциплине, сроках ёе проведения, условиях допуска к промежуточной аттестации, применяемых видах промежуточного контроля.

Соображения и рекомендации, приведенные в п. 9 рабочей программы для студентов, должны быть четко сформулированы и изложены именно преподавателем на лекциях практических занятиях и консультациях.

Изложение теоретического материала должно сопровождаться иллюстративными примерами, тщательно отобранными преподавателем так, чтобы технические трудности и

выкладки при решении задачи не отвлекали от главного: осмысления идеи и сути применяемых методов. Следует всегда указывать примеры практического применения рассмотренных на занятиях уравнений и формул.

Практические занятия должны быть организованы преподавателем таким образом, чтобы оставалось время на периодическое выполнение студентами небольшой самостоятельной работы в аудитории для проверки усвоения изложенного материала.

Преподаватель, ведущий практические занятия, должен согласовывать учебно – тематический план занятий с лектором, использовать единую систему обозначений.

Преподавателю следует добиваться систематической непрерывной работы студентов в течение семестра, необходимо выявлять сильных студентов и привлекать их к научной работе, к участию в разного рода олимпиадах и конкурсах.

Студент должен ощущать заинтересованность преподавателя в достижении конечного результата: в приобретении обучающимися прочных знаний, умений и владения накопленной информацией для решения задач в профессиональной деятельности.

6.1.1. Образовательные технологии

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой «Математика» электронных образовательных ресурсов (ЭОР) (см. п.4.4).
Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Изучение дифференциальных уравнений имеет важнейшее значение в математической подготовке инженера. Объясняется это тем, что дифференциальные уравнения представляют собой математические модели самых разнообразных процессов и явлений, так как их решения позволяют описать эволюцию изучаемого процесса, характер происходящих с материальной системой изменений в зависимости от первоначального состояния системы. Отличительное свойство дифференциальных уравнений состоит в том, что при их интегрировании обычно получается бесчисленное множество решений. Для уравнения первого порядка это множество описывается одной произвольной постоянной. Чтобы выделить из бесконечного множества решений то, которое описывает именно данный процесс, необходимо задать дополнительную информацию, например, знать начальное состояние процесса. Такое дополнительное условие называется начальным условием.

Задача интегрирования дифференциального уравнения первого порядка совместно с начальным условием называется начальной задачей или задачей Коши.

Для дифференциальных уравнений первого порядка следует различать общее, частное и особое решения, а также общий, частный и особый интегралы.

При интегрировании уравнений первого порядка надо прежде всего определить тип уравнения, а затем уже применить тот или иной метод решения. Надо обязательно освоить процедуру приведения уравнения первого порядка к уравнению с разделенными переменными, так как именно такие уравнения можно непосредственно интегрировать.

Для дифференциальных уравнений n – го порядка обязательно знать постановки задачи Коши, краевой задачи, задачи на собственные значения.

В теме, посвященной линейным дифференциальным уравнениям n – го порядка, надо знать теоремы о структуре общего решения однородных и неоднородных уравнений, так как они указывают путь построения общего решения. Обратить внимание на то, что решение линейных однородных дифференциальных уравнений n – го порядка с постоянными коэффициентами не требует интегрирования, а сводится к чисто алгебраической проблеме нахождения корней соответствующего характеристического уравнения. Надо знать

вид частных решений линейных однородных дифференциальных уравнений n – го порядка с постоянными коэффициентами в зависимости от вида корней характеристического уравнения.

Надо четко уяснить алгоритм построения частных решений линейных неоднородных дифференциальных уравнений методом подбора (методом неопределенных коэффициентов), обратив внимание на то, что в этом случае вид частных решений неоднородного уравнения соответствует по структуре заданной правой части.

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств представлен в Приложении 2 к рабочей программе и включает разделы:

1. Методы контроля и оценивания результатов обучения
2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения
3. Оценочные средства
3.1. Текущий контроль
3.2. Промежуточная аттестация

1. Тематический план дисциплины «Дифференциальные уравнения» по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение

Профиль подготовки

Машины и технологии обработки материалов давлением

(Бакалавр)

Очная форма обучения

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы Студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
Первый семестр															
Третий семестр															
3.1	**Тема 1.** Основные понятия обыкновенных дифференциальных уравнений (д.у.) первого порядка. Задача Коши, теорема существования и единственности ее решения Понятия общего и частного решений, общего и частного интегралов. Геометрический смысл общего интеграла д.у 1-го порядка	3	1	2	2		2								
3.2	Решение д.у. первого порядка с разделенными и разделяющимися переменными **Выдача заданий РГР *по д.у.***	3	2		2		2				+				

3.3	.Однородные д.у. и приводящиеся к ним.	3	3	2	2		2								
3.4	Решение уравнений в полных дифференциалах	3	4		2										
3.5	Линейные д.у. первого порядка и уравнения Бернулли Метод вариации произвольной постоянной, метод произведений Бернулли. **Контрольная работа по уравнениям первого порядка в аудитории**	3	4	2	2		2						+		
3.6	Дифференциальные уравнения высших порядков. Основные понятия. Постановка задачи Коши, краевой задачи. Уравнения, допускающие интегрирование методом понижения порядка	3	6		2		2								
3.7	Интегрирование д.у. n –го порядка. методом понижения порядка	3	7	2	2		2								
3.8	Линейные однородные д.у. n –го порядка. Общие свойства решений. Теорема о структуре общего решения линейных однородных д.у. n –го порядка. Характеристическое уравнение.	3	8		2		2								
3.9	Построение фундаментальной системы решений для уравнений с постоянными коэффициентами. Вид частных решений однородного уравнения в зависимости от вида корней характеристического уравнения.	3	9	2	2		2								
3.10	Линейные неоднородные д.у. *n*-го порядка. Теорема о структуре общего решения. Метод подбора частного решения.	3	10		2		2								
3.11	Решение линейных неоднородных д.у. *n*-го порядка с постоянными коэффициентами с использованием метода подбора для различных специальных видов правой части.	3	11	2	2		2								
3.12	Линейные неоднородные д.у. второго порядка с постоянными коэффициентами с	3	12		2		2								

	произвольной непрерывной правой частью. Метод вариации произвольных постоянных.														
3.13	Краевые задачи. Задачи на собственные значения. **Контрольная работа по линейным д.у. n-го порядка в аудитории**	3	13	2	2		2						+		
3.14	Дифференциальные уравнения с переменными коэффициентами. Уравнение Эйлера. Интегрирование методом степенных рядов.	3	14		2		2								
3.15	Применение степенных рядов с неопределенными коэффициентами, ряда Тейлора к интегрированию д.у. с переменными коэффициентами	3	15	2	2		2								
3.16	Системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Основные понятия. Решение нормальных систем линейных дифференциальных уравнений методом исключения.	3	16		2		2								
3.17	Решение линейных однородных систем дифференциальных уравнений методом Эйлера. Вековое уравнение	3	17	2	2		2								
3.18	**Контрольное тестирование**	3	18		2		2						+		
	Форма аттестации		**19-21**												**З**
	Всего часов по дисциплине в третьем семестре.			**18**	**18**		**36**				**1 РГР**		**3 конт-тр. раб.**		

Приложение 2

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Дифференциальные уравнения»

Направление подготовки: 15.03.01 «Машиностроение».
Профиль: «Машины и технологии обработки материалов давлением».
Формы обучения – очная, заочная.

Кафедра: «Математика».

1. Методы контроля и оценивания результатов обучения

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:
- контроль текущей успеваемости (текущий контроль);
- промежуточная аттестация (зачет).

2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения
2.1. Очная форма обучения

Форма промежуточной аттестации: зачет

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено	Выполнены все **обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации**, *предусмотренные программой дисциплины.* Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

Не зачтено	Не выполнены **обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации**, *предусмотренные программой дисциплины*, ИЛИ студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

2.2. Заочная форма обучения

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все **обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации**, предусмотренные программой дисциплины. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков показателям, приведенным в таблицах, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе знаний и умений на новые, нестандартные задачи.
Хорошо	Выполнены все **обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации**, предусмотренные программой дисциплины. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков показателям, приведенным в таблицах, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками. В то же время при ответе допускает несущественные погрешности, задачи решает с недочетами, не влияющими на общий ход решения.
Удовлетворительно	Выполнены все **обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации**, предусмотренные программой дисциплины. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков показателям, приведенным в таблицах, оперирует приобретенными знаниями, умениями,

	навыками. Но показывает неглубокие знания, при ответе не допускает грубых ошибок или противоречий, однако в формулировании ответа отсутствует должная связь между анализом, аргументацией и выводами, в решении задач могут содержаться грубые ошибки. Для получения правильного ответа требуются уточняющие вопросы.
Неудовлетворительно	Не выполнены **обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации**, предусмотренные программой дисциплины, ИЛИ студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями.

3. Оценочные средства

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Контрольная (самостоятельная) работа (КР)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Контрольные задания (пример)
2	Расчетно-графическая работа (РГР)	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.	Комплект заданий для выполнения расчетно-графической работы
3	Устный опрос собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
4	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Вариант теста

5	Билеты к зачету (БкЗ)	Средство проверки знаний, умений, навыков. Может включать комплекс теоретических вопросов, задач, практических заданий.	Билеты к зачету

3.1. Текущий контроль

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме бланкового тестирования для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины, прием РГР.

Содержание расчетно-графической работы по дифференциальным уравнениям.

Методы решений дифференциальных уравнений различного типа.

Вариант задания

1. Нарисовать интегральную кривую уравнения $y' = x^2 - y$, проходящую через точку М(2;3/2).Решить уравнение методом изоклин.

Решить уравнения:

2. $\sqrt{4+y^2}\,dx - ydy = x^2 ydy$,
3. $2\dfrac{dy}{dx} = \dfrac{y^2}{x^2} + \dfrac{8y}{x} + 8$,
4. $\dfrac{dy}{dx} = \dfrac{3x+2y+1}{x+1}$,
5. $xe^{y^2}dx + (x^2 ye^{y^2} + tgy)dy = 0$.

Решить задачи Коши для уравнений:

6. $\dfrac{dy}{dx} = \dfrac{2}{x^3} - \dfrac{3y}{x}$, $y(1) = 1$,
7. $4y' + x^3 y = (x^3+8)e^{-2x}y^2$, $y(0) = 1$.
8. Решить уравнение: $x^2\ y''' + xy'' = \dfrac{1}{\sqrt{x}}$.
9. Решить задачу Коши: $y'' = 18\sin^3 y\cos y$, $y(1) = \dfrac{\pi}{2}$, $y'(1) = 3$.

Решить уравнения:

10. $y'''' + y''' = x$,
11. $y''' + 5y'' + 7y' + 3y = (16x+20)e^x$,
12. $y'' + 25y = 2\cos 5x - \sin 5x + e^{5x}$,
13. $y'' - 3y' + 2y = \dfrac{1}{(3+e^{-x})}$.
14. Решить краевую задачу: $y'' + 2y' + 5y = -3\sin 2x$, $y(0) = 1$, $y\left(\dfrac{\pi}{8}\right) = 0$.
15. Найти собственные значения λ и собственные функции y задачи:

$y'' + \lambda^2 y = 0$, $y(0) = 0$, $y'(b) = y(b)$.

Решить уравнения:

16. $x^2y'' + 2xy' - 6y = x\ln x$,

17. $y'' - xy' - 4y = 0$.

Решить системы уравнений:

18. $\begin{cases} x^2z' + 5xz + 4y = 0, \\ y' = z. \end{cases}$ 19. $\begin{cases} z' = y - z, \\ y' = z - y. \end{cases}$ 20. $\begin{cases} y' = 4y - 3z + \sin x, \\ z' = 2y - z - \cos x. \end{cases}$

Контрольная работа №1

по обыкновенным дифференциальным уравнениям первого порядка

Решить уравнения

Вариант 1

1) $xy' = xe^{-y/x} + y$

2) $x^2dy - (2xy + 3)dx = 0$

3) $(1 + y^2\sin 2x)dx - y\cos 2xdy = 0$

Вариант 2

1) $xy' = x\sin\dfrac{y}{x} + y$

2) $xy' - y = e^{-x^2}y^3$

3) $(6y^2 + 3x^2y + 1)y' - 3xy^2 + x^2 = 0$

Вариант 3

1) $xy' = \sqrt{x^2 + y^2} + y$

2) $\sin x \cdot y' = -y\cos x - \sin x$

3) $(xy + \sin y)dx + \left(\dfrac{x^2}{2} + y^2 + x\cos y\right)dy = 0$

Контрольная работа № 2

по обыкновенным линейным дифференциальным уравнениям

***n*-го порядка**

Вариант 1

Решить уравнения

1) $y''' - 4y'' = 1 - 12x^2$

2) $y'' + \dfrac{y}{\pi^2} = \dfrac{1}{\pi^2\cos\dfrac{x}{\pi}}$

3) Указать вид частного решения уравнения

$$y'' + 6y' + 9y = e^{-x}(x-3)\sin 2x$$

Вариант 2

Решить уравнения

1) $y'' + 4y = 10\sin 2x$

2) $y'' + 4y' + 4y = \dfrac{e^{-2x}}{x}$

3) Указать вид частного решения уравнения

$$y'' - 6y' + 13y = e^{3x}(\cos 2x - 2\sin 2x)$$

Вариант 3

Решить уравнения

1) $y'' + 2y' - 3y = e^{x} - \cos x$

2) $y'' + y = ctgx$

3) Указать вид частного решения уравнения

$$y'' - 6y' + 18y = xe^{3x}\cos 3x$$

Вариант теста по обыкновенным дифференциальным уравнениям

ЗАДАНИЕ 1.

Установите соответствие между номером уравнения и его типом

1) $xy' + 2y = x^4 \sin 2x$ 2) $\left(1 + y^2 \sin 2x\right)dx - 2y\cos^2 x dy = 0$

3) $y' - \dfrac{4y}{x} = 2x\sqrt{y}$ 4) $y\sqrt{3+2x^2}\,y' = x\sqrt{3+2y^2}$.

- уравнение с разделяющимися переменными,
- линейное дифференциальное уравнение,
- уравнение в полных дифференциалах,
- уравнение Бернулли,
- уравнение, приводящееся к однородному.

ЗАДАНИЕ 2.

Дано уравнение первого порядка $(5xy^2 + x^3)dx - (y^2 - 5x^2 y)dy = 0$ в форме, содержащей дифференциалы. Приведите его к виду, разрешенному относительно производной.

Ответ	

ЗАДАНИЕ 3.

Дано дифференциальное уравнение $y' = (2k+3)x^4$, тогда функция $y = 2x^5$ является его решением при k, равном:

Ответ	

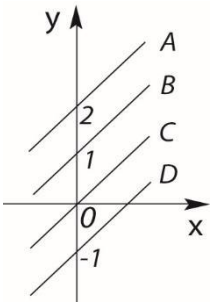
ЗАДАНИЕ 4.

Общий интеграл дифференциального уравнения $y^2 dy = \dfrac{dx}{x^2}$ имеет вид

Ответ	

ЗАДАНИЕ 5.

Укажите интегральную кривую решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения $xy' = y - 1; \quad y(1) = 2.$



ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ: 1) A 2) B 3) C 4) D.

ЗАДАНИЕ 6.

Дано дифференциальное уравнение второго порядка $y'' = x^2 + x.$ Тогда общее решение уравнения имеет вид

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

1) $y = \frac{1}{12}x^4 + \frac{1}{3}x^3 + C_1x + C_2$ 2) $y = \frac{1}{12}x^4 + \frac{1}{6}x^3 + C_1x + C_2$

3) $y = \frac{1}{24}x^4 + \frac{1}{3}x^3 + C_1x + C_2$ 4) $y = 6x^4 + 2x^3 + C_1x.$

ЗАДАНИЕ 7.

Решение задачи Коши $y'' = 2x + 1, \quad y(0) = y'(0) = 0$ имеет вид

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

1) $y = \frac{x^3}{3} + x^2$ 2) $y = \frac{x^3}{3} + \frac{x^2}{2}$ 3) $y = \frac{x^3}{6} + x^2$ 4) $y = \frac{x^3}{2} - x.$

ЗАДАНИЕ 8.

Дано дифференциальное уравнение второго порядка $2xy'' - y' = 0,$ тогда его общее решение имеет вид:

Ответ	

ЗАДАНИЕ 9.

Дано дифференциальное уравнение второго порядка $y''ctg4x + 4y' = 0,$ тогда его общее решение имеет вид

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ: 1) $y = 0{,}25C_1 \sin 4x + C_2$ 2) $y = -C_1 \cos 4x + C_2$

3) $y = C_1 \sin 4x + C_2$ 4) $y = -C_1 \sin 4x + C_2.$

ЗАДАНИЕ 10.

Корни характеристического уравнения равны $k_1 = k_2 = -1, \quad k_{3,4} = \pm 2,$ тогда фундаментальная система решений линейного однородного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами будет иметь вид

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

1) $y_1 = e^x, \quad y_2 = e^{2x}, \quad y_3 = \cos 3x, \quad y_4 = \sin 3x$

2) $y_1 = e^{-x}, \quad y_2 = e^{-2x}, \quad y_3 = e^{3x}, \quad y_4 = e^{-3x}$

3) $y_1 = e^{x}, \quad y_2 = e^{2x}, \quad y_3 = \cos 3x, \quad y_4 = -\sin 3x$

4) $y_1 = e^{-x}, \quad y_2 = xe^{-x}, \quad y_3 = e^{2x}, \quad y_4 = e^{-2x}.$

ЗАДАНИЕ 11.

Корни характеристического уравнения равны $k_1 = k_2 = 5, \quad k_{3,4} = 5 \pm i.$ тогда общее решение линейного однородного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами будет иметь вид:

Ответ	

ЗАДАНИЕ 12.

Известна фундаментальная система решений однородного линейного дифференциального уравнения: $y_1 = 1, \quad y_2 = x, \quad y_3 = x^2.$ Тогда частное решение уравнения, удовлетворяющее начальным условиям $y(0) = 2, \quad y'(0) = -1,$

$y''(0) = -2,$ равно:

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

1) $y = 2 + x - x^2$ 2) $y = 2 - x - 2x^2$ 3) $y = 2 - x - x^2$ 4) $y = 2 - x - 0{,}5x^2.$

ЗАДАНИЕ 13.

Функция $y = C_1 e^x + C_2 x e^x$ является общим решением линейного однородного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами, тогда его характеристическое уравнение имеет вид

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

1) $k^2 - 1 = 0$ 2) $k^2 - k = 0$ 3) $k^2 + 2k + 1 = 0$ 4) $k^2 - 2k + 1 = 0.$

ЗАДАНИЕ 14.

Общее решение дифференциального уравнения $y'' + 4y' + 3y = 0$ имеет вид

Ответ	

ЗАДАНИЕ 15.

Частному решению линейного неоднородного дифференциального уравнения $y'' - 3y' + 2y = 2x - 1$ по виду его правой части соответствует функция

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

1) $y_* = Ax^2 + Bx$ 2) $y_* = Ax + B$ 3) $y_* = Ax$ 4) $y_* = Ax^2 + Bx + C.$.

ЗАДАНИЕ 16.

Дано линейное неоднородное дифференциальное уравнение с постоянными коэффициентами $2y'' + y' + 2y = xe^x \sin 2x.$ Записать вид частного решения с неопределенными коэффициентами

Ответ	

ЗАДАНИЕ 17.

Дано линейное неоднородное дифференциальное уравнение с постоянными коэффициентами $y'' + 4y = 2ctg2x.$ В каком виде следует искать частное решение неоднородного уравнения методом вариации произвольных постоянных ?

Ответ	

ЗАДАНИЕ 18.

Решение краевой задачи $y'' = 2x + 1, \quad 0 \le x \le 3, \quad y(0) = 1, \quad y(3) = 9/2$ имеет вид

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ: 1) $y = \frac{x^3}{3} + \frac{x^2}{2} - 3x + 1$ 2) $y = \frac{x^3}{6} + \frac{x^2}{2} - 3x + 1$ 3) $y = \frac{x^3}{3} + \frac{x^2}{2} - \frac{10}{3}x + 1$ 4) $y = \frac{x^3}{3} + \frac{x^2}{2} + \frac{10}{3}x + 1.$

ЗАДАНИЕ 20.

Общее решение системы дифференциальных уравнений $\begin{cases} y_1' = 3y_2, \\ y_2' = 2y_1 - y_2 \end{cases}$ имеет вид

ВАРИАНТЫ ОТВЕТОВ:

1) $\begin{cases} y_1 = C_1 e^{2x} + C_2 e^{-3x}, \\ y_2 = \frac{2}{3} C_1 e^{2x} - C_2 e^{-3x} \end{cases}$ 2) $\begin{cases} y_1 = C_1 e^{-2x} + C_2 e^{-3x}, \\ y_2 = -\frac{2}{3} C_1 e^{-2x} - C_2 e^{-3x} \end{cases}$

3) $\begin{cases} y_1 = C_1 e^{2x} + C_2 e^{3x}, \\ y_2 = \frac{2}{3} C_1 e^{2x} + C_2 e^{-3x} \end{cases}$ 4) $\begin{cases} y_1 = C_1 e^{-2x} + C_2 e^{3x}, \\ y_2 = -\frac{2}{3} C_1 e^{2x} + C_2 e^{-3x}. \end{cases}$

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он регулярно в течение семестра представлял решения задач, выполнил полностью все задания и их защитил, ответив на вопросы преподавателя;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он нерегулярно в течение семестра представлял решения задач, выполнил задания не полностью или вообще не представлял работы на проверку, допускает существенные неточности в ответах на вопросы преподавателя.

Для проведения текущего контроля знаний студентов в дистанционном формате в разработанном кафедрой «Математика» онлайн-курсе «Дифференциальные уравнения» имеются промежуточные (пробные) тесты.

3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация - (зачет) проводится по билетам в устной форме.
Время для подготовки ответа на вопросы не более 45 мин.
Билет включает один теоретический вопрос и задачи.
Комплекты билетов хранятся на кафедре «Математика».
Типовые варианты билетов прилагаются.

Комплект вопросов
по дисциплине «Дифференциальные уравнения»

1. Основные понятия теории обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка: определение обыкновенного дифференциального уравнения, формы записи обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка, понятия общего и частного решений, общего и частного интегралов.
2. Постановка задачи Коши для дифференциального уравнения первого порядка.

3. Теорема существования и единственности решения для дифференциального уравнения первого порядка.
4. Геометрический смысл общего интеграла обыкновенного д.у. первого порядка.
5. Дифференциальные уравнения первого порядка с разделенными и разделяющимися переменными.
6. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка. Метод вариации произвольной постоянной.
7. Дифференциальные уравнения *n*-го порядка. Основные понятия: формы записи, понятия общего и частного решений.
8. Постановка задачи Коши и краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения *n*-го порядка.
9. Интегрирование дифференциальных уравнений *n*-го порядка методом понижения порядка.
10. Линейные однородные дифференциальные уравнения *n*-го порядка. Общие свойства решений: понятия линейно зависимых и линейно независимых решений, определителя Вронского, понятие фундаментальной системы решений,
11. Теорема о структуре общего решения обыкновенного линейного однородного дифференциального уравнения *n*-го порядка.
12. Линейные однородные дифференциальные уравнения *n*-го порядка с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение, его связь с дифференциальным уравнением.
13. Вид частных решений линейного однородного дифференциального уравнения *n* - го порядка с постоянными коэффициентами в зависимости от вида корней характеристического уравнения.
14. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения. Теорема о структуре общего решения.
15. Решение линейных неоднородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Метод подбора частного решения для правых частей вида

$$f(x) = P_n(x)e^{\alpha x}, \qquad f(x) = M\cos\beta x + N\sin\beta x,$$

$$f(x) = P(x)e^{\alpha x}\cos\beta x + Q(x)e^{\alpha x}\sin\beta x.$$

16. Решение линейных неоднородных дифференциальных уравнений методом вариации произвольных постоянных.
17. Постановка и решение задачи на собственные значения.
18. Системы дифференциальных уравнений. Понятие нормальной системы. Понятия общего и частного решений системы. Теорема о приведении дифференциального уравнения *n*-го порядка к нормальной системе. Метод исключения неизвестных.

Типовой вариант билета
по дисциплине «Дифференциальные уравнения»

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет базовых компетенций, Кафедра «Математика»
Дисциплина «Дифференциальные уравнения»
Курс 2, семестр 3

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ

1. Основные понятия теории обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка.
2. Решить уравнение: $y^{IV} - 2y'' + y = 2x.$
3. Решить задачу Коши: $y' = \frac{y}{1+x^2} + e^{\operatorname{arctg} x}, \quad y(0) = 1.$
4. Найти общее решение системы:

$$\begin{cases} y_1' = y_2 + e^{3x}, \\ y_2' = x - y_1 + 2y_2. \end{cases}$$

Утверждено на заседании кафедры математики « 25» 12 2023 г., протокол № 5

Зав. кафедрой В.В. Галевко /_____/

Для проведения промежуточного контроля знаний студентов в дистанционном формате в разработанных кафедрой «Математика» онлайн-курсах имеются итоговые тесты.