

МИНПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
"Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого"
(ФГБОУ ВО "ТГПУ им. Л.Н. Толстого")

Функции нескольких переменных и функциональный анализ

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	алгебры, математического анализа и геометрии
ОПОП	02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем направленность (профиль) Информационные системы и базы данных
Квалификация	Бакалавр
Год начала подготовки	2019
Форма обучения	очная
Общая трудоемкость	4 з.е.

Виды контроля по семестрам:
экзамен 5

Семестр(Курс.Номер семестра на курсе)	5(3.1)		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД
Лекции	18	18	18	18
Практические	22	22	22	22
Итого ауд.	40	40	40	40
КСР	2	2	2	2
Контактная работа	42	42	42	42
Сам. работа	66	66	66	66
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого трудоемкость в часах	144	144	144	144

Программу составил(и):

к.б.н., доцент, Исаева Нина Магомедрасуловна

Рабочая программа дисциплины

Функции нескольких переменных и функциональный анализ

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 23.08.2017 г. № 809)

составлена на основании учебного плана:

02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем
направленность (профиль) Информационные системы и базы данных
утвержденного Учёным советом вуза от 30.05.2019 протокол № 6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

алгебры, математического анализа и геометрии

Зав. кафедрой Добровольский Н.М.

РПД утверждена Учёным советом университета
протокол от 30.5.2019 г. № 6

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов теоретических знаний в области дифференциального и интегрального исчисления функций нескольких переменных, а также функционального анализа как базы для освоения других дисциплин математического цикла.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:		Б1.О
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
1.	Дифференциальные и разностные уравнения	
2.	Системы компьютерной математики	
3.	Вводный курс физики	
4.	Интегральное исчисление	
5.	Основные алгебраические структуры	
6.	Дифференциальное исчисление	
7.	Линейная алгебра	
8.	Информатика	
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
1.	Комплексные функции	
2.	Методы вычислений	
3.	Вычислительная геометрия	

3. СООТНЕСЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) С ИНДИКАТОРАМИ ДОСТИЖЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

3.1 Компетенции обучающегося и индикаторы их достижения:

ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности

ОПК-1.1	Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук
	знает определения частных производных и дифференциалов функций многих переменных, двойного, тройного, криволинейных интегралов; основные понятия и методы функционального анализа
ОПК-1.2	Умеет использовать их в профессиональной деятельности
	умеет вычислять пределы и исследовать на непрерывность функцию нескольких переменных; находить экстремумы функции двух переменных; решать стандартные задачи функционального анализа
ОПК-1.3	Имеет навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний
	владеет навыками практического использования математического аппарата для решения стандартных задач функционального анализа

3.2 Результаты обучения по дисциплине:

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

	Знать:
3.1	определения частных производных и дифференциалов функций многих переменных, двойного, тройного, криволинейных интегралов;
3.2	основные понятия и методы функционального анализа
	Уметь:
У.1	вычислять пределы и исследовать на непрерывность функцию нескольких переменных;
У.2	находить экстремумы функции двух переменных;
У.3	решать стандартные задачи функционального анализа
	Владеть:
В.1	практического использования математического аппарата для решения стандартных задач функционального анализа

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература	Содержание
-------------	---	----------------	-------	------------	------------

	Предел и непрерывность функций многих переменных				
1.1	Предел и непрерывность функций многих переменных /Лек/	5	2	Л1.1Л2.1	Определение функции нескольких переменных. Предел и непрерывность функции нескольких переменных. Линии и поверхности уровня.
1.2	Предел и непрерывность функций многих переменных /Пр/	5	2	Л1.1Л2.1	Определение функции нескольких переменных. Предел и непрерывность функции нескольких переменных. Линии и поверхности уровня.
1.3	Предел и непрерывность функций многих переменных /Ср/	5	8	Л1.1Л2.1	Определение функции нескольких переменных. Предел и непрерывность функции нескольких переменных. Линии и поверхности уровня.
	Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных				
2.1	Частные производные и дифференциалы функций многих переменных /Лек/	5	2	Л1.1Л2.1	Частные производные. Геометрический и физический смысл частных производных. Частные производные высших порядков. Необходимое и достаточное условие дифференцируемости функции нескольких переменных. Полный дифференциал. Применение полного дифференциала в приближённых вычислениях. Дифференциалы второго порядка и высших порядков.
2.2	Частные производные и дифференциалы функций многих переменных /Пр/	5	2	Л1.1Л2.1	Частные производные. Геометрический и физический смысл частных производных. Частные производные высших порядков. Необходимое и достаточное условие дифференцируемости функции нескольких переменных. Полный дифференциал. Применение полного дифференциала в приближённых вычислениях. Дифференциалы второго порядка и высших порядков.
2.3	Частные производные и дифференциалы функций многих переменных /Ср/	5	8	Л1.1Л2.1	Частные производные. Геометрический и физический смысл частных производных. Частные производные высших порядков. Необходимое и достаточное условие дифференцируемости функции нескольких переменных. Полный дифференциал. Применение полного дифференциала в приближённых вычислениях. Дифференциалы второго порядка и высших порядков.
2.4	Экстремумы функции нескольких переменных /Лек/	5	2	Л1.1Л2.1	Максимум и минимум функции двух переменных. Условный экстремум. Наибольшее и наименьшее значения функции в замкнутой области.
2.5	Экстремумы функции нескольких переменных /Пр/	5	2	Л1.1Л2.1	Максимум и минимум функции двух переменных. Условный экстремум. Наибольшее и наименьшее значения функции в замкнутой области.
2.6	Экстремумы функции нескольких переменных /Ср/	5	8	Л1.1Л2.1	Максимум и минимум функции двух переменных. Условный экстремум. Наибольшее и наименьшее значения функции в замкнутой области.
	Интегральное исчисление функций нескольких переменных				

3.1	Двойной интеграл /Лек/	5	2	Л1.2Л2.1	Определение двойного интеграла и его свойства. Замена переменных в двойном интеграле. Замена переменных при переходе к полярным координатам. Приложение двойного интеграла к решению геометрических и физических задач.
3.2	Двойной интеграл /Пр/	5	4	Л1.2Л2.1	Определение двойного интеграла и его свойства. Замена переменных в двойном интеграле. Замена переменных при переходе к полярным координатам. Приложение двойного интеграла к решению геометрических и физических задач.
3.3	Двойной интеграл /Ср/	5	8	Л1.2Л2.1	Определение двойного интеграла и его свойства. Замена переменных в двойном интеграле. Замена переменных при переходе к полярным координатам. Приложение двойного интеграла к решению геометрических и физических задач.
3.4	Тройной интеграл /Лек/	5	2	Л1.2Л2.1	Определение тройного интеграла и его свойства. Замена переменных в тройном интеграле. Приложение тройных интегралов к решению геометрических и физических задач.
3.5	Тройной интеграл /Пр/	5	2	Л1.2Л2.1	Определение тройного интеграла и его свойства. Замена переменных в тройном интеграле. Приложение тройных интегралов к решению геометрических и физических задач.
3.6	Тройной интеграл /Ср/	5	6	Л1.2Л2.1	Определение тройного интеграла и его свойства. Замена переменных в тройном интеграле. Приложение тройных интегралов к решению геометрических и физических задач.
3.7	Криволинейные интегралы /Лек/	5	2	Л1.2Л2.1	Криволинейный интеграл второго рода. Определение и свойства. Работа переменной силы на криволинейном участке пути. Вычисление криволинейного интеграла второго рода. Формула Грина-Остроградского. Выражение площади области, ограниченной кривой, через криволинейный интеграл. Условие независимости криволинейного интеграла от пути интегрирования. Криволинейный интеграл первого рода.
3.8	Криволинейные интегралы /Пр/	5	4	Л1.2Л2.1	Криволинейный интеграл второго рода. Определение и свойства. Работа переменной силы на криволинейном участке пути. Вычисление криволинейного интеграла второго рода. Формула Грина-Остроградского. Выражение площади области, ограниченной кривой, через криволинейный интеграл. Условие независимости криволинейного интеграла от пути интегрирования. Криволинейный интеграл первого рода.
3.9	Криволинейные интегралы /Ср/	5	8	Л1.2Л2.1	Криволинейный интеграл второго рода. Определение и свойства. Работа переменной силы на криволинейном участке пути. Вычисление криволинейного интеграла второго рода. Формула Грина-Остроградского. Выражение площади области, ограниченной кривой, через криволинейный интеграл. Условие независимости криволинейного интеграла от пути интегрирования. Криволинейный интеграл первого рода.
	Метрические пространства				

4.1	Понятие метрического пространства /Лек/	5	2	Л1.3Л2.1	Определение и основные примеры. Сходимость, открытые и замкнутые множества. Полные метрические пространства. Линейные нормированные пространства.
4.2	Понятие метрического пространства /Пр/	5	4	Л1.3Л2.1	Определение и основные примеры. Сходимость, открытые и замкнутые множества. Полные метрические пространства. Линейные нормированные пространства.
4.3	Понятие метрического пространства /Ср/	5	6	Л1.3Л2.1	Определение и основные примеры. Сходимость, открытые и замкнутые множества. Полные метрические пространства. Линейные нормированные пространства.
4.4	Принцип сжимающих отображений. /Лек/	5	2	Л1.3Л2.1	Принцип сжимающих отображений. Теорема существования и единственности решений дифференциальных уравнений.
4.5	Принцип сжимающих отображений. /Ср/	5	6	Л1.3Л2.1	Принцип сжимающих отображений. Теорема существования и единственности решений дифференциальных уравнений.
	Мера Лебега. Интеграл Лебега				
5.1	Мера Лебега. Интеграл Лебега /Лек/	5	2	Л1.3Л2.1	Мера элементарных множеств. Мера плоских множеств. Общее понятие меры. Определение интеграла Лебега. Сравнение интеграла Лебега с интегралом Римана.
5.2	Мера Лебега. Интеграл Лебега /Пр/	5	2	Л1.3Л2.1	Мера элементарных множеств. Мера плоских множеств. Общее понятие меры. Определение интеграла Лебега. Сравнение интеграла Лебега с интегралом Римана.
5.3	Мера Лебега. Интеграл Лебега /Ср/	5	8	Л1.3Л2.1	Мера элементарных множеств. Мера плоских множеств. Общее понятие меры. Определение интеграла Лебега. Сравнение интеграла Лебега с интегралом Римана.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

5.1. Типовые задания для проведения текущего контроля

Найдите экстремумы функции двух переменных.
Найдите частные производные второго порядка для функции двух переменных.
Найдите дифференциал функции двух переменных.
Вычислите двойной интеграл.
Вычислите с помощью двойного интеграла площадь фигуры, ограниченной линиями.
Вычислите тройной интеграл.
Вычислите криволинейный интеграл.
Вычислите с помощью криволинейного интеграла площадь фигуры, ограниченной линиями.
Выясните, является ли пространство метрическим.
Определите меру множества.
Вычислите интеграл Лебега.

5.2. Типовые задания для проведения промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену

1. Метрические пространства. Полные метрические пространства.
2. Принцип сжимающих отображений.
3. Теорема существования и единственности решений дифференциальных уравнений.
4. Линейные пространства.
5. Линейные нормированные пространства.
6. Евклидовы пространства.
7. Мера Лебега. Измеримые функции.
8. Интеграл Лебега.
9. Частное и полное приращение функции.
10. Предел и непрерывность функции двух переменных.
11. Частные производные. Геометрический и физический смысл частных производных.
12. Частные производные высших порядков.
13. Необходимое и достаточное условие дифференцируемости функции нескольких переменных. Полный

дифференциал.	
14.	Применение полного дифференциала в приближённых вычислениях.
15.	Дифференциалы второго порядка и высших порядков.
16.	Дифференцирование сложной функции нескольких переменных.
17.	Дифференцирование неявной функции.
18.	Касательная плоскость и нормаль к поверхности.
19.	Максимум и минимум функции двух переменных.
20.	Условный экстремум.
21.	Наибольшее и наименьшее значения функции в замкнутой области.
22.	Определение двойного интеграла и его свойства.
23.	Замена переменных в двойном интеграле. Замена переменных при переходе к полярным координатам.
24.	Приложение двойного интеграла к решению геометрических и физических задач.
25.	Определение тройного интеграла и его свойства.
26.	Замена переменных в тройном интеграле.
27.	Приложение тройных интегралов к решению геометрических и физических задач.
28.	Криволинейный интеграл второго рода. Определение и свойства. Работа переменной силы на криволинейном участке пути.
29.	Вычисление криволинейного интеграла второго рода.
30.	Формула Грина-Остроградского.
31.	Выражение площади области, ограниченной кривой, через криволинейный интеграл.
32.	Условие независимости криволинейного интеграла от пути интегрирования.
33.	Криволинейный интеграл первого рода.

5.3. Перечень видов оценочных средств

Индивидуальные задания
Контрольные работы
Тест
Экзамен

5.4. Процедура применения оценочных материалов

Итоговая рейтинговая оценка по дисциплине «Функции нескольких переменных и функциональный анализ» складывается из следующих составляющих:

1) За каждый укрупненный блок тем студент может максимально получить количество баллов, которые включают в себя: выполнение заданий для самостоятельной работы - до 2 баллов; устный ответ и (или) выполнение проверочной работы - до 3 баллов.

2) Обязательной формой текущей аттестации знаний является срезовая контрольная работа. Максимальная оценка на срезовой контрольной работе может составить 10 баллов.

3) Студентам, желающим повысить свой рейтинг, предлагаются задания повышенной сложности (творческие задания), которые максимально могут быть оценены в 10 баллов.

4) На экзамене ответ студента может быть максимально оценен в 30 баллов. Из них 10 баллов могут быть получены на тестировании и 20 баллов за ответ по билету.

Шкала перевода баллов в оценку: до 40 - «неудовл.»; 41-60 – «удовл», 61-80 - "хорошо", 81 и выше - "отлично".

Промежуточная аттестация может проводиться с применением электронного обучения и (или) дистанционных образовательных технологий в соответствии с «Порядком проведения промежуточной аттестации с применением электронного обучения и /или дистанционных образовательных технологий».

Проведение экзамена с применением дистанционных образовательных технологий может проходить по следующим процедурам:

в форме устного собеседования преподавателя со студентом по предложенным вопросам к экзамену (без предварительной подготовки к конкретному вопросу в период проведения экзамена),

в виде решения обучающимся уникального кейс-задания,

в виде защиты индивидуального учебного проекта;

в виде решения обучающимися экзаменационных тестовых заданий (с ограничением по времени выполнения);

в виде электронного портфолио обучающегося.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год (кол-во экземпляров для печатных изданий)	Ссылка на электронное издание
Л1.1	Фихтенгольц Г. М.	Курс дифференциального и интегрального исчисления. В 3-х т. Том 1: учебник	Москва: Физматлит, 2018	https://e.lanbook.com/book/100938
Л1.2	Фихтенгольц Г. М.	Курс дифференциального и интегрального исчисления. В 3-х тт. Том 2: учебник	Москва: Физматлит, 2018	https://e.lanbook.com/book/104963

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год (кол-во экземпляров для печатных изданий)	Ссылка на электронное издание
Л1.3	Асташова И. В., Никишкин В. А.	Геометрия и топология: учебно-методический комплекс	, 2011	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=90953

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год (кол-во экземпляров для печатных изданий)	Ссылка на электронное издание
Л2.1	Яковлев Г. Н.	Высшая математика: Учебник для студентов вузов	М.: Высшая школа, 2004 (12 шт.)	

6.3. Информационные технологии

6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

1.	Операционная система ROSA Enterprise Linux Desktop № RL00450-1-110518-01. RL00450-1-110518-17 от 11 мая 2018 г.
2.	Операционная система Microsoft Windows XP Professional Russian. Лицензия № 16698685 от 08.08.2003 г.
3.	Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian. Лицензия №48497058 от 13.05.2011 г., договор № Пр/16/6 от 05 апреля 2016 г.
4.	Операционная система Microsoft Windows 10 Professional Russian. Контракт № ПР/ФЕН/15/18 от 23.10.2015 г., договор № Пр/16/6 от 05 апреля 2016 г.
5.	Программное обеспечение Microsoft Office Enterprise 2007 Russian. Лицензия №46138962 от 16.11.2009
6.	Программное обеспечение Microsoft Office 2013 Professional. Контракт № 405535 от 2 ноября 2015 года, контракт № ПР/ФЕН/15/18 от 23.10.2015 г.
7.	Программа для распознавания текста ABBYY FineReader 9.0 Corporate Edition. Лицензионный сертификат - код позиции AF90-3U1V25-102, ABBYY FineReader 9.0 Corporate Edition Volume License Concurrent от 28 июля 2009 г.
8.	Электронный словарь ABBYY Lingvo X3 Европейская версия - Код позиции AL14-2U1V05-102, ABBYY Lingvo x3 Европейская версия. Именная лицензия Concurrent от 28 июля 2009 г.
9.	Комплексная система антивирусной защиты Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – стандартный Russian Edition. 500-999 Node 2 year Educational Renewal License. Лицензия № 13C8-190514-084943-783-1256 от 15.05.2019
10.	Файловый архиватор 7z. Свободно распространяемое ПО
11.	Браузеры Google Chrome, Mozilla, Opera. Свободно распространяемое ПО
12.	Текстовый редактор NotePad++. Свободно распространяемое ПО
13.	Инструмент для очистки и оптимизации операционных систем Microsoft Windows С Cleaner. Свободно распространяемое ПО
14.	Программа для записи видео и потокового вещания Open Broadcaster Software. Свободно распространяемое ПО
15.	Пакет офисных приложений Apache OpenOffice 4.1.6. Свободно распространяемое ПО
16.	Программа просмотра файлов формата RPD Adobe Acrobat Reader DC. Свободно распространяемое ПО
17.	Среда выполнения Adobe Flash Player. Свободно распространяемое ПО
18.	ПО интерактивной доски Elite Panaboard. Свободно распространяемое ПО
19.	Файловый менеджер Far manager. Свободно распространяемое ПО
20.	Система Интернет-телефонии Skype. Свободно распространяемое ПО
21.	Система облачного хранилища Dropbox. Свободно распространяемое ПО
22.	Редактор диаграмм, схем, блок-схем, UML-схем Dia 0.97.2. Свободно распространяемое ПО
23.	Оболочка программирования Code: Blocks 17.12. Свободно распространяемое ПО
24.	Среда программирования и набор инструментов для программирования. MinGW 0.6.3 Свободно распространяемое ПО

6.3.2 Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

1.	Компьютерная информационно-правовая система «Гарант»
2.	Портал «Информационно-коммуникационные технологии в образовании» (http://www.ict.edu.ru)
3.	Web of Science Core Collection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных (http://webofscience.com)

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Ауд.	Назначение	Оборудование и технические средства обучения	Вид
------	------------	--	-----

Ауд.	Назначение	Оборудование и технические средства обучения	Вид
4-303	Помещение для самостоятельной работы	аудиоколонки, кондиционер, маркерная доска, столы компьютерные, столы учебные, компьютерная техника с возможностью подключения сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета	Ср
4-319	Учебная аудитория	доска учебная, стол преподавателя, столы учебные, стул преподавателя	Пр
4-338	Учебная аудитория	аудиоколонки, доска учебная, кондиционер, проектор, сабвуфер, стол преподавателя, столы учебные, стул преподавателя, экран настенный	Лек

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина «Функции нескольких переменных и функциональный анализ» направлена на формирование у студентов готовности к успешному изучению других математических дисциплин. Для этого даются представления о таких понятиях, как предел, непрерывность, частные производные, кратные интегралы, криволинейный интеграл, метрические пространства, мера Лебега и интеграл Лебега. Студенты изучают методы дифференцирования и интегрирования функций нескольких переменных, необходимые для успешного освоения других математических дисциплин. В результате изучения дисциплины должно быть сформировано представление о многочисленных приложениях дифференциального и интегрального исчисления, широко используемых в математике и физике.

Для успешного освоения теоретического материала дисциплины следует использовать пособия [1-3] перечня основной литературы, а также пособие [1] перечня дополнительной литературы, в которых дается необходимая теория.