

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.Б.12	Дифференциальные уравнения

Код направления подготовки / Специальности	01.03.04
Направление подготовки / Специальность	Прикладная математика
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач (Академический бакалавриат)
Год начала реализации ОПОП	2015
Уровень образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Год разработки/обновления	2017

Разработчики:

должность	ученая степень, учёное звание	ФИО
Доцент	к.ф.-м.н., доцент	Васильева О.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Прикладной математики, Протокол №12 от 12.05.2017

Заведующий кафедрой
прикладной математики кандидат физ.-
мат.наук, доцент

_____/Осипов Ю.В./
Подпись, ФИО

Рабочая программа утверждена методической комиссией, Протокол № 5 от 29.05.2017

Председатель (зам. председателя)
методической комиссии

_____/Широкова О.Л./
Подпись, ФИО

Согласовано:

ЦОСП

дата

_____/Беспалов А.Е./
Подпись, ФИО

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Дифференциальные уравнения» является формирование уровня освоения компетенций обучающегося. В результате формирования указанного уровня обучающийся должен обладать способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, готовностью использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат и способностью самостоятельно изучать новые разделы фундаментальных наук.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки/специальности 01.03.04 «Прикладная математика» (уровень образования – бакалавриат).

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя освоения
Обладает способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, готовностью использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат	ПК-9	Знает основные положения теории обыкновенных дифференциальных уравнений для постановки и решения конкретных прикладных задач.	31
		Умеет определять возможности применения теоретических положений дифференциальных уравнений для постановки и решения конкретных прикладных задач, решать основные типы обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка, линейных дифференциальных уравнений и систем с постоянными коэффициентами, исследовать на устойчивость решения уравнений и систем.	У1

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя освоения
		Владеет стандартными методами теории обыкновенных дифференциальных уравнений и теории устойчивости и их применением к решению прикладных задач.	Н1
Обладает способностью самостоятельно изучать новые разделы фундаментальных наук	ПК-12	Имеет навыки расширения своих математических познаний по разделу дифференциальные уравнения	Н2

3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Дифференциальные уравнения» относится к базовой части Блока 1 «Дисциплины/модули» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика» (уровень - бакалавриат), направленность/профиль «Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач». Дисциплина является обязательной к изучению.

Изучение дисциплины «Дифференциальные уравнения» основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися школьного курса математики, курсов «Линейная алгебра и аналитическая геометрия» и «Математический анализ».

Для освоения дисциплины «Дифференциальные уравнения» обучающийся должен:

Знать:

элементарную алгебру; элементарную геометрию; линейную алгебру, аналитическую геометрию и математический анализ.

Уметь:

оперировать с алгебраическими выражениями, находить производные функций и неопределенные интегралы.

Иметь навыки:

владения дифференциальным и интегральным исчислением.

Дисциплина «Дифференциальные уравнения» является предшествующей для освоения следующих дисциплин:

«Функциональный анализ»,

разделов дисциплины «Теория вероятностей математическая статистика и теория случайных процессов»,

разделов дисциплины «Математический анализ»

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Форма обучения – очная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Контактная работа с обучающимися				Самостоятельная работа		
				Лекции	Практико-ориентированные занятия					
					Лабораторный практикум	Практические занятия	Групповые занятия - комп. практикумы	в период теор. обучения	в сессию	
1	Дифференциальные уравнения 1 и 2-го порядков. Линейные уравнения n-го порядка.	3	1-8	8	-	16	-	31	3	РГР (8 неделя)
2	Краевые задачи для дифференциальных уравнений. Системы дифференциальных уравнений Приближенные методы решения дифференциальных уравнений . Устойчивость по Ляпунову	3	9-18	10	-	20	-	50	6	Письменный опрос (14 неделя)
<i>Итого:</i>		3		18	-	36	--	81	9	Зачет

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. *Содержание лекционных занятий*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол- во акад. часов
1.	Дифференциальные уравнения 1 и 2-го порядков. Линейные дифференциальные уравнения n-го порядка.	<p>1.1. Дифференциальное уравнение, его порядок, решение. Дифференциальные уравнения, разрешенные относительно старшей производной. Геометрический смысл уравнения $y' = f(x, y)$, поле направлений, изоклины. Задача Коши и ее геометрический смысл для дифференциальных уравнений первого и второго порядка. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для дифференциального уравнения первого порядка /доказательство/. Понятие об особых точках и особых решениях.</p> <p>1.2. Дифференциальные уравнения, не разрешенные относительно производной, теорема существования и единственности решения. Огибающая семейства кривых, ее связь с особым решением дифференциального уравнения $f(x, y, y') = 0$. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для дифференциального уравнения порядка n. Общее и частное решения. Линейные дифференциальные уравнения порядка n. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для линейного дифференциального уравнения. Линейный дифференциальный оператор, его свойства. Линейные однородные дифференциальные уравнения (ЛОДУ), свойства их решений.</p> <p>1.3. Линейная зависимость и линейная независимость системы функций на интервале. Определитель Вронского, его связь с линейной зависимостью системы функций. Критерий линейной независимости n частных решений ЛОДУ порядка n. Фундаментальная система решений (ФСР) ЛОДУ, теорема существования ФСР. Теорема о структуре общего решения ЛОДУ. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения (ЛНДУ), теорема о структуре общего решения. Метод вариации произвольных постоянных. ЛОДУ с постоянными коэффициентами.</p> <p>1.4. Характеристическое уравнение, ФСР. Для</p>	8

		ЛОДУ второго порядка рассмотреть три случая: корни характеристического уравнения действительны и различные, кратные, комплексно сопряженные. Для ЛОДУ порядка n сформулировать правило нахождения ФСР. Дифференциальные уравнения, приводящиеся к ЛОДУ (уравнения Эйлера, Чебышева, Бесселя.)	
2.	Краевые задачи для дифференциальных уравнений. Системы дифференциальных уравнений. Приближенные методы решения дифференциальных уравнений. Исследование решений дифференциальных уравнений на устойчивость.	<p>2.1. Краевые задачи для дифференциальных уравнений второго порядка. Задача Штурма - Лиувилля. Собственные значения и собственные функции задачи Штурма – Лиувилля, их свойства. Ортогональность бесконечной системы функций. Теорема Стеклова.</p> <p>2.2. Нормальные системы. Векторная форма записи нормальной системы. Задача Коши. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для нормальной системы. Сведение дифференциального уравнения порядка n к нормальной системе из n уравнений. Сведение нормальной системы к одному дифференциальному уравнению. Системы линейных дифференциальных уравнений.</p> <p>2.3. Свойства решений линейной системы. Линейная зависимость и линейная независимость системы вектор – функций. Системы линейных однородных дифференциальных уравнений. Определитель Вронского для системы частных решений линейных однородных дифференциальных уравнений. ФСР системы линейных однородных дифференциальных уравнений. Теорема о структуре общего решения системы линейных однородных дифференциальных уравнений. Системы линейных однородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение. ФСР, построение ФСР, состоящей из действительных решений. Построение ФСР для системы линейных однородных дифференциальных уравнений в случае кратных корней характеристического уравнения. Системы линейных неоднородных дифференциальных уравнений, теорема о структуре общего решения. Метод вариации.</p> <p>2.4 Аналитические методы решения уравнений и краевых задач для них. Понятие о численных методах (методы изоклин, Эйлера, улучшенный метод Эйлера).</p> <p>2.5 Исследование решений дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений на устойчивость и асимптотическую устойчивость с помощью определения. Исследование на</p>	10

		устойчивость решений систем линейных однородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Качественный метод исследования решений на устойчивость. Построение функций Ляпунова.	
		Итого	18

5.2. *Лабораторный практикум*

Учебным планом лабораторный практикум не предусмотрен.

5.3. *Перечень практических занятий*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во acad. часов
1.	Дифференциальные уравнения 1 и 2-го порядков. Линейные дифференциальные уравнения n-го порядка.	1.1. Дифференциальные уравнения 1-го порядка с разделяющимися переменными, 1.2. Однородные линейные, Бернулли, методы их интегрирования. 1.3. Задача Коши. Понятие общего, частного решений. 1.4. Теорема Коши Дифференциальные уравнения 2-го порядка, допускающие понижение порядка, методы их интегрирования. 1.5. Задача Коши, теорема Коши. Фундаментальная система решений ЛОДУ. Структура общего решения ЛОДУ. Определитель Вронского 1.6. Структура общего решения ЛНДУ, Принцип суперпозиции частных решений ЛНДУ. 1.7. Метод неопределенных коэффициентов. 1.8. Метод вариации произвольных постоянных. Прием РГР.	16
2.	Краевые задачи для дифференциальных уравнений. Системы дифференциальных уравнений. Приближенные методы решения дифференциальных уравнений. Исследование решений дифференциальных уравнений на устойчивость.	2.1. Отличие краевой задачи от задачи Коши. Задача Штурма – Лиувилля. 2.2. Определение собственных значений и собственных функций краевой задачи. 2.3. Проверка ортогональности собственных функций. 2.4. Разложение функции в ортогональный ряд по собственным функциям. 2.5. Методы решения систем линейных дифференциальных уравнений. 2.6. Письменный опрос 2.7 Приближенные методы решения дифференциальных уравнений. 2.8 Исследование решений дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений на устойчивость и асимптотическую устойчивость с	20

		помощью определения. 2.9 Исследование на устойчивость решений систем линейных однородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Качественный метод исследования решений на устойчивость. 2.10 Построение функций Ляпунова.	
		Итого	36

*5.4. Групповые консультации по курсовым работам/курсовым проектам
(при наличии выделенных часов контактной работы в учебном плане)*

Учебным планом курсовые работы/курсовые проекты не предусмотрены.

5.5. Самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Виды самостоятельной работы	Кол-во акад. часов	
			в период теор. обучения	в сессию
1	Дифференциальные уравнения 1 и 2-го порядков. Линейные уравнения n-го порядка.	Изучение и проработка теоретического материала, решение типовых задач. Тема, выносимая для самостоятельного изучения: «Поле направлений». Подготовка к защите РГР	31	
		Подготовка к зачету и сдача зачета		3
2	Краевые задачи для дифференциальных уравнений. Системы дифференциальных уравнений. Приближенные методы решения дифференциальных уравнений. Исследование решений дифференциальных уравнений на	Изучение и проработка теоретического материала, решение типовых задач. Тема, выносимая для самостоятельного изучения «Линейная зависимость и независимость системы вектор-функций». Подготовка к письменному опросу. Тема, выносимая для самостоятельного изучения «Приближенные методы решения систем	50	

	устойчивость.	дифференциальных уравнений».		
		Подготовка к зачету и сдача зачета		6
Итого			81	9

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа по курсу является залогом усвоения знаний и прохождения промежуточных аттестаций, предусмотренных рабочей программой по дисциплине. Ключевые цели самостоятельных внеаудиторных занятий заключаются в закреплении, расширении знаний, формировании умений и навыков самостоятельного умственного труда, развитии самостоятельного мышления и способностей к самоорганизации.

Выполняемая в процессе изучения дисциплины «Дифференциальные уравнения» учащимися самостоятельная работа является по дидактической цели познавательной и обобщающей; по характеру познавательной деятельности и типу решаемых задач – познавательной и исследовательской; по характеру коммуникативного взаимодействия учащихся – индивидуальной; по месту выполнения – домашней; по методам научного познания – теоретической.

В ходе организации самостоятельной работы студентов преподавателем решаются следующие задачи:

- 1) углублять и расширять их профессиональные знания;
- 2) формировать у них интерес к учебно-познавательной деятельности;
- 3) научить студентов овладевать приемами процесса познания;
- 4) развивать у них самостоятельность, активность, ответственность;
- 5) развивать познавательные способности будущих специалистов.

Самостоятельная работа включает, как изучение текущих и дополнительных теоретических вопросов, так и совершенствование навыков по решению практических задач. Теоретические знания являются базой для понимания принципов построения математических моделей, математической формализации задач расчетного проектирования.

В разделе «Дифференциальные уравнения 1 и 2-го порядков. Линейные дифференциальные уравнения n-го порядка» тема, выносимая для самостоятельного изучения: «Поле направлений».

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Определение поля направлений.
2. Геометрический смысл поля направлений.

В разделе «Краевые задачи для дифференциальных уравнений. Системы дифференциальных уравнений и методы их решения» тема, выносимая для

самостоятельного изучения: «Линейная зависимость и независимость системы вектор-функций».

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Понятие вектор-функции.
2. Линейная зависимость системы вектор-функций.
3. Линейная независимость системы вектор-функций.

В разделе «Приближенные методы решения дифференциальных уравнений и систем. Исследование решений дифференциальных уравнений и систем на устойчивость» тема, выносимая для самостоятельного изучения: «Приближенные методы решения систем уравнений».

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Определение системы дифференциальных уравнений.
2. Нормальная система уравнений.
3. Метод Эйлера для решения системы уравнений.

На практических занятиях решаются задачи по темам лекционного курса. Часть задач выносится на самостоятельное решение. Самостоятельное решение задач также необходимо при подготовке к текущей аттестации.

Студент должен обладать основными методами исследования и решения математических задач. Необходима выработка первичных навыков математического исследования инженерных задач (перевод реальной задачи на математический язык, построение математической модели, выбор нужного математического метода ее решения, интерпретация и оценка полученного результата) на примерах задач специальности (теоретическая механика, физика, сопротивление материалов, строительная механика, гидравлика и др.), развитие с этой целью необходимой интуиции в вопросах приложения математики.

При подготовке к сдаче экзамена или зачета рекомендуется пользоваться записями, сделанными на практических и лекционных занятиях, а также в ходе текущей самостоятельной работы. Сначала необходимо повторить теоретическую часть, а затем переходить к решению задач.

Для подготовки к написанию контрольной работы надо повторить теоретический материал, изложенный на лекциях, затем приступить к решению задач. Вначале надо изучить задачи, разобранные на практических занятиях, а затем самостоятельно решить аналогичные задачи и примеры.

При выполнении самостоятельной работы обучающиеся используют учебники и учебные пособия, указанные в разделе 8.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) для проведения промежуточной аттестации, а также текущего контроля обучающихся является Приложением 1 к рабочей программе дисциплины (модуля).

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации, а также текущего контроля по дисциплине (модуля) хранятся на кафедре, ответственной за преподавание данной дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Для освоения дисциплины обучающийся может использовать:

- учебно-методическую литературу, имеющуюся в НТБ НИУ МГСУ,

– учебную литературу, размещённую в Электронных библиотечных системах ЭБС АСВ и IPRbooks,

– методическую литературу, размещённую в ЭБС НИУ МГСУ.

Перечень используемой литературы ежегодно обновляется с учётом уровня развития науки и техники и представлен в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	http://www.edu.ru/index.php
Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru/defaultx.asp?
Электронная библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Федеральная университетская компьютерная сеть России	http://www.runnet.ru/
Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru/
Научно-технический журнал по строительству и архитектуре «Вестник МГСУ»	http://www.vestnikmgsu.ru/
Научно-техническая библиотека НИУ МГСУ	http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/
раздел «Кафедры» на официальном сайте НИУ МГСУ	http://www.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Курс по дисциплине предполагает изучение теории на лекционных занятиях. В ходе лекции студент ведет конспект лекций в свободной форме. Рекомендуется использовать тетрадь, разлинованную «в клетку» формата А5-А4, имеющую от 48 до 96 листов. Восприятие информации улучшается при использовании различных способов выделения текста и рисунков: подчеркивание, выделение цветом маркером, отметки на полях. Рекомендуется выбрать единую систему ведения конспекта лекций. Для закрепления знаний после лекции до следующей лекции по предмету (желательно не позднее следующего дня) рекомендуется перечитать лекционный материал и записать вопросы, которые не ясны из прочитанного. По этим вопросам необходимо обратиться к учебному пособию, если в результате работы с учебным пособием остались вопросы - следует обратиться за разъяснениями к лектору. После самостоятельной работы над лекцией, студент должен четко понимать изложенный в ней материал и ориентироваться в нем.

Вопросы, отнесенные на самостоятельное изучение, даются преподавателем в ходе лекций или практических занятий. Студенту рекомендуется:

- 1) Уяснить и записать вопрос;
- 2) Просмотреть рекомендованную литературу и наметить общую структуру изучения вопроса в виде плана или схемы;
- 3) Изучить информацию по вопросу. При изучении рекомендуется вести конспект (возможно, использовать лекционную тетрадь), куда вносится ключевая информация, формулы и рисунки;

4) Перечитать сделанные в конспекте записи. Убедиться в ясности изложенного. При необходимости дополнить записи, изучить дополнительные источники. После работы над вопросами для самостоятельного изучения студент должен четко понимать материал по вопросу и ориентироваться в нем. В случае необходимости допускается консультация с преподавателем.

Перечень тем по разделам дисциплины (модуля) для самостоятельного изучения обучающимися приведён в таблице.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Темы для самостоятельного изучения (в период теоретического обучения)
1	Дифференциальные уравнения 1 и 2-го порядков. Линейные дифференциальные уравнения n-го порядка..	Поле направлений. Задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям, дифференциальные уравнения 2-го порядка, допускающие понижение порядка
2	Краевые задачи для дифференциальных уравнений. Системы дифференциальных уравнений. Приближенные методы решения дифференциальных уравнений. Исследование решений дифференциальных уравнений на устойчивость.	Линейная зависимость и независимость системы вектор-функций». Приближенные методы решения систем дифференциальных уравнений».

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) приведён в п.6.

Организация учебной работы обучающихся на аудиторных занятиях осуществляется в соответствии с п. 4.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

11.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема	Информационные технологии
1	Дифференциальные уравнения 1 и 2-го порядков. Линейные дифференциальные уравнения n-го порядка.	Дифференциальные уравнения 1 и 2-го порядков. Линейные дифференциальные уравнения n-го порядка.	Компьютерная презентация

2	Краевые задачи для дифференциальных уравнений. Системы дифференциальных уравнений. Приближенные методы решения дифференциальных уравнений. Исследование решений дифференциальных уравнений на устойчивость.	Краевые задачи для дифференциальных уравнений. Системы дифференциальных уравнений. Приближенные методы решения дифференциальных уравнений. Исследование решений дифференциальных уравнений на устойчивость.	Компьютерная презентация
---	---	---	--------------------------

11.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение, указанное в Приложении 3 к рабочей программе.

11.3. Перечень информационных справочных систем

Информационно-библиотечные системы

Наименование ИБС	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru/defaultx.asp?
Электронная библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Научно-техническая библиотека НИУ МГСУ	http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю):

Учебные занятия по дисциплине проводятся в оборудованных учебных кабинетах, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением. Перечень материально-технического обеспечения дисциплины (модуля) приведён в Приложении 4 к рабочей программе.

Приложение 1 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.Б.12	Дифференциальные уравнения

Код направления подготовки / специальности	01.03.04
Направление подготовки / специальность	Прикладная математика
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач (академический бакалавриат)
Год начала реализации ОПОП	2015
Уровень образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Год разработки/обновления	2017

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля обучающихся по дисциплине (модулю)

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

- Формирование компетенций при изучении дисциплины (модуля) происходит поэтапно, по мере освоения обучающимися разделов дисциплины (модуля).

Код компетенции по ФГОС	Этапы формирования компетенций (разделы теоретического обучения)	
	1	2
ПК-9	+	+
ПК-12	+	+

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оценивание формирования компетенций осуществляется посредством прохождения обучающимися форм промежуточной аттестации и текущего контроля.

Оценивание формирования компетенций производится на основе показателей оценивания, указанных в п.2. рабочей программы.

2.1. Описание показателей и форм оценивания компетенций

Формами оценивания компетенций являются мероприятия промежуточной аттестации и текущего контроля по дисциплине (модулю), указанные в учебном плане и в п.4 рабочей программы.

Взаимосвязь форм и показателей оценивания компетенций приведена в таблице

Код компетенции по ФГОС	Показатели освоения (Код показателя освоения)	Форма оценивания			Обеспеченность оценивания компетенции
		Текущий контроль		Промежуточная аттестация	
		Расчетно-графическая работа	Письменный опрос		
1	2	3	4	5	6
ПК-9	З1	+	+	+	+
	У1	+	+	+	+
	Н1	+	+	+	+
ПК-12	Н2	+	+	+	+
ИТОГО		+	+	+	+

2.2. Описание шкалы и критериев оценивания

При проведении промежуточной аттестации в форме экзамена используется четырех балльная шкала оценивания:

Уровень освоения	Оценка
Минимальный	«2» (неудовлетворительно)
Пороговый	«3» (удовлетворительно)
Углубленный	«4» (хорошо)
Продвинутый	«5» (отлично)

При проведении промежуточной аттестации в форме зачёта используется бинарная шкала:

Уровень освоения	Оценка
Ниже порогового	Не зачтено
Пороговый	Зачтено

Критериями оценивания уровня освоения компетенций являются:

Показатели оценивания	Критерии оценивания
Знания	Знание терминов и определений, понятий
	Знание основных закономерностей и соотношений, принципов
	Объём освоенного материала, усвоение всех дидактических единиц (разделов)
	Полнота ответов
	Правильность ответов
	Чёткость изложения и интерпретации знаний

Умения	Освоение методик - умение решать (типовые) практические задачи, выполнять (типовые) задания
	Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения задач, выполнения заданий
	Умение проверять решение и анализировать результаты
	Умение качественно оформлять (презентовать) решение задач и выполнения заданий
Навыки	Навыки решения стандартных/нестандартных задач
	Быстрота выполнения трудовых действий Объем выполненных заданий
	Качество выполнения трудовых действий
	Самостоятельность планирования выполнения трудовых действий

3. *Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций*

3.1. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся НИУ МГСУ.

Перечень типовых вопросов/заданий для проведения зачета в 3 семестре (очная форма обучения):

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вопросы / задания
1	Дифференциальные уравнения 1 и 2-го порядков. Линейные дифференциальные уравнения n-го порядка..	<ol style="list-style-type: none"> 1. Определение дифференциального уравнения, его порядка, решения. Задача Коши для уравнения $y' = f(x, y)$ и ее геометрическая интерпретация. Общее и частное решение уравнения 1-го порядка. Теорема Коши о существовании и единственности решения задачи Коши для уравнения $y' = f(x, y)$. Геометрическая интерпретация теоремы Коши. 2. Метод интегрирования дифференциальных уравнений 1-го порядка с разделяющимися переменными и однородных уравнений. Метод интегрирования линейного дифференциального уравнения 1-го порядка. Метод интегрирования уравнения Бернулли. 3. Поле направлений, определяемое уравнением $y' = f(x, y)$. Изоклины. Метод Эйлера приближенного решения задачи Коши для уравнения вида $y' = f(x, y)$. Понятие об особом решении для дифференциальных

		<p>уравнений 1-го порядка. Огибающая семейства решений.</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Дифференциальные уравнения 2-го порядка. Задачи Коши для уравнения $y'' = f(x, y, y')$ и ее геометрическая интерпретация. Общее и частное решения дифференциального уравнения 2-го порядка. Теорема Коши о существовании и единственности решения задачи Коши для уравнения $y'' = f(x, y, y')$. 5. Метод понижения порядка для решения уравнений вида $f(x, y', y'') = 0$ и $f(y, y', y'') = 0$. 6. Дифференциальные уравнения n-го порядка. Задача Коши. Общее и частное решения. Теорема Коши о существовании и единственности решения задачи Коши для дифференциального уравнения n-го порядка. 7. Линейное дифференциальное уравнение n-го порядка однородное и неоднородное. Линейный дифференциальный оператор и его свойства. Запись линейного дифференциального уравнения с помощью линейного дифференциального оператора. 8. Необходимое и достаточное условие линейной независимости двух функций на $[a, b]$. 9. Линейная зависимость и независимость системы функций на $[a, b]$. Определитель Вронского для системы n функций и его связь с линейной зависимостью и независимостью системы функций. 10. Линейное однородное дифференциальное уравнение n-го порядка, свойства решений (с доказательством). Фундаментальная система решений линейного однородного дифференциального уравнения. Свойства определителя Вронского для фундаментальной системы решений. 11. Теорема о структуре общего решения линейного однородного дифференциального уравнения n-го порядка (с доказательством). 12. Теорема о структуре общего решения линейного неоднородного дифференциального уравнения n-го порядка (с доказательством). 13. Линейное однородное дифференциальное уравнение n-го порядка с постоянными
--	--	--

		<p>коэффициентами. Характеристическое уравнение.</p> <p>14. Линейное однородное дифференциальное уравнение 2-го порядка с постоянными коэффициентами. Фундаментальная система решений и общее решение в различных случаях корней характеристического уравнения. Правило нахождения фундаментальной системы решений для линейного однородного дифференциального уравнения n-го порядка.</p> <p>15. Линейное неоднородное дифференциальное уравнение. Метод вариации произвольных постоянных. Метод неопределенных коэффициентов для линейного неоднородного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами с правой частью специального вида.</p>
2	<p>Краевые задачи для дифференциальных уравнений. Системы дифференциальных уравнений</p> <p>Приближенные методы решения дифференциальных уравнений. Исследование решений дифференциальных уравнений на устойчивость.</p>	<p>16. Краевые задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений. Постановка краевой задачи. Краевые условия. Функция Грина. Формула Грина. Собственные значения и собственные функции краевой задачи. Задача Штурма – Лиувилля. Свойства собственных значений и собственных функций (одно из них доказать, используя формулу Грина). Разложение функции в ряд по собственным функциям.</p> <p>17. Нормальные системы двух дифференциальных уравнений с двумя неизвестными функциями. Запись системы в виде одного векторного уравнения (иначе - в матричной форме). Определение решения. Постановка задачи Коши. Определение частного решения. Понятие об общем решении. Формулировка теоремы существования и единственности решения задачи Коши. Геометрическая интерпретация решения нормальной системы.</p> <p>18. Нормальная линейная система, однородная и неоднородная. Определение общего решения линейной системы. Линейные однородные системы. Формулировка свойств их решений. Определитель Вронского для системы, состоящей из двух векторных функций. ФСР однородной линейной системы.</p> <p>19. Формулировка теоремы о структуре общего</p>

		<p>решения линейной однородной системы. Линейные однородные системы с постоянными коэффициентами. Привести пример отыскания общего решения в случае различных действительных корней характеристического уравнения.</p> <p>20. Линейные неоднородные системы. Формулировка теоремы о существовании частного решения такой системы.</p> <p>21. Устойчивость. Определение решения системы дифференциальных уравнений, устойчивого по Ляпунову. Определение асимптотически устойчивого решения системы. Неустойчивые по Ляпунову решения системы. Примеры.</p> <p>22. Автономные нормальные системы дифференциальных уравнений. Положение равновесия (точка покоя) системы. Понятие о фазовой плоскости и о траектории движения точки в фазовой плоскости.</p> <p>23. Производная некоторой функции в силу системы. Формулировка трех теорем</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Об устойчивости тривиального решения системы; 2) Об асимптотической устойчивости тривиального решения системы; 3) О неустойчивости тривиального решения (теорема Четаева). <p>Понятие о функции Ляпунова.</p> <p>24. Асимптотическая устойчивость и неустойчивость по Ляпунову тривиального решения линейной однородной системы с постоянными коэффициентами в зависимости от вида корней характеристического уравнения (формулировки и пример).</p> <p>25. Линеаризация нелинейной системы. Асимптотическая устойчивость и неустойчивость по Ляпунову в некритических случаях (формулировки и пример).</p>
--	--	---

3.2 Текущий контроль

Перечень проводимых мероприятий текущего контроля:

Контролируется посещение лекций и практических занятий, выполнение контрольных и расчетно-графических работ. Может быть использовано компьютерное тестирование.

Письменный опрос

Письменный опрос «Крайевые задачи. Системы уравнений» (3 семестр)

Примерный вариант задач.

1. Исследовать на устойчивость точку покоя системы

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = y - x^3 \\ \frac{dy}{dt} = -x - 7y^3 \end{cases} ; \quad \begin{cases} \frac{dx}{dt} = x - 2y \\ \frac{dy}{dt} = 2y - 3x \end{cases}$$

2. Решить задачу Штурма – Лиувилля $y'' + \lambda y = 0$, $y'(4) = y'(8) = 0$

Теоретические вопросы для письменного опроса

1. Аналитические методы решения уравнений и крайевых задач для них.
2. Понятие о численных методах
3. Методы изоклин.
4. Метод Эйлера.
5. Улучшенный метод Эйлера.
6. Исследование решений дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений на устойчивость.
7. Асимптотическая устойчивость определение.
8. Исследование на устойчивость решений систем линейных однородных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.
9. Качественный метод исследования решений на устойчивость.
10. Построение функций Ляпунова.

Расчетно-графические работы (РГР)

РГР *Расчетно-графическая работа «Решение дифференциальных уравнений».*

Примерный вариант.

1. Решить задачу Коши.

$$y' = \frac{y}{x} + \frac{x}{y} + \frac{x^3}{y^3}, \quad y(1) = 0$$

2. Найти общее решение.

$$y' - y \cdot \operatorname{ctgx} = \frac{\sin^4 x}{y}$$

3. Найти общее решение.

$$y'' - \frac{y'}{x} = x \cdot e^x$$

4. Решить задачу Коши.

$$\frac{y''}{y'} = \frac{2y \cdot y'}{1 + y^2} \quad y(0) = 0, \quad y'(0) = 1$$

5. Найти общее решение, используя метод неопределенных коэффициентов.

$$y'' - 2y' - 3y = 2\cos 3x$$

6. Решить задачу Коши.

$$y''' - 4y'' = -12(2x + 1), \quad y(0) = -1, \quad y'(0) = -6, \quad y''(0) = 0$$

7. Написать вид общего решения.

$$y''' + 8y'' + 20y' = -5 - x \cdot \cos 2x + e^{-4x} \sin 2x$$

8. Найти общее решение, используя метод вариации произвольных постоянных.

$$y'' + y' = e^x \cdot \cos e^x$$

Теоретические вопросы для РГР

1. Определение дифференциального уравнения, его порядка, решения. Задача Коши для уравнения $y' = f(x, y)$ и ее геометрическая интерпретация. Общее и частное решение уравнения 1-го порядка. Теорема Коши о существовании и единственности решения задачи Коши для уравнения $y' = f(x, y)$. Геометрическая интерпретация теоремы Коши.
2. Метод интегрирования дифференциальных уравнений 1-го порядка с разделяющимися переменными и однородных уравнений. Метод интегрирования линейного дифференциального уравнения 1-го порядка. Метод интегрирования уравнения Бернулли.
3. Поле направлений, определяемое уравнением $y' = f(x, y)$. Изоклины. Метод Эйлера приближенного решения задачи Коши для уравнения вида $y' = f(x, y)$. Понятие об особом решении для дифференциальных уравнений 1-го порядка. Огибающая семейства решений.
4. Дифференциальные уравнения 2-го порядка. Задачи Коши для уравнения $y'' = f(x, y, y')$ и ее геометрическая интерпретация. Общее и частное решения дифференциального уравнения 2-го порядка. Теорема Коши о существовании и единственности решения задачи Коши для уравнения $y'' = f(x, y, y')$.
5. Метод понижения порядка для решения уравнений вида $f(x, y', y'') = 0$ и $f(y, y', y'') = 0$.
6. Дифференциальные уравнения n-го порядка. Задача Коши. Общее и частное решения. Теорема Коши о существовании и единственности решения задачи Коши для дифференциального уравнения n-го порядка.
7. Линейное дифференциальное уравнение n-го порядка однородное и неоднородное.
8. Линейный дифференциальный оператор и его свойства. Запись линейного дифференциального уравнения с помощью линейного дифференциального оператора.
9. Необходимое и достаточное условие линейной независимости двух функций на $[a, b]$.

10. Линейная зависимость и независимость системы функций на $[a, b]$. Определитель Вронского для системы n функций и его связь с линейной зависимостью и независимостью системы функций.
11. Линейное однородное дифференциальное уравнение n -го порядка, свойства решения.
12. Фундаментальная система решений линейного однородного дифференциального уравнения. Свойства определителя Вронского для фундаментальной системы решений.
13. Теорема о структуре общего решения линейного однородного дифференциального уравнения n -го порядка.
14. Теорема о структуре общего решения линейного неоднородного дифференциального уравнения n -го порядка.
15. Линейное однородное дифференциальное уравнение n -го порядка с постоянными коэффициентами.
16. Характеристическое уравнение.
17. Линейное однородное дифференциальное уравнение 2-го порядка с постоянными коэффициентами.
18. Фундаментальная система решений и общее решение в различных случаях корней характеристического уравнения.
19. Правило нахождения фундаментальной системы решений для линейного однородного дифференциального уравнения n -го порядка.
20. Линейное неоднородное дифференциальное уравнение.
21. Метод вариации произвольных постоянных.
22. Метод неопределенных коэффициентов для линейного неоднородного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами с правой частью специального вида.

Контролирующие тесты

Образец:

1). Функция $y = C_1 e^{2x} + C_2 e^{-x}$ является общим решением линейного однородного дифференциального уравнения. Тогда его характеристическое уравнение имеет вид...

Варианты ответа

- a) $K^2 + K - 6 = 0$;
- b) $K^2 + K - 2 = 0$;
- c) $K^2 - K - 2 = 0$;
- d) $K^2 + 3K - 4 = 0$.

2). Дано дифференциальное уравнение $y' = 5 - y$. Тогда его решением является функция...

Варианты ответа:

- a) $y = e^x + 5$;
- b) $y = e^{-x} - 5$;
- c) $y = e^{-x} + 5$;

d) $y = e^x - 5$.

3). Порядок дифференциального уравнения $y'' - y' \operatorname{tg} x = \cos x$ можно понизить заменой...

Варианты ответа:

- a) $y' = z(y)$;
- b) $y' = z(x)$;
- c) $y'' = z(x)$;
- d) $y'' = z(y)$.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура промежуточной аттестации регламентируется с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся в НИУ МГСУ.

4.1 Процедура оценивания при проведении промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме зачета

Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) проводится в форме зачета в 3 семестре.

Код показателя оценивания	Оценка	
	«незачтено»	«зачтено»
З1	Обучающийся не знает значительной части приемов и методов курса дифференциальных уравнений, допускает существенные ошибки.	Обучающийся имеет знания основных технических приемов и методов дифференциальных уравнений Теоретическое содержание курса освоено полностью. Сформированы компетенции. Учебные задания, предусмотренные планом, выполнены полностью.
У1	Не умеет самостоятельно использовать алгоритмические приёмы решения стандартных задач по курсу дифференциальных уравнений, необходимые практические компетенции не сформированы.	Освоено использование алгоритмических приёмов решения стандартных задач курса дифференциальных уравнений.

Н1	Обучающийся не владеет значительной частью программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет задания.	Предусмотренные программой задания по дифференциальным уравнениям выполнены обучающимся. Компетенции сформированы полностью.
Н2	Не продемонстрировал навыки самостоятельной работы, не все темы изучены полностью.	Навыки самостоятельной работы продемонстрированы, все темы изучены полностью.

Приложение 2 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.Б.12	Дифференциальные уравнения

Код направления подготовки / Специальности	01.03.04
Направление подготовки / Специальность	Прикладная математика
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач (академический бакалавриат)
Год начала реализации ОПОП	2015
Уровень образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Год разработки/обновления	2017

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы, количество страниц	Количество экземпляров печатных изданий	Число обучающихся, одновременно изучающих дисциплину (модуль)
1	2	3	4	5
<i>Основная литература:</i>				
НТБ НИУ МГСУ				
	Дифференциальные уравнения	Письменный, Д. Т. Конспект лекций по высшей математике. Полный курс [Текст] / Д. Т. Письменный. - 11-е изд. - Москва : Айрис-пресс, 2013. - 603 с.	200	30
ЭБС АСВ				
	Дифференциальные уравнения	Коновалова Л.В. Дифференциальные уравнения и их применение в технике [Электронный ресурс]/ Коновалова Л.В.— Электрон. текстовые данные.— СПб: Санкт-Петербургский строительный университет, 2015.— 57 с.	http://www.iprbookshop.ru/49956	30
<i>Дополнительная литература:</i>				
НТБ НИУ МГСУ				

Дифференциальные уравнения	Демидович Б.П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения [Текст] Учебное пособие для вузов / Б.П.Демидович, И.А.Марон, Э.З.Шувалова; под ред. Б.П.Демидовича.- Изд. 5-е стер.-СПб. Лань, 2010. – 400 с.	100	30
Дифференциальные уравнения	Арефьев В. Н. Дифференциальные уравнения в инженерном вузе [Текст] Учебное пособие для вузов/ В.Н.Арефьев, Е.Г.Ситникова; Моск. гос. строит. ун-т. [науч. ред. М.А.Беляева, рец. Л.А.Багиров, А.В.Мансуев].- Москва: МГСУ, 2009, 150 с.	47	30
Дифференциальные уравнения	Берман Г. Н. Сборник задач по курсу математического анализа [Текст] М., Наука, 2007г.	179	30

Согласовано:

НТБ

_____ /
дата_____ / Ерофеева О.Р./
Подпись, ФИО

Приложение 3 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.Б.12	Дифференциальные уравнения

Код направления подготовки / специальности	01.03.04
Направление подготовки / специальность	Прикладная математика
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач (академический бакалавриат)
Год начала реализации ОПОП	2015
Уровень образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Год разработки/обновления	2017

Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема	Наименование программного обеспечения	Тип лицензии
1.	Краевые задачи для дифференциальных уравнений. Системы дифференциальных уравнений.	Системы дифференциальных уравнений	Office Professional Plus 2013	Open License
2.	Приближенные методы решения дифференциальных уравнений. Исследование решений дифференциальных уравнений и систем на устойчивость.	Устойчивость по Ляпунову	Office Professional Plus 2013	Open License

Приложение 4 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.Б.12	Дифференциальные уравнения

Код направления подготовки / специальности	01.03.04
Направление подготовки / специальность	Прикладная математика
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач (академический бакалавриат)
Год начала реализации ОПОП	2015
Уровень образования	Бакалавриат
Форма обучения	очная
Год разработки/обновления	2017-

Перечень материально-технического обеспечения по дисциплине (модулю):

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование оборудования	№ и наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий
1	2	3	4
1	Лекции.	Стационарные/мобильные (переносные) наборы демонстрационного оборудования	Аудитории/аудитория проведения занятий лекционного типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда
2	Практические занятия	Мобильные (переносные) наборы демонстрационного оборудования	Аудитории/аудитория проведения занятий семинарского типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда

3	Самостоятельная работа	32 персональных компьютера с конфигурацией: 2.6 ГГц, HDD 160 Гб, RAM 2 Гб, Video RAM 256 Мб, DVD-R/RW, монитор 19" , 48 персональных компьютеров с конфигурацией: 3 ГГц, HDD 160 Гб, RAM 2 Гб, Video RAM 256 Мб, DVD-R/RW, монитор 19" , 40 персональных компьютеров с конфигурацией: 2.9 ГГц, HDD 250 Гб, RAM 4 Гб, Video RAM 512 Мб, DVD-R/RW, монитор 19"	Помещение для самостоятельной работы (129337, г. Москва, Ярославское ш., д.26, корп.2 Учебный корпус (Библиотека) комн.10,комн.4)
---	------------------------	--	---