



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.04.04. Математический анализ

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль): Системное программирование и компьютерные технологии

Квалификация (степень): *бакалавр*

Форма обучения: *очная*

Институт: математики, естествознания и техники

Кафедра: математики и методики ее преподавания

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
Курс	1-4		
Семестр/триместр	1,2,3,4,5,6,7		
Лекции	204		
Лабораторные занятия			
Практические (семинарские) занятия	240		
в т. ч. практическая подготовка			
Форма(ы) промежуточной аттестации	Зачет 1, 6 Зачет с оц. 5 Экзамен 2,3,4,7		
Контроль	36		
Иные формы работы	1		
Самостоятельная работа	597,3		

Всего часов: 1080

Трудоемкость: 30 зачетных единиц

Разработчик рабочей программы: кандидат педагогических наук, доцент Р.А. Мельников

І. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Цель изучения дисциплины:

получение базовых знаний по математическому анализу и их практического применения; овладение обучающимися культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, формирование у обучающегося глубокой фундаментальной базы для развития универсальных и общепрофессиональных компетенций; овладение современным аппаратом математического анализа для использования полученных знаний в экономике.

Задачи изучения дисциплины:

- добиться четкого, ясного понимания основных объектов исследования и понятий анализа;
- демонстрация возможностей методов анализа для решения задач фундаментальной и прикладной математики;
- обучающийся должен иметь теоретическую подготовку в области обоснования и техники применения методов математического анализа, даже связанных с исследованиями проблем, возникающих при решении прикладных задач из других областей знаний;
- сформировать высокий уровень математической культуры, достаточный для понимания и усвоения последующих математических дисциплин;
- способствовать: подготовке к ведению исследовательской деятельности (в частности, для написания курсовой и выпускной квалификационной работ) в областях, использующих математические методы; созданию и использованию математических моделей процессов и объектов; разработке эффективных математических методов решения задач естествознания, техники, экономики и управления;
- развитие системного мышления, исследовательских способностей.

Место дисциплины в структуре ОПОП: реализуется в рамках обязательной части блока Б1. Дисциплины (модули). Модуль 4. «Предметно-содержательный»

Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции	Индикатор компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1	Знать: - факты, концепции, принципы теорий, связанные с прикладной математикой и информатикой;	Знает: – базовые понятия математического анализа; – основные методы решения задач по различным разделам и темам дисциплины;
	Уметь: - разрабатывать алгоритмы, вычислительные модели и модели данных для решения научно-исследовательских задач;	Умеет: - применять понятия математического анализа для решения задач; - разрабатывать и применять алгоритмы для выполнения практических заданий; - выделять и систематизировать способы решения задач;

	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками применения математического аппарата для решения научно-исследовательских задач. 	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – понятийным аппаратом математического анализа; – техникой применения методов математического анализа для исследования проблем, возникающих при решении прикладных задач.
ОПК-5	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные принципы и закономерности протекания информационных процессов, способы обработки массивов информации с помощью различных информационных технологий и вычислительных систем для решения поставленных профессиональных задач, а также для создания новых информационных ресурсов; - типы алгоритмов и способы их написания, алгоритмические языки программирования и современные среды разработки компьютерных программ. 	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные математические пакеты и способы работы с ними при решении наиболее важных классов задач математического анализа; – современные среды разработки компьютерных программ, облегчающий процесс вычислений при решении наиболее важных задач математического анализа.
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обрабатывать массивы информации с помощью различных информационных технологий и вычислительных систем, оценивать и использовать их потенциал для решения профессионально-ориентированных задач; - составлять алгоритмы, писать и проводить отладку кода на языке программирования, тестировать работоспособность программы. 	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – применять современные информационно-коммуникационные технологии при решении задач из математического анализа; – самостоятельно составлять алгоритмы решения задач математического анализа.
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - способами модификации, адаптации существующих и создания новых массивов информации для осуществления профессиональной деятельности с использованием современных информационных технологий и вычислительных систем; - навыками использования современных языков программирования для решения профессиональных задач. 	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – способами внесения новшеств в уже имеющееся программное обеспечение с целью оптимизации его функционирования для решения задач математического анализа; – приемами использования современных языков программирования для решения задач математического анализа.

II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
	Раздел 1. «Введение в математический анализ»	78	26	24		28
1.	Тема 1. Действительные числа	12	4	2		6
2.	Тема 2. Функции	18	6	6		6
3.	Тема 3. Предел	30	12	10		8
4.	Тема 4. Непрерывность	18	4	6		8
	Раздел 2. «Дифференциальное исчисление функции одной переменной»	94	22	24		48
5.	Тема 5. Производная и дифференциал	30	10	12		8
	Контроль (зачет)					
	Итого за 1-й семестр	108	36	36		36
6.	Тема 6. Основные теоремы дифференциального исчисления и их приложения	64	12	12		40
	Раздел 3. «Интегральное исчисление функций одной переменной»	158,7	26	28		104,7
7.	Тема 7. Неопределённый интеграл	68	12	12		44
8.	Тема 8. Определённый интеграл и его приложения	74,7	12	12		50,7
	Контроль (экзамен)	9,3				
	Итого за 2-й семестр	216	36	36		134,7
9.	Тема 9. Несобственные интегралы	28	4	4		20
	Раздел 4. «Ряды»	106,7	14	32		60,7
10.	Тема 10. Числовые ряды	38	6	12		20
11.	Тема 11. Функциональные ряды	36	4	12		20
12.	Тема 12. Тригонометрические ряды	32,7	4	8		20,7
	Контроль (экзамен)	9,3				
	Итого за 3-й семестр	144	18	36		80,7

	Раздел 5. «Функции нескольких переменных»	134,7	18	36		80,7
13.	Тема 13. Понятие функции n переменных.	24	4	4		16
14.	Тема 14. Предел и непрерывность функции n переменных.	24	4	4		16
15.	Тема 15. Производные и дифференциалы функции нескольких переменных	36	4	16		16
16.	Тема 16. Экстремум функции n переменных.	28	4	8		16
17.	Тема 17. Неявные функции.	22,7	2	4		16,7
	Контроль (экзамен)	9,3				
	Итого за 4-й семестр	144	18	36		80,7
	Раздел 6. «Интегральное исчисление функции n переменных»	180	36	36		108
18.	Тема 18. Двойные и n -кратные интегралы	48	10	10		28
19.	Тема 19. Приложения интегрального исчисления	44	8	8		28
20.	Тема 20. Криволинейные интегралы	46	10	10		26
21.	Тема 21. Поверхностные интегралы	42	8	8		26
	Контроль (зачет с оценкой)					
	Итого за 5-й семестр	180	36	36		108
	Раздел 7. «Теория функции комплексного переменного»	142,5	36	36		70,5
22.	Тема 22. Комплексные числа и действия с ними	23	4	4		15
23.	Тема 23. Функции комплексного переменного	28	8	8		12
24.	Тема 24. Элементарные функции и задаваемые ими конформные отображения	32	8	8		16
25.	Тема 25. Интеграл функции комплексного переменного	28	8	8		12
26.	Тема 26. Изолированные особые точки	31,5	8	8		15,5
	Контроль (зачет, КП)	1,5				
	Итого за 6-й семестр	144	36	36		70,5

	Раздел 8. «Интегралы, зависящие от параметров»	134,7	24	24		86,7
27.	Тема 27. Собственные интегралы, зависящие от параметра	33	6	6		21
28.	Тема 28. Несобственные интегралы, зависящие от параметра	29,7	4	4		21,7
29.	Тема 29. <i>Интегралы Эйлера</i>	34	6	6		22
30.	Тема 30. <i>Кратные интегралы, зависящие от параметров</i>	38	8	8		22
	<i>Контроль (экзамен)</i>	9,3				
	Итого за 7-й семестр	144	24	24		86,7
	ИТОГО:	1080	204	240		597,3

Очно-заочная форма обучения (не реализуется)

Заочная форма обучения (не реализуется)

III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оценка освоения обучающимися содержания дисциплины (модуля) включает текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию обучающихся.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплин (модулей) и осуществляется с помощью следующих оценочных средств: *опросы на знание теоретического материала в начале практического занятия, оценка ответов у доски, оценка самостоятельной работы в аудитории. Проверка конспектов, касающихся вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение.*

Внутрисеместровая аттестация проводится в форме контрольной работы.

Промежуточная аттестация обучающихся – оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплинам (модулям) осуществляется в форме

- зачета с использованием следующих оценочных материалов: перечень вопросов к зачету.

Типовые варианты контрольных работ

Контрольная работа №1:

1. Доказать, что множество $X = \left\{1, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \dots, \frac{1}{n} \dots\right\}$ ограничено.
2. Решить уравнение: $|x+3|+|x-2|=2$.
3. Построить график функции $y = \ln|x-2|+3$.
4. Вычислить пределы: $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos 5x}{x^2}$; $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{3x^4 - 2}{\sqrt{x^8 + 3x + 4}}$, $\lim_{x \rightarrow 5-0} 10^{\frac{1}{x-5}}$.

5. Продифференцировать функции: $y = \sqrt[3]{x^3}$, $y = x^2 \cdot e^2$, $y = \frac{\arcsin x}{x}$, $y = \ln(\operatorname{tg} x)$,
 $y = \arccos \frac{x}{2} - \sqrt{4 - x^2}$.
6. Найти дифференциал второго порядка от функции $y = \arccos \frac{x^2 + 3}{\sqrt{x}}$.

Контрольная работа №2:

- Исследовать на экстремум функцию $y = x \sqrt{1 - x^2}$.
- Найти интервалы выпуклости и вогнутости кривой $y = (x - 1)^2 \sqrt{x - 1}$.
- Найти асимптоты кривой $y = \frac{x^2 - 2x + 3}{x + 2}$.
- Провести полное исследование функции $y = \frac{x^3 + 4}{x^2}$ и построить ее график.
- Вычислить неопределенные интегралы:
 $\int (1 + x^2)^{\frac{1}{2}} dx$, $\int \left(\sqrt{x} + \frac{1}{\sqrt[3]{x}} \right)^2 dx$, $\int (\ln x)^4 \frac{dx}{x}$, $\int e^{3 \cos x} \sin x dx$, $\int \ln x dx$, $\int x^2 e^x dx$, $\int e^x \sin x dx$.

Контрольная работа №3:

- Вычислить несобственные интегралы: $a \int_0^{\infty} \frac{dx}{x}$, $b \int_0^{\infty} \cos x dx$, $c \int_{-\infty}^{\infty} e^x dx$,
 $d \int_1^2 \frac{x - 2}{\sqrt{x - 1}} dx$, $e \int_{-1}^1 \frac{3x^2 + 2}{\sqrt[3]{x^2}} dx$, $f \int_0^2 \frac{dx}{x \sqrt{\ln x}}$.
- Найти формулу общего члена ряда:
- а) $1 + \frac{4}{2} + \frac{9}{6} + \frac{16}{24} + \frac{25}{120} + \dots$; б) $\frac{1}{3} + \frac{1}{6} + \frac{1}{11} + \frac{1}{20} + \frac{1}{37} + \dots$; в) $\frac{1}{2+3} + \frac{1}{4+3} + \frac{1}{8+3} + \frac{1}{16+3} \dots$.
- Исследовать ряды на сходимость: а) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{10n+1}$, б) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt[3]{n}}{(n+1)\sqrt{n}}$, в) $\sum_{n=2}^{\infty} \frac{1}{n}$,
г) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{3^n}$, д) $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$, е) $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \left(\frac{2n+1}{3n+1}\right)^n$.
- Найти радиус, интервал сходимости и исследовать сходимость ряда на границах интервала: а) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^n}{n \cdot 2^n}$, б) $\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{n}{2n+1}\right)^{2n-1} x^n$, в) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x-3)^n}{n \cdot 5^n}$, г) $\sum_{n=1}^{\infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^{n^2} (x-1)^n$.

Контрольная работа №4

- Какие поверхности изображают следующие уравнения:
а) $x + y + z + 1 = 0$, б) $x + y = 0$, в) $z = y^2$, г) $x^2 + y^2 = 2x$.
- Найти области определения функций:
а) $z = \sqrt{x} + y$, б) $z = \ln(x + y)$, в) $z = \arcsin \frac{y}{x^2}$.
- Построить линии уровня функций: а) $z = x + y$, б) $z = \frac{x}{y}$.
- Вычислить пределы: а) $\lim_{\substack{x \rightarrow -2 \\ y \rightarrow 1}} x^2 y$, б) $\lim_{\substack{x \rightarrow 0 \\ y \rightarrow 0}} \frac{\sin xy}{xy}$, в) $\lim_{\substack{x \rightarrow 0 \\ y \rightarrow 0}} \frac{2 - \sqrt{xy+4}}{xy}$, г) $\lim_{\substack{x \rightarrow 1 \\ y \rightarrow 0}} \frac{\operatorname{tg}(2xy)}{x^2 y}$.
- Найти частные производные и дифференциалы функций:

а) $z = x \sin \frac{x}{y}$, где $x = 1 + 3t$, $y = \sqrt{1+t^2}$, б) $z = \frac{x^2}{y}$, где $x = u - 2v$, $y = v + 2u$.

6. Найти дифференциалы второго порядка функции $z = \frac{xy}{x-y}$.

Контрольная работа №5

1. Записать двойной интеграл в виде повторного и изменить порядок интегрирования, если область интегрирования $D: y = x^2; y = 2 - x; x \geq 0$..
2. Вычислить двойной интеграл по области D , ограниченной графиками данных функций

$$\iint_D (x^2 - xy) dx dy; y = \sqrt{x}; y = \frac{1}{2}x.$$

3. Вычислить интеграл, перейдя от прямоугольных координат к полярным:

$$\int_{-4}^0 dx \int_{-\sqrt{6-x^2}}^{\sqrt{6-x^2}} \frac{2y-3x}{x^2+y^2} dy.$$

4. Вычислить объем тела, ограниченного заданными поверхностями:

$$z = 4 - (x^2 + y^2); 2x + 3y = 1; x \geq 0; y \geq 0; z \geq 0.$$

Контрольная работа №6

1. Выполнить действия над комплексными числами: а) $(2+3i)(3-2i)$, б) $\frac{1+i}{1-i}$, в) $(4-i)^3$.
2. Представить в тригонометрической и показательной формах комплексные числа: а) -5 , б) $\frac{1}{i}$, в) $-3i$, г) $-3+i\sqrt{3}$.
3. Найти значения корней: а) $\sqrt[4]{1-i}$, б) $\sqrt[4]{1}$.
4. Является ли дифференцируемой функция $f(z) = (x^3 - 3xy^2) + i(3x^2y - y^3)$?
5. Пусть $\omega = z^2$ и z описывает квадрат, определяемый неравенствами: $0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$. Какую область описывает ω ?
6. Найти угол поворота и коэффициент искажения масштаба отображения $\omega = \frac{1}{z}$ в точке $z_0 = 2i$.

Контрольная работа №7

1. Применить правило Лейбница к вычислению производной по параметру от

$$I(a) = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \ln(a^2 - \sin^2 \theta) d\theta, (a > 1).$$

2. Найти производную по параметру α интеграла

$$I(\alpha) = \int_0^{\alpha} \frac{\varphi(x) dx}{\sqrt{\alpha - x}}.$$

3. Применяя дифференцирование по параметру, вычислить интеграл

$$I(a) = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\operatorname{arctg}(a \operatorname{tg}(x))}{\operatorname{tg}(x)} dx.$$

4. Пользуясь формулой

$$\frac{\operatorname{arctg}(x)}{x} = \int_0^1 \frac{dy}{1+x^2 y^2}, x \neq 0$$

вычислить интеграл

$$\int_0^1 \frac{\operatorname{arctg}(x)}{x} \cdot \frac{dx}{\sqrt{1-x^2}}.$$

Вопросы к зачету

(1 семестр)

1. Числовые множества. Множество \mathbb{R} .
2. Модуль (абсолютная величина) и его свойства.
3. Действительная функция действительной переменной. Способы задания функций.
4. Монотонность функций.
5. Чётные и нечётные функции. Свойства чётных и нечётных функций.
6. Основные элементарные функции и их графики.
7. Числовые последовательности. Подпоследовательности.
8. Предел числовой последовательности.
9. Предел функции в точке и на бесконечности. Предел промежуточной функции.
10. Предел отношения синуса к аргументу, стремящемуся к нулю (первый замечательный предел).
11. Единственность предела.
12. Предел сложной функции.
13. Предельный переход в неравенствах.
14. Бесконечно малые функции.
15. Предел суммы, произведения и частного.
16. Сравнение бесконечно малых функций.
17. Число e и связанные с ними пределы.
18. Непрерывность функции в точке и на промежутке. Непрерывность суммы.
19. Непрерывность произведения и частного функций.
20. Точки разрыва функции и их классификация.
21. Производная, её механический и геометрический смыслы.
22. Дифференцируемость функций и её связь с производной.
23. Непрерывность дифференцируемой функции.
24. Дифференцирование суммы, произведения и частного.
25. Производные основных элементарных функций.
26. Производная обратной функции. Производные обратных тригонометрических функций.
27. Производная сложной функции. Вычисление производных от сложных функций.
28. Дифференциал и его связь с производной.

Вопросы к экзамену

(2 семестр)

1. Теоремы Ролля, Лагранжа, Коши.
2. Правило Лопиталя и его приложение к раскрытию неопределенностей.
3. Признаки постоянства функции на промежутке.
4. Возрастание и убывание функции в точке и на промежутке.
5. Понятие максимума и минимума функции. Необходимые условия экстремума.
6. Достаточные условия максимума и минимума.
7. Нахождение наибольших и наименьших значений функции.
8. Выпуклость графика функции. Точки перегиба.
9. Асимптоты графика функции.
10. Применение дифференциального исчисления к построению графиков.
11. Таблица основных интегралов.
12. Интегрирование подстановкой и по частям.
13. Интегрирование дробно-рациональных функций.
14. Интегрирование иррациональных функций.
15. Интегрирование биномиальных дифференциалов.
16. Интегрирование тригонометрических функций.
17. Задачи, приводящие к понятию определенного интеграла.
18. Интегрируемость функции и определённый интеграл.
19. Нижние и верхние суммы ограниченной функции.
20. Необходимое и достаточное условия интегрируемости функции.
21. Интегрируемость непрерывной функции.
22. Интегрируемость монотонной функции.
23. Свойства определённого интеграла.
24. Определённый интеграл с переменным верхним пределом. Существование первообразной для непрерывной функции.
25. Формула Ньютона-Лейбница.
26. Интегрирование заменой переменной в определённом интеграле.
27. Интегрирование по частям в определённом интеграле.
28. Интегрирование чётных и нечётных функций.
29. Понятие квадратуемой фигуры и её площади.
30. Вычисление площади в декартовых координатах.
31. Вычисление площади в полярных координатах.
32. Длина дуги кривой.
33. Площадь поверхности вращения.
34. Вычисление объёмов тел. Принцип Кавальери.

Вопросы к экзамену

(3 семестр)

1. Несобственные интегралы 1-го рода (с бесконечными пределами интегрирования).
2. Несобственные интегралы от неотрицательных функций и их сходимость.
3. Абсолютная сходимость несобственных интегралов.
4. Несобственные интегралы 2-го рода.
5. Признаки сходимости несобственных интегралов 2-го рода.
6. Числовой ряд и его частичные суммы. Сходящиеся ряды.
7. Необходимое условие сходимости числового ряда. Гармонический ряд.
8. Остаток сходящегося ряда.

9. Положительный ряд. Необходимое и достаточное условия сходимости ряда с положительными членами. Ряд Дирихле.
10. Достаточные признаки сходимости положительных рядов (признаки сравнения).
11. Достаточные признаки сходимости положительных рядов (признак Даламбера).
12. Достаточные признаки сходимости положительных рядов (радикальный признак Коши).
13. Знакопередающиеся ряды. Признак Лейбница.
14. Абсолютная и условная сходимости числовых рядов.
15. Функциональный ряд и область его сходимости.
16. Понятие степенного ряда. Теорема Абеля. Интервал и радиус сходимости.
17. Свойства степенных рядов.
18. Выражение коэффициентов степенного ряда через его сумму. Ряд Тейлора.
19. Разложение функции $f(x) = e^x$ в степенной ряд.
20. Разложение функций $\sin x$ и $\cos x$ в степенной ряд.
21. Разложение функции $f(x) = (1+x)^\alpha$ в степенной ряд.
22. Разложение функций $f(x) = \frac{1}{1-x}$ и $f(x) = \ln(1+x)$ в степенной ряд.
23. Разложение функций в ряд Фурье.
24. Разложение по синусам и косинусам.
25. Разложение функции в тригонометрический ряд.

Вопросы к экзамену

(4 семестр)

1. Действительная функция n действительных переменных. График функции двух переменных, линии уровня.
2. Предел функции двух переменных. Повторные пределы.
3. Непрерывность функции двух переменных.
4. Частное и полное приращение функции двух переменных.
5. Частные производные. Геометрическое толкование частных производных функции двух переменных.
6. Дифференцируемость функции.
7. Полный дифференциал функции нескольких переменных.
8. Касательная и нормальная плоскости.
9. Дифференцирование сложных и неявных функций.
10. Частные производные и дифференциалы высших порядков.
11. Производная по направлению. Градиент.
12. Экстремумы функций нескольких переменных. Достаточные условия экстремума.
13. Наибольшее и наименьшее значения функций двух переменных.
14. Условный экстремум. Метод множителей Лагранжа.
15. Формула Тейлора для функций двух переменных.
16. Неявные функции, определяемые одним уравнением.
17. Неявные функции, определяемые системой уравнений.
18. Теорема о существовании и дифференцируемости неявной функции.
19. Вычисление частных производных неявно заданной функции.
20. Неявные функции, определяемые уравнением, в котором нарушаются условия единственности.

Вопросы к зачету с оценкой

(5 семестр)

1. Определение двойного интеграла. Геометрическое толкование двойного интеграла.
2. Основные свойства двойных интегралов.
3. Вычисление двойного интеграла повторным интегрированием.
4. Отображение плоских областей. Якобиан. Замена переменных в двойном интеграле.
5. Двойной интеграл в полярных координатах.
6. Механические и физические приложения двойного интеграла.
7. Определение тройного интеграла.
8. Свойства тройного интеграла.
9. Вычисление тройного интеграла.
10. Тройной интеграл в цилиндрических и сферических координатах.
11. Вычисление площадей и объемов.
12. Физические приложения кратных интегралов.
13. Криволинейные интегралы первого рода.
14. Криволинейные интегралы второго рода.
15. Формула Грина-Остроградского. Независимость криволинейного интеграла от пути интегрирования.
16. Приложения криволинейных интегралов.
17. Определение и свойства поверхностных интегралов.
18. Формула представления поверхностного интеграла второго рода в виде двойного интеграла.
19. Поверхностные интегралы как пределы интегральных сумм.
20. Поверхностные интегралы по кусочно-гладким поверхностям.

Вопросы к зачету

(6 семестр)

1. Комплексные числа. Геометрический смысл. Модуль и аргумент комплексного числа.
2. Действия над комплексными числами, заданными в алгебраической и тригонометрической формах.
3. Показательная форма записи комплексного числа.
4. Расширенная комплексная плоскость. Стереографическая проекция.
5. Последовательности комплексных чисел. Предел последовательности.
6. Понятие функции комплексного переменного. Предел и непрерывность функции комплексного переменного.
7. Производная функции комплексного переменного. Условия дифференцируемости.
8. Аналитические функции. Связь между аналитическими и гармоническими функциями.
9. Геометрический смысл модуля и аргумента производной. Понятие о конформном отображении.
10. Элементарные функции и задаваемые ими конформные отображения (линейная функция).
11. Элементарные функции и задаваемые ими конформные отображения (функция $w = \frac{R^2}{z}$).
12. Элементарные функции и задаваемые ими конформные отображения (дробно-линейное преобразование).

13. Элементарные функции и задаваемые ими конформные отображения (степенная функция).
14. Элементарные функции и задаваемые ими конформные отображения (показательная функция).
15. Элементарные функции и задаваемые ими конформные отображения (логарифмическая функция).
16. Элементарные функции и задаваемые ими конформные отображения (тригонометрические функции).
17. Элементарные функции и задаваемые ими конформные отображения (обратные тригонометрические функции).
18. Определение и свойства интеграла функции комплексного аргумента.
19. Интегральная теорема Коши.
20. Интеграл Коши. Интегральная формула Коши.
21. Изолированные особые точки и их классификация.
22. Понятие вычета. Основная теорема о вычетах.

Вопросы к экзамену (7 семестр)

1. Связь равномерного по одной переменной стремления функции двух переменных к пределу по другой переменной с равномерной сходимостью функциональной последовательности.
2. Критерий Коши равномерного стремления функции к предельной.
3. Свойства интеграла, зависящего от параметра.
4. Случай, когда пределы интегрирования зависят от параметра.
5. Несобственные интегралы первого рода, зависящие от параметра.
6. Несобственные интегралы второго рода, зависящие от параметра.
7. Γ -функция Эйлера.
8. В-функция Эйлера.
9. Связь между эйлеровыми интегралами.
10. Формула Стирлинга.
11. Собственные кратные интегралы, зависящие от параметра.
12. Несобственные кратные интегралы, зависящие от параметра.

Примерные темы курсового проекта (6 семестр, очная форма обучения)

1. Развитие понятия функции комплексного переменного.
2. Разложение функции комплексного переменного в ряд Лорана.
3. Рекуррентные последовательности.
4. Бесконечные произведения.
5. Характеризация поточечных пределов последовательностей непрерывных функций.
6. Перестановки в условно сходящихся рядах.

7. Асимптотические последовательности, асимптотические ряды и их свойства на числовой прямой и в комплексной плоскости.

IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Основная литература

1. Кудрявцев, Л. Д. Краткий курс математического анализа : учебник : в 2-х т. / Л. Д. Кудрявцев. – 3-е изд., перераб. – Москва : Физматлит, 2009. – Том 1. Дифференциальное и интегральное исчисления функций одной переменной. Ряды. – 400 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82814> (дата обращения: 27.11.2021). – ISBN 978-5-9221-0184-4. – Текст : электронный.
2. Кудрявцев, Л. Д. Краткий курс математического анализа : учебник : в 2-х т. / Л. Д. Кудрявцев. – 3-е изд., перераб. – Москва : Физматлит, 2010. – Том 2. Дифференциальное и интегральное исчисления функций многих переменных. Гармонический анализ. – 425 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82818> (дата обращения: 27.11.2021). – ISBN 978-5-9221-0185-1. – Текст : электронный.

4.2. Дополнительная литература

1. Ильин, В. А. Основы математического анализа : учебник / В. А. Ильин, Э. Г. Позняк. – 7-е изд., стер. – Москва : Физматлит, 2009. – Часть I. – 647 с. – (Курс высшей математики и математической физики. Вып. 1). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76686> (дата обращения: 27.11.2021). – ISBN 978-5-9221-0902-4. – Текст : электронный.
2. Ильин, В. А. Основы математического анализа. В 2-х частях : учебник / В. А. Ильин, Э. Г. Позняк. – 5-е изд. – Москва : Физматлит, 2009. – Часть II. – 464 с. – (Курс высшей математики и математической физики. Вып. 2). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=83225> (дата обращения: 27.11.2021). – ISBN 978-5-9221-0537-8. – Текст : электронный.
3. Быкова, О. Н. Математический анализ : учебное пособие / О. Н. Быкова, С. Ю. Колягин ; учред. Московский педагогический государственный университет. – Москва: Московский педагогический государственный университет (МПГУ), 2016. – Часть 1. – 120 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=471785> (дата обращения: 27.11.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4263-0391-1. – Текст : электронный.
4. Быкова, О. Н. Практикум по математическому анализу : учебное пособие / О. Н. Быкова, С. Ю. Колягин, Б. Н. Кукушкин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Прометей, 2014. – 276 с. : табл., граф., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=105790> (дата обращения: 27.11.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9905-8861-5. – Текст : электронный.

V. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1	http://www.biblioclub.ru	Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем индивидуальный неограниченный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
2	http://www.e.lanbook.com	Издательство «Лань»	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем индивидуальный неограниченный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
3	www.biblio-online.ru	Издательство «Юрайт»	Свободный доступ
4	www.bibliorossica.com	Электронно-библиотечная система Библио-Россика	Доступ из любого университетского компьютера (необходима регистрация)
5	www.rsl.ru	Российская государственная библиотека	Доступ из любого университетского компьютера (необходима регистрация)
6	www.gnpbu.ru	Государственная педагогическая библиотека им. К.Д. Ушинского	Свободный доступ

VI. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1.	http://www.biblioclub.ru	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем предоставляется неограниченный индивидуальный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
2.	www.garant.ru	Информационно-правовой портал	Свободный доступ
3.	www.elibrary.ru	Российский информационный портал в области науки, технологии,	Свободный доступ

		медицины и образования	
4.	www.consultant.ru	Российская компьютерная справочно-правовая система	Свободный доступ
5.	window.edu.ru	Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	Свободный доступ
6.	http://www.rsl.ru	Российская государственная библиотека	Свободный доступ
7.	https://uisrussia.msu.ru	Университетская информационная система «РОССИЯ»	После регистрации
8.	www.iprbookshop.ru	Читальный зал	Свободный доступ
9.	https://openedu.ru	Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование»	Свободный доступ

VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

При реализации учебной дисциплины применяется следующее лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office;
- LibreOffice и др.

VIII. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные занятия проводятся в аудиториях, укомплектованных специализированной мебелью, в том числе стационарными или переносными техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Самостоятельная работа проводится в кабинетах, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.