

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 26.05.2023 15:40:45
Уникальный программный ключ:
ca953a0120d891083f939673078af1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»
Факультет физико-математических и естественных наук**

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дифференциальные уравнения

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МСЧН для направления подготовки/специальности:

01.03.01 Математика

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):

Математика

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2023 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Дифференциальные уравнения» является ознакомление студентов с базовыми и специальными понятиями теории обыкновенных дифференциальных уравнений, основными методами численного и аналитического решения обыкновенных дифференциальных уравнений, приемами доказательства качественных теорем теории обыкновенных дифференциальных уравнений, методами приложения результатов теории обыкновенных дифференциальных уравнений к задачам физики, механики, математической экономики.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Дифференциальные уравнения» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
УК-6	Способность управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.	УК-6.1 Оценивает свои ресурсы и их пределы (личностные, ситуативные, временные), оптимально их использует для успешного выполнения порученного задания.
		УК-6.2 Определяет приоритеты профессионального роста и способы совершенствования собственной деятельности на основе самооценки по выбранным критериям.
		УК-6.3 Выстраивает гибкую профессиональную траекторию, используя инструменты непрерывного образования, с учетом накопленного опыта профессиональной деятельности и динамично изменяющихся требований рынка труда.
ОПК-1	Способность применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности.	ОПК-1.1 Использует существующие и разрабатывает новые методики решения задач в математике.
		ОПК-1.2 Использует современное оборудование, программное обеспечение и профессиональные базы данных для решения математических задач.
ПК-1	Способность к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области	ПК-1.1 Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР.
		ПК-1.2 Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР
		ПК-1.3 Выбирает методы исследования для решения поставленных задач НИР.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Дифференциальные уравнения» относится к обязательной части блока Б1 ОП ВО.

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Дифференциальные уравнения».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
УК-6	Способность управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни.		Дисциплины междисциплинарного модуля.
ОПК-1	Способность применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности.	Математический анализ. Линейная алгебра и аналитическая геометрия. Дискретная математика и математическая логика.	Дифференциальная геометрия и топология. Уравнения с частными производными. Теория вероятностей и математическая статистика. Численные методы. Методы оптимизации. Физика. Теоретическая механика.
ПК-1	Способность к определению общих форм и закономерностей отдельной предметной области.		Преддипломная практика. Научно-исследовательская работа. ВКР

* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Дифференциальные уравнения» составляет 9 зачетных единиц.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО для **ОЧНОЙ** формы обучения

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(-ы)			
		1	2	3	4
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	136			68	68
Лекции (ЛК)	68			34	34
Лабораторные работы (ЛР)					
Практические/семинарские занятия (СЗ)	68			34	34
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	116			76	40
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	72			36	36
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	324		180	144
	зач.ед.	9		5	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
Раздел 1. Дифференциальные уравнения первого порядка	<u>Тема 1.1.</u> ДУ первого порядка разрешенные относительно производной. Понятие решения обыкновенного ДУ. Интегральная кривая. Задача Коши. Особое решение, общее решение, частное решение. Поле направлений. Метод изоклин.	ЛК, СЗ
	<u>Тема 1.2.</u> ДУ первого порядка в симметричной форме. Решение задачи Коши в симметричной форме. Особые точки. Теоремы существования и единственности решения задачи Коши. Интеграл уравнения в симметричной форме.	
	<u>Тема 1.3.</u> Интегрируемые типы ДУ первого порядка. Уравнения с разделенными и разделяющимися переменными. Уравнения в полных дифференциалах. Интегрирующий множитель. Линейные уравнения.	
	<u>Тема 1.4.</u> Теорема Пеано. Эквивалентное интегральное уравнение. Ломаные Эйлера и их свойства.	
Раздел 2. Системы дифференциальных уравнений.	<u>Тема 2.1.</u> Понятие нормальной системы ДУ и её решения. Векторная запись нормальной системы. Сведение ДУ порядка n к нормальной системе специального вида.	ЛК, СЗ
	<u>Тема 2.2.</u> Условие Липшица и локальное условие Липшица. Липшицевы функции на компактах.	
	<u>Тема 2.3.</u> Теорема Пикара. Эквивалентные интегральные уравнения. Последовательность пикаровских приближений и её свойства.	
	<u>Тема 2.4.</u> Теоремы единственности. Понятия точки единственности и области единственности. Лемма Гронуолла. Теорема существования и единственности.	

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
	<p><u>Тема 2.5.</u> Продолжимость решений. Необходимые и достаточные условия продолжимости решения за точку. Полное решение. Теорема существования и единственности полного решения задачи Коши. Полное решение и компакт.</p>	
<p>Раздел 3. Линейные ДУ высших порядков.</p>	<p><u>Тема 3.1.</u> Основные определения. Теорема существования и единственности для ЛДУ-n.</p>	<p>ЛК, СЗ</p>
	<p><u>Тема 3.2.</u> Однородное линейное уравнение порядка n. Свойства линейного дифференциального оператора. Определитель Вронского и его свойства. Фундаментальная система решений и её существование. Общее решение однородного ЛДУ-n.</p>	
	<p><u>Тема 3.3.</u> Метод Эйлера. Характеристический многочлен. Квазиодночлены и их линейная независимость. Овеществление фундаментальной системы решений. Обоснование метода Эйлера.</p>	
<p>Раздел 4. Линейные системы дифференциальных уравнений.</p>	<p><u>Тема 4.1.</u> Линейные однородные системы. Линейная независимость решений. Определитель W и его свойства. Фундаментальная матрица. Общее решение линейной однородной системы. Общий вид фундаментальной матрицы.</p>	<p>ЛК, СЗ</p>
	<p><u>Тема 4.2.</u> Линейные неоднородные системы. Общий вид решения неоднородной ЛДУ-n. Метод Лагранжа (метод вариации произвольной постоянной).</p>	
	<p><u>Тема 4.3.</u> Метод Эйлера. Случай 1: все собственные числа матрицы коэффициентов вещественные и простые. Случай 2: матрица коэффициентов имеет простые комплексные собственные числа. Случай 3: матрица коэффициентов имеет кратные собственные числа.</p>	
<p>Раздел 5. Зависимость решений от начальных данных и параметров.</p>	<p><u>Тема 4.4.</u> Формула Остроградского-Лиувилля.</p>	<p>ЛК, СЗ</p>
	<p><u>Тема 5.1.</u> Оценка разности двух решений.</p>	
	<p><u>Тема 5.2.</u> Теорема о непрерывной зависимости решений от начальных данных и параметров.</p> <p><u>Тема 5.3.</u> Дифференцируемость решений по начальным данным и параметрам. Теорема о</p>	

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
	дифференцируемости. Вычисление соответствующих частных производных решения задачи Коши с параметром.	
Раздел 6. Интегралы и траектории.	<p>Тема 6.1. Интегралы нормальных систем. Функционально-независимые интегралы. Решение задачи Коши с помощью функционально-независимых интегралов.</p> <p>Тема 6.2. Автономные системы. Сдвиг решения автономной системы. Фазовое пространство системы. Траектория решения и траектория точки. Основное тождество автономных систем. Точка покоя и её свойства. Периодические решения. Виды траекторий автономных систем.</p> <p>Тема 6.3. Классификация Пуанкаре. Обыкновенный узел. Дикритический узел. Вырожденный узел. Седло. Центр. Фокус. Направление движения. Траектории нелинейной системы. Теорема Пуанкаре.</p>	ЛК, СЗ
Раздел 7. Теория устойчивости по Ляпунову.	<p>Тема 7.1. Основные определения теории устойчивости. Устойчивость и асимптотическая устойчивость. Сведение к случаю тривиального решения.</p> <p>Тема 7.2. Устойчивость линейных систем. Критерий устойчивости тривиального решения. Критерий асимптотической устойчивости тривиального решения. Устойчивость линейных систем с постоянными коэффициентами.</p> <p>Тема 7.3. Метод функций Ляпунова (второй метод Ляпунова). Определение функции Ляпунова и её свойства. Производная в силу системы. Критерий устойчивости тривиального решения нормальной системы. Критерий асимптотической устойчивости нормальной системы. Линейная замена переменных. Устойчивость по первому приближению.</p>	ЛК, СЗ
Раздел 8. Элементы вариационного исчисления.	<p>Тема 8.1. Введение в вариационное исчисление. Задача о брахистохроне. Понятие функционала. Примеры функционалов. Простейшая задача вариационного исчисления.</p> <p>Тема 8.2. Минимизация функционала общего вида. Уравнение Эйлера-Лагранжа. Основная лемма вариационного исчисления.</p> <p>Тема 8.3. Классификация экстремумов. Задача о мыльной плёнке. Не аналитические способы классификации экстремалей. Вторая вариация. Условие Лежандра.</p>	ЛК, СЗ

* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – семинарские занятия.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Лаборатория	Аудитория для проведения лабораторных работ, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и оборудованием.	
Семинарская	Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Компьютерный класс	Компьютерный класс для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная персональными компьютерами (в количестве ___ шт.), доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	Доступ к ТУИС для проведения промежуточного контроля (онлайн-тестов).
Для самостоятельной работы обучающихся	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	

* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений. М., все годы издания
2. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М., все годы издания
3. Понтрягин Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М., все годы издания
4. Арнольд В.И. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М., 1974
5. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М., все годы издания
6. Матвеев Н.М. Сборник задач и упражнений по обыкновенным дифференциальным уравнениям. Ростов, 1962
7. Матвеев Н.М. Методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений. Л., все годы издания

Дополнительная литература:

1. Еругин Н.Л. Книга для чтения по общему курсу дифференциальных уравнений. Минск, 1970
2. Арнольд В.И. Дополнительные главы теории обыкновенных дифференциальных уравнений. М., 1978

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН
<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» www.studentlibrary.ru

- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>

- ЭБС «Троицкий мост»

2. Базы данных и поисковые системы:

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации
<http://docs.cntd.ru/>

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS
<http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

-

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля:*

1. Курс лекций по дисциплине «Дифференциальные уравнения».

2. ИДЗ по отдельным разделам дисциплины (например, решение линейных уравнений 2-го порядка с переменными коэффициентами).

* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оценочные материалы и балльно-рейтинговая система* оценивания уровня сформированности компетенций (части компетенций) по итогам освоения дисциплины «Дифференциальные уравнения» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

* - ОМ и БРС формируются на основании требований соответствующего локального нормативного акта РУДН.

РАЗРАБОТЧИКИ:

Профессор, МИ РУДН



Апушкинская Д.Е.

Должность, БУП

Подпись

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Директор Математического
института им. С.М. Никольского



Муравник А.Б.

Наименование БУП

Подпись

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:
Профессор Математического
института им. С.М. Никольского



Фаминский А.В.

Должность, БУП

Подпись

Фамилия И.О.