

МИНПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИИ

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

## Математический анализ II

### рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	<b>институт передовых информационных технологий</b>
ОПОП	<b>Направление 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии направленность (профиль) Большие данные и распределенная цифровая платформа</b>
Квалификация	<b>Бакалавр</b>
Год начала подготовки	<b>2023</b>
Форма обучения	<b>очная</b>
Общая трудоемкость	<b>5 з.е.</b>

Виды контроля по семестрам:

экзамен 2  
зачет 2

Семестр(Курс.Номер семестра на курсе)	2(1.2)		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД
Лекции	58	58	58	58
Практические	54	54	54	54
Итого ауд.	112	112	112	112
Контактная работа	122	122	122	122
Сам. работа	54	54	54	54
Часы на контроль	4	4	4	4
Практическая подготовка	0	0	0	0
Семинары	0	0	0	0
Консультации	2	2	2	2
Итого трудоемкость в часах	182	182	182	182

Программу составил(и):

Рабочая программа дисциплины

**Математический анализ II**

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии (приказ Минобрнауки России от 23.08.2017 г. № 808)

составлена на основании учебного плана:

Направление 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии  
направленность (профиль) Большие данные и распределенная цифровая платформа  
утвержденного Учёным советом вуза от 29.09.2022 протокол № 11.

РПД утверждена Учёным советом университета  
протокол от 29.9.2022 г. № 11

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ознакомление обучающихся с понятиями, фактами и методами, составляющими теоретические основы дифференциального и интегрального исчисления вещественнозначных функций одной и нескольких переменных; аппарата числовых и функциональных рядов, получение обучающимися знаний по теории, необходимых для понимания её приложений к математическим и прикладным дисциплинам; ознакомление обучающихся с математическим аппаратом и выработка способности его использования в профессиональной и исследовательской деятельности

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:		Б1.О
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
1.	Одновременно с изучением дисциплины студент должен иметь знания по курсу «Математический анализ II», иметь или получать знания, умения и навыки по дисциплинам: «Алгебра и геометрия», «Алгоритмы», которые создают теоретико-методологические и инструментально-прикладные основы формирования компетенций, формируемых в рамках учебной дисциплины «Математический анализ II».	
2.	Архитектура вычислительных систем	
3.	Математический анализ I	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
1.	Алгоритмы и структуры данных	
2.	Дифференциальные уравнения	
3.	Математический анализ: функции многих переменных и ряды Фурье	
4.	Теория функций комплексной переменной	
5.	Вариационное исчисление и методы оптимизации	
6.	Математический анализ: элементы функционального анализа	
7.	Теория вероятности и математическая статистика	
8.	Технологии искусственного интеллекта	
9.	Численные методы	
10.	Математическая статистика	
11.	Математическая физика	
12.	Наука о данных	
13.	Учебная практика (проектно-технологическая)	
14.	Вычисления общего назначения на видеокарте	
15.	Машинное обучение	
16.	Методы и средства научной визуализации	
17.	Методы оптимизации и исследование операций	
18.	Учебная практика (научно-исследовательская работа)	
19.	Информационный поиск	
20.	Нейросетевые технологии	
21.	Философия (онлайн-курс)	
22.	Вариационные задачи обработки изображений	
23.	Основы менеджмента	
24.	Право интеллектуальной собственности в цифровую эпоху (онлайн-курс)	
25.	Производственная практика (научно-исследовательская работа) (на английском языке)	

### 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 | Применяет фундаментальные знания в области математических наук

Применяет фундаментальные знания в области математических наук

ПК-18: Способен к моделированию сложных нелинейных систем различной природы с отображением результатов на современные вычислительные комплексы

ПК-18.1 | Понимает современный математический аппарат

Понимает современный математический аппарат математического анализа

УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	
УК-1.1	Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие
	Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие
УК-1.2	Определяет информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие
УК-1.4	Оценивает достоинства, недостатки и последствия вариантов решения поставленных задач
	Оценивает достоинства, недостатки и последствия вариантов решения поставленных задач
УК-1.5	Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения, решения и оценки
	Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения, решения и оценки
<b>3.2 Результаты обучения по дисциплине:</b>	
<b>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</b>	
	<b>Знать:</b>
З.1	• основные понятия, определения математического анализа, теории функций одной и нескольких вещественных переменных, интегрального исчисления функций одного вещественного аргумента;
З.2	• взаимосвязь математического анализа с другими математическими дисциплинами;
З.3	• область приложения инструментов математического анализа;
	<b>Уметь:</b>
У.1	• аргументировано, логически верно строить устную речь;
У.2	• использовать математический язык и символику при построении математических моделей;
У.3	• использовать математический язык и символику при построении математических моделей;
У.4	• исследовать свойства функций одного и нескольких вещественных переменных
У.5	• исследовать сходимость функциональных последовательностей и рядов;
У.6	• находить неопределенный и определенный интеграл функции одного вещественного аргумента;
У.7	• использовать методы математического анализа для решения прикладных задач геометрии и механики
У.8	• осуществлять первичный сбор и анализ материала, интерпретировать различные математические объекты;
	<b>Владеть:</b>
В.1	• методами формализации задач;
В.2	• навыками публичной речи, ведения дискуссии.
В.3	• навыками работы с функциональными последовательностями и рядами, а также с функциями одной и нескольких вещественных переменных;
В.4	• методами формализации задач

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература	Содержание
	<b>Глава 1: Несобственные интегралы</b>				
1.1	Несобственные интегралы /Лек/	2	10		Виды несобственных интегралов. Признак Дирихле-Абеля
1.2	Несобственные интегралы /Пр/	2	10		Виды несобственных интегралов. Признак Дирихле-Абеля
1.3	Несобственные интегралы /Ср/	2	10		Виды несобственных интегралов. Признак Дирихле-Абеля
	<b>Глава 2: Функции многих переменных.</b>				

2.1	Функции многих переменных. /Лек/	2	12		<p>Многомерное метрическое пространство, открытое множество. Предел последовательности, предельные точки и замкнутые множества. Предел функции, повторные пределы. Непрерывность функции. Непрерывность сложной функции. Теорема о промежуточном значении. Теоремы Вейерштрасса. Частные производные. Дифференцируемость функции в точке. Дифференциал. Производные сложных функций.</p> <p>Условия дифференцируемости. Производные сложных функций. Производная по направлению. Градиент. Производные высших порядков. Дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора. Экстремумы функции двух переменных. Экстремумы функции многих переменных. Неявная функция одной переменной. Условие существования и дифференцируемости. Матрица Якоби и якобиан. Теоремы Больцано -Коши для непрерывных функций. Неявное отображение, заданное системой уравнений. Достаточное условие независимости системы функций многих переменных. Необходимое условие условного экстремума. Метод множителей Лагранжа. Гладкая поверхность, ее касательная плоскость и нормаль.</p>
2.2	Функции многих переменных. /Пр/	2	12		<p>Многомерное метрическое пространство, открытое множество. Предел последовательности, предельные точки и замкнутые множества. Предел функции, повторные пределы. Непрерывность функции. Непрерывность сложной функции. Теорема о промежуточном значении. Теоремы Вейерштрасса. Частные производные. Дифференцируемость функции в точке. Дифференциал. Производные сложных функций.</p> <p>Условия дифференцируемости. Производные сложных функций. Производная по направлению. Градиент. Производные высших порядков. Дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора. Экстремумы функции двух переменных. Экстремумы функции многих переменных. Неявная функция одной переменной. Условие существования и дифференцируемости. Матрица Якоби и якобиан. Теоремы Больцано -Коши для непрерывных функций. Неявное отображение, заданное системой уравнений. Достаточное условие независимости системы функций многих переменных. Необходимое условие условного экстремума. Метод множителей Лагранжа. Гладкая поверхность, ее касательная плоскость и нормаль.</p>

2.3	Функции многих переменных. /Ср/	2	12		<p>Многомерное метрическое пространство, открытое множество. Предел последовательности, предельные точки и замкнутые множества. Предел функции, повторные пределы. Непрерывность функции. Непрерывность сложной функции. Теорема о промежуточном значении. Теоремы Вейерштрасса. Частные производные. Дифференцируемость функции в точке. Дифференциал. Производные сложных функций.</p> <p>Условия дифференцируемости. Производные сложных функций. Производная по направлению. Градиент. Производные высших порядков. Дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора. Экстремумы функции двух переменных. Экстремумы функции многих переменных. Неявная функция одной переменной. Условие существования и дифференцируемости. Матрица Якоби и якобиан. Теоремы Больцано-Коши для непрерывных функций. Неявное отображение, заданное системой уравнений. Достаточное условие независимости системы функций многих переменных. Необходимое условие условного экстремума. Метод множителей Лагранжа. Гладкая поверхность, ее касательная плоскость и нормаль.</p>
	<b>Глава 3: Числовые ряды</b>				
3.1	Числовые ряды /Лек/	2	12		Положительные ряды, знакочередующиеся ряды. Умножение рядов. Повторные и двойные ряды. Бесконечные произведения.
3.2	Числовые ряды /Пр/	2	10		Положительные ряды, знакочередующиеся ряды. Умножение рядов. Повторные и двойные ряды. Бесконечные произведения.
3.3	Числовые ряды /Ср/	2	10		Положительные ряды, знакочередующиеся ряды. Умножение рядов. Повторные и двойные ряды. Бесконечные произведения.
	<b>Глава 4: Функциональные последовательности и ряды</b>				
4.1	Функциональные последовательности и ряды /Лек/	2	12		Виды сходимости функциональных последовательностей. Функциональные ряды. Свойства предела функциональной последовательности. Степенные ряды. Свойства суммы степенного ряда. Ряд Тейлора
4.2	Функциональные последовательности и ряды /Пр/	2	12		Виды сходимости функциональных последовательностей. Функциональные ряды. Свойства предела функциональной последовательности. Степенные ряды. Свойства суммы степенного ряда. Ряд Тейлора
4.3	Функциональные последовательности и ряды /Ср/	2	12		Виды сходимости функциональных последовательностей. Функциональные ряды. Свойства предела функциональной последовательности. Степенные ряды. Свойства суммы степенного ряда. Ряд Тейлора
	<b>Глава 5: Интегралы, зависящие от параметра</b>				

5.1	Интегралы, зависящие от параметра /Лек/	2	12		Собственные и несобственные интегралы, зависящие от параметра. Предельные переход под знаком интеграла, непрерывность и дифференцируемость. Бета и гамма функции.
5.2	Интегралы, зависящие от параметра /Пр/	2	10		Собственные и несобственные интегралы, зависящие от параметра. Предельные переход под знаком интеграла, непрерывность и дифференцируемость. Бета и гамма функции.
5.3	Интегралы, зависящие от параметра /Ср/	2	10		Собственные и несобственные интегралы, зависящие от параметра. Предельные переход под знаком интеграла, непрерывность и дифференцируемость. Бета и гамма функции.
5.4	Консультации /Конс/	2	2		
5.5	Контрольная работа /Контр.раб./	2	6		
5.6	Коллоквиум /Колл/	2	2		

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### 5.1. Типовые задания для проведения текущего контроля

Темы контрольных работ:

Контрольная работа 1. Функции нескольких переменных. Частные производные, экстремум, якобиан.

Контрольная работа 2. Числовые ряды. Функциональные ряды. Степенные ряды.

Контрольная работа 3. Интегралы, зависящие от параметра.

### 5.2. Типовые задания для проведения промежуточной аттестации

Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Несобственные интегралы
2. Признак Дирихле-Абеля
3. Многомерное метрическое пространство. Открытое множество
4. Предел последовательности в метрическом пространстве.
5. Предельные точки и замкнутые множества.
6. Предел функции. Повторные пределы
7. Непрерывность функции. Непрерывность сложной функции
8. Теорема о промежуточном значении. Теоремы Вейерштрасса
9. Частные производные. Дифференцируемость функции в точке. Дифференциал
10. Необходимое условие дифференцируемости. Достаточное условие дифференцируемости
11. Производные сложных функций
12. Производная по направлению. Градиент
13. Производные высших порядков
14. Дифференциалы высших порядков
15. Формула Тейлора.
16. Экстремумы функции двух переменных
17. Экстремумы функции многих переменных
18. Неявная функция одной переменной. Условие существования и дифференцируемости.
19. Матрица Якоби и якобиан
20. Теоремы Больцано-Коши для непрерывных функций.
21. Неявное отображение, заданное системой уравнений.
22. Достаточное условие независимости системы функций многих переменных
23. Необходимое условие условного экстремума
24. Метод множителей Лагранжа
25. Гладкая поверхность, касательная плоскость и нормаль.
26. Числовые ряды
27. Сходимость положительных рядов
28. Знакопередающиеся ряды
29. Умножение рядов
30. Повторные и двойные ряды
31. Виды сходимости функциональных последовательностей
32. Равномерная сходимость функционального ряда.
33. Свойства предела функциональной последовательности.
34. Свойства суммы степенного ряда.
35. Ряд Тейлора рациональной функции.
36. Собственные интегралы, зависящие от параметра: непрерывность.
37. Собственные интегралы, зависящие от параметра: дифференцируемость и интегрируемость.
38. Виды сходимости несобственных интегралов, зависящих от параметра
39. Признаки Вейерштрасса и Абеля.
40. Предельный переход под интегралом, непрерывность и дифференцируемость.

41.	Бета и гамма функции
<b>5.3. Перечень видов оценочных средств</b>	
Контрольные работы, контрольные опросы	
<b>5.4. Процедура применения оценочных материалов</b>	
Показателями, характеризующими текущую работу обучающихся, являются:	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Активность посещения занятий и работы на практических занятиях</li> <li>2. Результаты контрольных работ;</li> <li>3. Результаты контрольных опросов.</li> </ol>	
<p>Проведение аттестации в форме зачета включает в себя собеседование по программе курса в части пройденного материала, отчётность по выполнению самостоятельных работ. Для оценки "зачтено" требуется знание основных определений объектов, упоминаемых в программе, выполнение практических работ по курсу, продемонстрированные результаты практической работы. Преподаватель имеет право предоставить информацию о задолженностях студента в аттестационную комиссию</p>	
<p>Оценки "отлично" заслуживает обучающийся, свободно владеющий всеми разделами учебного материала по данному курсу и способный установить взаимосвязь материала данного курса с материалом других изученных курсов. Обычно оценка "отлично" ставится тем, кто изучил как основную, так и дополнительную литературу по предмету, способен к самостоятельному пополнению и обновлению знаний и уверенному применению их к решению практических задач.</p>	
<p>Оценки "хорошо" заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала по данному курсу, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Обычно оценка "хорошо" ставится тем, кто успешно и самостоятельно выполняет задания, предусмотренные программой обучения.</p>	
<p>Оценки "удовлетворительно" заслуживает обучающийся, обнаруживший знание учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и профессиональной деятельности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Обычно оценка "удовлетворительно" ставится тем, кто допускает погрешности при выполнении заданий, но способен их устранить с помощью преподавателя.</p>	
<p>Оценка "неудовлетворительно" ставится обучающемуся, не проявившему знания основного материала курса и рекомендованной литературы, не справляющийся с заданиями, предусмотренными программой. Обычно оценка "неудовлетворительно" ставится тем, кто не способен продолжать обучение дальше или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательной программы без дополнительных занятий по данному предмету.</p>	
<p>Критерии выставления оценок за экзамен (устно, традиционная форма) по системе ECTS</p>	
<p>Оценка «отлично» («А» по системе ECTS) ставится, если обучающийся владеет знаниями предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину; самостоятельно, в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на все вопросы билета, подчеркивает при этом самое существенное, умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделять в нем главное; устанавливать причинно-следственные связи; четко формулировать ответы, свободно решает предложенные задачи повышенной сложности (не менее двух), хорошо знаком с основной литературой в объеме, необходимом для практической деятельности, способен без подготовки или после небольших затрат времени ответить на дополнительные вопросы, итоговый процент выполнения аттестационных заданий составил 90-100%.</p>	
<p>Оценка «хорошо» («В» по системе ECTS) ставится, если обучающийся владеет знаниями дисциплины почти в полном объеме программы (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); самостоятельно и отчасти при наводящих вопросах дает полноценные ответы на вопросы билета; не всегда выделяет наиболее существенное, не допускает вместе с тем серьезных ошибок в ответах; умеет решать легкие и средней тяжести задачи (не менее двух) , итоговый процент выполнения аттестационных заданий составил 80-89%.</p>	
<p>Оценка «хорошо» («С» по системе ECTS) ставится, если обучающийся уверенно владеет материалом, но при ответе упускает отдельные существенные моменты; владеет знаниями дисциплины почти в полном объеме программы (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); неуверенно себя чувствует при ответах на дополнительные вопросы, умеет решать легкие и средней тяжести задачи (не менее двух), итоговый процент выполнения аттестационных заданий составил 70-79%.</p>	
<p>Оценка «удовлетворительно» («D» по системе ECTS) ставится, если обучающийся ориентируется в поставленных вопросах, может сформулировать основные моменты, но теряется при ответах на дополнительные вопросы, Студент способен решать лишь легкие задачи (не менее одной), владеет обязательным минимумом методов исследований, итоговый процент выполнения аттестационных заданий составил 60-69%.</p>	
<p>Оценка «удовлетворительно» («E» по системе ECTS) ставится, если обучающийся владеет основным объемом знаний по дисциплине; проявляет затруднения в самостоятельных ответах, оперирует неточными формулировками; в процессе ответов допускаются ошибки по существу вопросов. Студент способен решать лишь наиболее легкие задачи (не менее одной), владеет только обязательным минимумом методов исследований, итоговый процент выполнения аттестационных</p>	

заданий составил 50-59%.

Если обучающийся неспособен дать ответ на поставленные вопросы, ему выставляется оценка «неудовлетворительно» («F» по системе ECTS), итоговый процент выполнения аттестационных заданий составил менее 50 %.

Для определения итоговой оценки используется следующая взаимосвязь шкал оценивания:

Оценка ECTS            Оценка СПбГУ

A            отлично

B            хорошо

C

D            удовлетворительно

E

F            неудовлетворительно

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

### **6.1. Рекомендуемая литература**

### **6.3. Информационные технологии**

#### **6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения**

#### **6.3.2 Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных**

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

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

В методическое обеспечение аудиторных занятий входят рекомендуемые в списке литературы учебники и задачки по математическому анализу.

Самостоятельная работа студентов включает в себя решение задач, изучение учебного материала: учебников, учебных пособий и иных материалов. Время и место самостоятельной работы выбираются студентами по своему усмотрению с учетом рекомендаций преподавателя.

Самостоятельную работу над дисциплиной следует начинать с изучения учебно-методического комплекса, который содержит основные требования к знаниям, умениям, навыкам. Необходимо также вспомнить рекомендации преподавателя, данные в ходе занятий или консультаций, затем приступить к изучению отдельных разделов и тем.

Подготовка к практическим занятиям:

- выполнить практические задания домашней работы;
- внимательно изучить материал, относящийся к данному практическому занятию, ознакомиться с учебным материалом по учебнику и учебным пособиям;
- уяснить, какие учебные элементы остались неясными, и сформулировать вопросы, которые необходимо задать преподавателю на занятии или консультации;

Готовиться можно индивидуально, парами или в составе малой группы.