

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

Г. А. Хагуров

подпись

«30» мая 2022 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.О.15 Математический анализ

Направление подготовки: 02.03.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль): Алгебра, теория чисел и дискретный анализ;  
Вычислительные, программные, информационные системы и компьютерные  
технологии; Математическое и компьютерное моделирование

Форма обучения: очная

Квалификация: бакалавр

Краснодар 2022

Рабочая программа дисциплины Б1.О.15 МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ  
составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным  
стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки  
02.03.01 Математика и компьютерные науки

Программу составил(и):  
Мавроди Н.Н., к. ф.-м. н., доцент



---

Рабочая программа дисциплины Б1.О.15 МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ  
утверждена на заседании кафедры ТЕОРИИ ФУНКЦИИ  
протокол № 9 «12» апреля 2022 г.  
Заведующий кафедрой Голуб М. В.



---

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета  
математики и компьютерных наук  
протокол № 5 «5» мая 2022 г.  
Председатель УМК факультета/института Шмалько С. П.



---

Рецензенты:

Засядко Ольга Владимировна, канд. физ. - мат. наук, доцент  
доцент кафедры информационных образовательных технологий

Лепетухин Михаил Викторович,  
председатель правления КПК «Кубанский капитал»

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель освоения дисциплины

Формирование математической культуры студентов, фундаментальная подготовка студентов в области математического анализа, овладение современным аппаратом математического анализа для дальнейшего использования в других областях математического знания и дисциплинах естественнонаучного содержания.

### 1.2 Задачи дисциплины

1. Формирование знаний о действительных числах и операциях с действительными числами.
2. Формирование знаний о свойствах пределов последовательностей и пределов функций.
3. Овладение методами дифференцирования функций одной и многих переменных. Формирование навыков применения дифференциального исчисления к исследованию функций и в геометрических приложениях.
4. Овладение основными методами интегрирования функций одной и многих переменных.

### 1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математический анализ» относится к обязательной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 1 и 2 курсах по очной форме обучения. Вид промежуточной аттестации: зачет, экзамен.

Для изучения дисциплины достаточно знаний школьного курса алгебры и геометрии.

Математический анализ используется при изучении теории функций действительного переменного, теории функций комплексного переменного, теории приближений, теории обыкновенных дифференциальных уравнений, теории дифференциальных уравнений с частными производными, теории интегральных уравнений, дифференциальной геометрии, вариационного исчисления, функционального анализа и теории вероятностей.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
<b>ОПК-1</b> Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	
ИОПК-1.1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	Знает основные понятия, определения и свойства объектов математического анализа
	Умеет применять полученные навыки в других областях математического знания и дисциплинах естественнонаучного содержания
	Владеет навыками применения этого в других областях математического знания и дисциплинах естественнонаучного содержания

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-1</b> Способен решать актуальные и важные задачи фундаментальной и прикладной математики	
ИПК-1.1. Способен решать актуальные и важные задачи фундаментальной и прикладной математики	Знает формулировки и доказательства утверждений, методы их доказательства
	Умеет определять класс задач, для которых применим тот или иной аппарат, выбирать метод решения конкретного типа задач
	Владеет аппаратом математического анализа, методами применения этого аппарата к решению задач

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 25 зачетных единиц (900 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ	Всего часов	Форма обучения			
		очная			
		1 семестр (часы)	2 семестр (часы)	3 семестр (часы)	4 семестр (часы)
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>391,2</b>	<b>90,3</b>	<b>134,3</b>	<b>90,3</b>	<b>76,3</b>
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>382</b>	<b>86</b>	<b>126</b>	<b>98</b>	<b>72</b>
занятия лекционного типа	160	34	54	36	36
лабораторные занятия	212	52	72	52	36
практические занятия					
семинарские занятия					
<b>Иная контактная работа:</b>	21,4	4,3	10,5	2,3	4,3
Контроль самостоятельной работы (КСР)	20	4	10	2	4
Промежуточная аттестация (ИКР)	1,2	0,3	0,3	0,3	0,3
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>					
<i>Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	<b>189,5</b>	<b>36</b>	<b>64</b>	<b>62,8</b>	<b>26,7</b>
Подготовка к текущему контролю	–	–	–	–	–
<b>Контроль:</b>	–	–	–	–	–
Подготовка к экзамену	–	–	–	–	–
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>час.</b>	<b>720</b>	<b>180</b>	<b>252</b>	<b>144</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>391,2</b>	<b>108,5</b>	<b>112,5</b>	<b>108,5</b>
	<b>зач. ед</b>	<b>20</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>4</b>

## 2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.  
Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 1 семестре (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Введение в анализ	12	4		4	4
2.	Действительные числа	10	2		4	4
3.	Теория пределов последовательностей	28	6		8	14
4.	Теория пределов функций	32	8		10	14
5.	Непрерывность функций.	22,8	6		6	6,8
6.	Дифференцирование функций одного переменного	48	8		20	20
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	164,8	34		52	62,8
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3				
	Подготовка к текущему контролю	53,7				
	Общая трудоемкость по дисциплине	180				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 2 семестре (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Неопределённый интеграл	36	12		14	10
2.	Определённый интеграл	56	16		20	20
3.	Числовые ряды	54	14		20	20
4.	Функциональные ряды	44	12		18	14
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	190	54		72	64
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	10,5				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3				
	Подготовка к текущему контролю	53,7				
	Общая трудоемкость по дисциплине	252				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 3 семестре (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Дифференцирование функций многих переменных		14		20	30,8
2.	Интегрирование функций многих переменных		22		32	32
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	160,8	36		52	62,8
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3				
	Подготовка к текущему контролю	44,7				
	Общая трудоемкость по дисциплине	144				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 4 семестре (*очная форма обучения*)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Криволинейные и поверхностные интегралы. Элементы теории поля		14		16	12
2.	Интегралы, зависящие от параметра		12		10	8,7
3.	Ряды Фурье		10		10	6
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	130,8	36		36	26,7
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3				
	Подготовка к текущему контролю	44,7				
	Общая трудоемкость по дисциплине	144				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	Введение в анализ	Предмет математического анализа, сведения о множествах и логической символике, отображение и функции.	Опрос
2	Действительные числа	Алгебраические свойства множества $\mathbb{R}$ действительных чисел; аксиома полноты множества $\mathbb{R}$ . Действия над действительными числами, принцип Архимеда. Основные принципы полноты множества $\mathbb{R}$ : существование точной верхней (нижней) грани числового множества, принцип вложенных отрезков, лемма о конечном покрытии.	Опрос

3	Теория пределов последовательностей	Предел числовой последовательности; основные свойства и признаки существования предела; предельные точки множества и теорема Больцано-Вейерштрасса о выделении сходящейся подпоследовательности; предел монотонной последовательности; число « $\epsilon$ », верхний и нижний пределы; критерий Коши существования предела.	Опрос
4	Теория пределов функций	Топология на $\mathbb{R}$ ; предел функции в точке; свойства пределов; бесконечно малые и бесконечно большие функции и последовательности; предел отношения синуса бесконечно малого аргумента к аргументу; общая теория предела; основные свойства предела; критерий Коши существования предела; сравнение поведения функций; символы « $o$ », « $O$ », « $\sim$ ».	Опрос
5	Непрерывность функций	Непрерывные функции: локальные свойства непрерывных функций; непрерывность функции от функции; точка разрыва; ограниченность функции, непрерывной на отрезке; существование наибольшего и наименьшего значений; прохождение через все промежуточные значения; равномерная непрерывность функции, непрерывной на отрезке; монотонные функции, существование и непрерывность обратной функции, непрерывность элементарных функций.	Опрос, коллоквиум

6	Дифференцирование функций одного переменного	Дифференциалы и производные: дифференцируемость функции в точке; производная в точке, дифференциал и их геометрический смысл; механический смысл производной; правила дифференцирования; производные и дифференциалы высших порядков; формула Лейбница. Основные теоремы дифференциального исчисления и их приложения: теоремы Ролля, Лагранжа и Коши о конечных приращениях; локальная формула Тейлора; асимптотические разложения элементарных функций; формула Тейлора с остаточным членом; применение дифференциального исчисления к исследованию функций, признаки постоянства, монотонность, экстремумы, выпуклость, точки перегиба, раскрытие неопределенностей; геометрические приложения.	Опрос, зачёт, экзамен
---	--	---	-----------------------

7	Неопределённый интеграл	Неопределенный интеграл: первообразная функция, неопределенный интеграл и его основные свойства; таблица формул интегрирования; замена переменной, интегрирование по частям; интегрирование рациональных функций; интегрирование некоторых простейших иррациональных и трансцендентных функций.	Опрос
8	Определённый интеграл	Определенный интеграл: задачи, приводящие к понятию определенного интеграла; определенный интеграл Римана; критерий интегрируемости; интегрируемость непрерывной функции, монотонной функции и ограниченной функции с конечным числом точек разрыва; свойства определенного интеграла, теорема о среднем значении; дифференцирование по переменному верхнему пределу; существование первообразной от непрерывной функции; связь определенного интеграла с неопределенным: формула Ньютона – Лейбница; замена переменной; интегрирование по частям. Несобственные интегралы: интегралы с бесконечными пределами и интегралы от неограниченных функций; признаки сходимости; длина дуги и другие геометрические, механические и физические приложения;	Опрос
9	Числовые ряды	Числовые ряды: сходимость и сумма числового ряда; критерий Коши; знакопостоянные ряды; сравнение рядов; признаки сходимости Даламбера, Коши, интегральный признак сходимости; признак Лейбница; абсолютная и условная сходимость; преобразование Абеля и его применение к рядам; перестановка членов абсолютно сходящегося ряда; теорема Римана; операции над рядами; двойные ряды; понятие о бесконечных произведениях.	Опрос
10	Функциональные ряды	Функциональные последовательности и ряды, равномерная сходимость; признаки равномерной сходимости; теорема о предельном переходе; теоремы о непрерывности, почленном интегрировании и дифференцировании;	Опрос



		<p>степенные ряды, радиус сходимости, формула Коши – Адамара; равномерная сходимость и непрерывность суммы степенного ряда; почленное интегрирование и дифференцирование степенных рядов; ряд Тейлора; разложение элементарных функций в степенные ряды; оценка с помощью формулы Тейлора погрешности при замене функции многочленом; ряды с комплексными членами; формулы Эйлера; применение рядов к приближенным вычислениям; теоремы Вейерштрасса о приближении непрерывных функций многочленами.</p>	
11	<p>Дифференцирование функций многих переменных</p>	<p>Функции многих переменных: Евклидово пространство <math>n</math> измерений; обзор основных метрических и топологических характеристик точечных множеств евклидова пространства; функции многих переменных, пределы, непрерывность; свойства непрерывных функций; дифференциал и частные производные функции многих переменных; производная по направлению; градиент; достаточное условие дифференцируемости; касательная плоскость и нормаль к поверхности; дифференцирование сложных функций; частные производные высших порядков, свойства смешанных производных; дифференциалы высших порядков; формула Тейлора для функций нескольких переменных; экстремум; отображения <math>R^n</math> в <math>R^m</math>, их дифференцирование, матрица производной; якобианы; теоремы о неявных функциях; замена переменных; зависимость функций; условный экстремум.</p>	Опрос
12	<p>Интегрирование функций многих переменных</p>	<p>Двойной интеграл и интегралы высшей кратности: двойной интеграл, его геометрическая интерпретация и основные свойства; приведение двойного интеграла к повторному; замена переменных в двойном интеграле; понятие об аддитивных функциях области; площадь поверхности; механические и физические приложения двойных интегралов; интегралы высшей кратности;</p>	Опрос

		их определение, вычисление и простейшие свойства; несобственные кратные интегралы.	
13	Криволинейные и поверхностные интегралы. Элементы теории поля	Криволинейные интегралы и интегралы по поверхности: криволинейные интегралы; формула Грина; интегралы по поверхности; формула Остроградского; элементарная формула Стокса; условия независимости криволинейного интеграла от формы пути. Элементы теории поля: скалярное поле; векторное поле; поток, расходимость, циркуляция, вихрь; векторная интерпретация формул Остроградского и Стокса; потенциальное поле; векторные линии и векторные трубки; соленоидальное поле; оператор «набла».	Опрос
14	Интегралы, зависящие от параметра	Интегралы, зависящие от параметра; непрерывность, дифференцирование и интегрирование по параметру; несобственные интегралы, зависящие от параметра: равномерная сходимость, непрерывность, дифференцирование и интегрирование по параметру; применение к вычислению некоторых интегралов; функции, определяемые с помощью интегралов, бета- и гамма-функции Эйлера, интеграл Фурье и преобразование Фурье.	Опрос, зачёт, экзамен
15	Ряды Фурье	Ряды Фурье: ортогональные системы функций; тригонометрическая система; ряд Фурье; равномерная сходимость ряда Фурье; признаки сходимости ряда Фурье в точке; принцип локализации; минимальное свойство частных сумм ряда Фурье; неравенство Бесселя; достаточное условие разложимости функции в тригонометрический ряд Фурье; сходимость в среднем; равенство Парсеваля.	Опрос, зачёт, экзамен

### 2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

#### Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
-------	----------------------	--------------------	-------------------------

1	Введение в анализ	Сведения о множествах и логической символике, отображение и функции.	Проверка домашнего задания
2	Действительные числа	Алгебраические свойства множества $\mathbb{R}$ действительных чисел; аксиома полноты множества $\mathbb{R}$ . Действия над действительными числами, принцип Архимеда. Основные принципы полноты множества $\mathbb{R}$ : существование точной верхней (нижней) грани числового множества, принцип вложенных отрезков, лемма о конечном покрытии.	Проверка домашнего задания, контрольная работа
3	Теория пределов последовательностей	Предел числовой последовательности; основные свойства и признаки существования предела; предельные точки множества и теорема Больцано-Вейерштрасса о выделении сходящейся подпоследовательности; предел монотонной последовательности; число « $\epsilon$ », верхний и нижний пределы; критерий Коши существования предела.	Проверка домашнего задания
4	Теория пределов функций	Топология на $\mathbb{R}$ ; предел функции в точке; свойства пределов; бесконечно малые и бесконечно большие функции и последовательности; предел отношения синуса бесконечно малого аргумента к аргументу; общая теория предела; основные свойства предела; критерий Коши существования предела; сравнение поведения функций; символы « $o$ », « $O$ », « $\sim$ ».	Проверка домашнего задания, контрольная работа
5	Непрерывность функций	Непрерывные функции: локальные свойства непрерывных функций; непрерывность функции от функции; точка разрыва; ограниченность функции, непрерывной на отрезке; существование наибольшего и наименьшего значений; прохождение через все промежуточные значения; равномерная непрерывность функции, непрерывной на отрезке; монотонные функции, существование и непрерывность обратной функции, непрерывность элементарных функций.	Проверка домашнего задания, контрольная работа, коллоквиум

6	Дифференцирование функций одного переменного	Дифференциалы и производные: дифференцируемость функции в точке; производная в точке, дифференциал и их геометрический смысл; механический смысл производной; правила дифференцирования; производные и	Проверка домашнего задания, контрольная работа, зачёт,
---	--	--	--

		<p>дифференциалы высших порядков; формула Лейбница.</p> <p>Основные теоремы дифференциального исчисления и их приложения: теоремы Ролля, Лагранжа и Коши о конечных приращениях; локальная формула Тейлора; асимптотические разложения элементарных функций; формула Тейлора с остаточным членом; применение дифференциального исчисления к исследованию функций, признаки постоянства, монотонность, экстремумы, выпуклость, точки перегиба, раскрытие неопределенностей; геометрические приложения.</p>	экзамен
7	Неопределённый интеграл	<p>Неопределенный интеграл: первообразная функция, неопределенный интеграл и его основные свойства; таблица формул интегрирования; замена переменной, интегрирование по частям; интегрирование рациональных функций; интегрирование некоторых простейших иррациональных и трансцендентных функций.</p>	Проверка домашнего задания, контрольная работа
8	Определённый интеграл	<p>Определенный интеграл: задачи, приводящие к понятию определенного интеграла; определенный интеграл Римана; критерий интегрируемости; интегрируемость непрерывной функции, монотонной функции и ограниченной функции с конечным числом точек разрыва; свойства определенного интеграла, теорема о среднем значении; дифференцирование по переменному верхнему пределу; существование первообразной от непрерывной функции; связь определенного интеграла с неопределенным: формула Ньютона – Лейбница; замена переменной; интегрирование по частям.</p> <p>Несобственные интегралы: интегралы с бесконечными пределами и интегралы от неограниченных функций; признаки сходимости; длина дуги и другие геометрические, механические и физические приложения;</p>	Проверка домашнего задания, контрольная работа
9	Числовые ряды	<p>Числовые ряды: сходимость и сумма числового ряда; критерий Коши;</p>	Проверка домашнего

		<p>знакопостоянные ряды; сравнение рядов; признаки сходимости Даламбера, Коши, интегральный признак сходимости; признак Лейбница; абсолютная и условная сходимость; преобразование Абеля и его применение к рядам; перестановка членов абсолютно сходящегося ряда; теорема Римана; операции над рядами; двойные ряды; понятие о бесконечных произведениях.</p>	<p>задания, контрольная работа</p>
10	Функциональные ряды	<p>Функциональные последовательности и ряды, равномерная сходимость; признаки равномерной сходимости; теорема о предельном переходе; теоремы о непрерывности, почленном интегрировании и дифференцировании; степенные ряды, радиус сходимости, формула Коши – Адамара; равномерная сходимость и непрерывность суммы степенного ряда; почленное интегрирование и дифференцирование степенных рядов; ряд Тейлора; разложение элементарных функций в степенные ряды; оценка с помощью формулы Тейлора погрешности при замене функции многочленом; ряды с комплексными членами; формулы Эйлера; применение рядов к приближенным вычислениям; теоремы Вейерштрасса о приближении непрерывных функций многочленами.</p>	<p>Проверка домашнего задания, контрольная работа</p>
11	Дифференцирование функций многих переменных	<p>Функции многих переменных: Евклидово пространство <math>n</math> измерений; обзор основных метрических и топологических характеристик точечных множеств евклидова пространства; функции многих переменных, пределы, непрерывность; свойства непрерывных функций; дифференциал и частные производные функции многих переменных; производная по направлению; градиент; достаточное условие дифференцируемости; касательная плоскость и нормаль к поверхности; дифференцирование сложных функций; частные производные высших порядков, свойства смешанных производных; дифференциалы высших порядков; формула Тейлора для функций нескольких переменных; экстремум;</p>	<p>Проверка домашнего задания, контрольная работа</p>

		отображения $R^n$ в $R^m$ , их дифференцирование, матрица производной; якобианы; теоремы о неявных функциях; замена переменных; зависимость функций; условный экстремум.	
12	Интегрирование функций многих переменных	Двойной интеграл и интегралы высшей кратности: двойной интеграл, его геометрическая интерпретация и основные свойства; приведение двойного интеграла к повторному; замена переменных в двойном интеграле; понятие об аддитивных функциях области; площадь поверхности; механические и физические приложения двойных интегралов; интегралы высшей кратности; их определение, вычисление и простейшие свойства; несобственные кратные интегралы.	Проверка домашнего задания, контрольная работа
13	Криволинейные и поверхностные интегралы. Элементы теории поля	Криволинейные интегралы и интегралы по поверхности: криволинейные интегралы; формула Грина; интегралы по поверхности; формула Остроградского; элементарная формула Стокса; условия независимости криволинейного интеграла от формы пути. Элементы теории поля: скалярное поле; векторное поле; поток, расходимость, циркуляция, вихрь; векторная интерпретация формул Остроградского и Стокса; потенциальное поле; векторные линии и векторные трубки; соленоидальное поле; оператор «набла».	Проверка домашнего задания
14	Интегралы, зависящие от параметра	Интегралы, зависящие от параметра; непрерывность, дифференцирование и интегрирование по параметру; несобственные интегралы, зависящие от параметра: равномерная сходимость, непрерывность, дифференцирование и интегрирование по параметру; применение к вычислению некоторых интегралов; функции, определяемые с помощью интегралов, бета- и гамма-функции Эйлера, интеграл Фурье и преобразование Фурье.	Проверка домашнего задания, контрольная работа, зачёт, экзамен

15	Ряды Фурье	Ряды Фурье: ортогональные системы функций; тригонометрическая система; ряд Фурье; равномерная сходимость ряда Фурье;	Проверка домашнего задания,
----	------------	--	-----------------------------

		признаки сходимости ряда Фурье в точке; принцип локализации; минимальное свойство частных сумм ряда Фурье; неравенство Бесселя; достаточное условие разложимости функции в тригонометрический ряд Фурье; сходимость в среднем; равенство Парсеваля.	зачёт, экзамен
--	--	---	----------------

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

### 2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом.

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий	Яременко Л.А., Подберезкина А.И. Криволинейные и поверхностные интегралы. Пособие. Краснодар, 2012. Яременко Л.А. Кратные интегралы: практикум. Краснодар, 2006.
2	Подготовка к лабораторным занятиям	Тлюстен С.Р., Яременко Л.А., Талда А.М., Подберезкина А.И. Интегралы. Учебное пособие. Краснодар, 1998.
3	Подготовка к коллоквиуму, зачётным занятиям и экзамену	Тлюстен С.Р., Яременко Л.А. Ряды. Методические указания к контрольным работам. Краснодар, 1995.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, практические занятия, подготовка письменных аналитических работ, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

### 4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «*Математический анализ*».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме *тестовых заданий, контрольных работ* и промежуточной аттестации в форме *вопросов и заданий к экзамену (зачету)*.

#### Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИОПК-1.1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	Применяет знания основных разделов фундаментальной математики в учебной и производственной практике, в курсовых работах, в выпускной квалифицированной работе	<i>Вопросы для устного (письменного) опроса по темам: «Введение в анализ», «Действительные числа».</i>	<i>Вопросы 1-6 на экзамене в 1 семестре.</i>
2	ИОПК-1.2. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и	Консультирует школьников и студентов младших курсов по основным разделам перечисленных в компетенции математических дисциплин	<i>Контрольная работа №1 (1 семестр) по разделу «Введение в анализ». Контрольная работа №2 (1 семестр) по разделу «Пределы последовательностей и функций»</i>	<i>Вопросы 7-27 на экзамене в 1 семестре.</i>



	использовать их в профессиональной деятельности			
3	ИОПК-1.1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	Владеет навыками применения этого в других областях математического знания и дисциплинах естественнонаучного содержания	<i>Контрольная работа №3 (1 семестр) по разделу «Дифференцирование функций»</i>	<i>Вопросы 29-47 на экзамене в 1 семестре.</i>
4	ИПК-1.1. Способен решать актуальные и важные задачи фундаментальной и прикладной математики	Демонстрирует навыки решения задач математического анализа, используя фундаментальные знания, полученные в этой области	<i>Вопросы для устного (письменного) опроса по темам: «Метрические пространства», «Элементы теории поля».</i>	<i>Вопросы 1-4 на экзамене в 3 семестре и 1-12 на экзамене в 4 семестре.</i>
5	ИПК-1.1. Способен решать актуальные и важные задачи фундаментальной и прикладной математики	Умеет определять класс задач, для которых применим тот или иной аппарат, выбирать метод решения конкретного типа задач	<i>Контрольная работа №1 (2 семестр) по разделу «Интегрирование функций» Контрольная работа №3 (2 семестр) по разделу «Применения определённого интеграла»</i>	<i>Вопросы 1-31 на экзамене во 2 семестре.</i>
6	ИПК-1.1. Способен решать актуальные и важные задачи фундаментальной и прикладной математики	Владеет аппаратом математического анализа, методами применения этого аппарата к решению задач	<i>Контрольная работа №1 (3 семестр) по разделу «Функциональные ряды» Контрольная работа №3 (3 семестр) по разделу «Дифференцирование функций многих переменных»</i>	<i>Вопросы 44-56 на экзамене во 2 семестре и 5-20 на экзамене в 3 семестре.</i>
7	ИПК-1.1. Способен решать актуальные и важные задачи фундаментальной и прикладной математики	Знает постановку основных задач математического анализа	<i>Контрольная работа №1 (4 семестр) по разделу «Интегрирование функций многих переменных» Контрольная работа №2 (4 семестр) по разделу «Интегралы, зависящие от параметра»</i>	<i>Вопросы 21-31 на экзамене в 3 семестре и 13-21 на экзамене в 4 семестре.</i>

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Перечень примерных контрольных вопросов и задач для самостоятельной работы.

### Пределы.

Найти пределы следующих выражений:

$$1. \lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{\sqrt{x + \sqrt{x + \sqrt{x}}}}{\sqrt{x + 1}}$$

$$2. \lim_{x \rightarrow a} \frac{\sqrt{x} - \sqrt{a} - \sqrt{x - a}}{\sqrt{x^2 - a^2}}$$

$$3. \lim_{x \rightarrow 8} \frac{\sqrt{9 + 2x} - 5}{\sqrt[3]{x} - 2}$$

$$4. \lim_{x \rightarrow 1} \frac{\sqrt[m]{x} - 1}{\sqrt[n]{x} - 1}$$

$$5. \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sqrt{\cos x} - \sqrt[3]{\cos x}}{\sin^2 x}$$

$$6. \lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{4}} \operatorname{tg} 2x \cdot \operatorname{tg} \left( \frac{\pi}{4} - x \right)$$

$$7. \lim_{x \rightarrow 1} (1 - x) \operatorname{tg} \frac{\pi x}{2}$$

$$8. \lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{x^2 - 1}{x^2 + 1} \right)^{\frac{x-1}{x+1}}$$

$$9. \lim_{n \rightarrow \infty} \cos^n \frac{x}{\sqrt{n}}$$

$$10. \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\ln \operatorname{tg} \left( \frac{\pi}{4} + ax \right)}{\sin bx}$$

$$11. \lim_{h \rightarrow 0} \frac{a^{x+h} + a^{x-h} - 2a^x}{h^2}$$

$$12. \lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^{ax} - e^{bx}}{\sin ax - \sin bx}$$

### Производная

1. Под какими углами пересекаются кривые  $y = x^2$  и  $x = y^2$ ?
2. При каком выборе параметра  $n$  кривая  $y = \operatorname{arctg}(nx)$  пересекает ось  $Ox$  под углом большим, чем  $89^\circ$ ?
3. Заменяя приращение функции дифференциалом, найти приближенно следующие значения:  $\sqrt[3]{1,02}$ ,  $\sin 29^\circ$ ,  $\lg 11$ .

4. Вычислить пределы:

$$\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{4}} \frac{\sqrt[3]{\operatorname{tg} x} - 1}{2 \sin^2 x - 1}, \lim_{x \rightarrow 0} \left( \operatorname{ctg} x - \frac{1}{x} \right), \lim_{x \rightarrow 0} \left( \frac{\operatorname{arctg} x}{x} \right)^{\frac{1}{x^2}}$$

5. Разложить в ряд Тейлора функцию  $y = e^{2x-x^2}$  до члена с  $x^5$ .

6. Исследовать и построить график функции

$$y = \frac{x^4}{(x+1)^3}, y = \frac{e^x}{1+x}, y = x^{\frac{2}{3}} e^{-x}$$

7. В эллипс  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$  вписать прямоугольник со сторонами, параллельными осям эллипса, площадь которого наибольшая.

8. В шар радиуса  $R$  вписать цилиндр наибольшего объема.

### Неопределенный интеграл

Вычислить интегралы:

1.  $\int \frac{dx}{x\sqrt{x^2+x+1}}$

2.  $\int \frac{dx}{(x+1)\sqrt{x^2+1}}$

3.  $\int \sqrt{2+x-x^2} dx$

4.  $\int \sqrt{x^4+2x^2-1} \cdot x dx$

5.  $\int \frac{x^2+5x+4}{x^4+5x^2+4} dx$

6.  $\int \frac{x^3+1}{x^3-5x^2+6x} dx$

7.  $\int \frac{dx}{(x-1)^2(x^2+2x+2)}$

8.  $\int \frac{dx}{(x^2-4x+4)(x^2-4x+5)}$

9.  $\int \frac{1-\sqrt{x+1}}{1+\sqrt[3]{x+1}} dx$

10.  $\int \frac{\sqrt{x^2+2x+2}}{x} dx$

11.  $\int \frac{dx}{1+\sqrt{1-2x-x^2}} dx$

12.  $\int \sqrt{x^3+x^4} dx$

13.  $\int \operatorname{tg}^5 x dx$

14.  $\int \frac{dx}{(2+\cos x)\sin x}$

15.  $\int \frac{\sin x}{\sin^3 x + \cos^3 x} dx$

16.  $\int (x^2-2x+2)e^{-x} dx$

17.  $\int \frac{dx}{1+e^{x/2}+e^{x/3}+e^{x/6}}$

18.  $\int x \cdot \operatorname{arctg}(x+1) dx$

$$19. \int \arcsin \frac{2\sqrt{x}}{x+1} dx$$

$$20. \int \ln(\sqrt{1-x} + \sqrt{1+x}) dx$$

### Определенный интеграл.

1. Вычислить определенный интеграл, рассматривая его как предел соответствующей интегральной суммы

$$\int_0^1 a^x dx, \int_0^{\pi/2} \sin x dx$$

2. Найти значение предела с помощью определенного интеграла

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left( \frac{1}{n^2} + \frac{2}{n^2} + \dots + \frac{n-1}{n^2} \right)$$

3. Вычислить

$$\int_0^1 x(2-x)^{10} dx, \int_{-2x}^{-1} \frac{dx}{\sqrt{x^2-1}}, \int_0^3 \arcsin \sqrt{\frac{x}{1+x}} dx.$$

4. Вычислить площадь фигур, ограниченных кривыми:

а)  $y = |\lg x|, y=0, x=0.1, x=10.$

б)  $x = a(t - \sin t), y = a(1 - \cos t), 0 \leq t \leq 2\pi, y=0.$

в)  $r = a(1 + \cos \varphi)$

5. Найти длины дуг следующих кривых:

а)  $y = \ln(\cos x), 0 \leq x \leq a < \frac{\pi}{2}$

б)  $x = \cos^4 t, y = \sin^4 t$

в)  $r = a \sin^3 \varphi$

6. Найти координаты центра тяжести области, ограниченной параболой  $ax = y^2$  и

$ay = x^2$  ( $a > 0$ ).

### Числовые и функциональные ряды

1. Исследовать сходимость рядов

a.  $\sum_1^{\infty} \frac{1}{1000n+1}$

b.  $\sum_1^{\infty} \frac{2^n n!}{n^n}$

c.  $\sum_1^{\infty} \frac{3^n n!}{n^n}$

d.  $\sum_2^{\infty} \frac{1}{n^{\sqrt{\ln n}}}$

e.  $\sum_1^{\infty} \frac{n^5}{2^n + 3^n}$

f.  $\sum_1^{\infty} \frac{(-1)^{n(n-1)/2}}{2^n}$

$$g. \sum_1^{\infty} \frac{\ln^{100} n}{n} \sin \frac{\pi n}{4}$$

$$h. \sum_1^{\infty} \frac{(-1)^n}{n+p}$$

$$i. \sum_1^{\infty} (-1)^n \frac{n-1}{n+1} \frac{1}{\sqrt[100]{n}}$$

$$j. \sum_2^{\infty} \frac{\sin \frac{\pi n}{12}}{\ln n}$$

2. Определить область сходимости

$$a. \sum_1^{\infty} \frac{n}{x^n}$$

$$c. \sum_1^{\infty} \frac{x^n}{1+x^{2n}}$$

$$b. \sum_1^{\infty} \frac{(-1)^n}{2n-1} \left( \frac{1-x}{1+x} \right)^n$$

3. Исследовать последовательность на равномерную сходимость

$$a. f_n(x) = x^n, 0 \leq x \leq \frac{1}{2}$$

$$c. f_n(x) = \frac{nx}{1+n+x}, 0 \leq x \leq 1$$

$$b. f_n(x) = x^n, 0 \leq x \leq 1$$

$$d. f_n(x) = \sqrt[n]{1+x^n}, 0 \leq x \leq 2$$

4. Исследовать характер сходимости

$$a. \sum_1^{\infty} x^n, |x| < q, q < 1$$

$$b. \sum_1^{\infty} x^n, |x| < 1$$

$$c. \sum_1^{\infty} \frac{x^n}{n!}, x \in (0, +\infty)$$

$$d. \sum_1^{\infty} (1-x)x^n, 0 \leq x \leq 1$$

$$e. \sum_1^{\infty} \frac{nx}{1+n^5 x^2}$$

5. Определить радиус сходимости и исследовать поведение в граничных точках

- a.  $\sum_1^{\infty} \frac{x^n}{n^p}$   
b.  $\sum_1^{\infty} \frac{3^n + (-2)^n}{n} (x+1)^n$

## Ряды Фурье

1. Разложить в ряд Фурье в указанных интервалах

- a.  $f(x) = x, x \in (-\pi, \pi)$   
b.  $f(x) = \cos ax, x \in (-\pi, \pi), a \in \mathbb{Z}$   
c.  $f(x) = \cos ax, x \in (-\pi, \pi), a \notin \mathbb{Z}$   
d.  $f(x) = x \cos x, x \in (-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2})$

2. Разложить функцию  $f(x) = x^2$  в ряд Фурье

- a. в интервале  $(-\pi, \pi)$  по косинусам кратных дуг  
b. в интервале  $(0, \pi)$  по синусам кратных дуг  
c. в интервале  $(0, 2\pi)$

Нарисовать графики функций и графики сумм рядов Фурье для этих случаев.

Пользуясь этими разложениями, найти суммы рядов

$$\sum_1^{\infty} \frac{1}{n^2}, \quad \sum_1^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n^2}, \quad \sum_1^{\infty} \frac{1}{(2n-1)^2}$$

## Функции многих переменных

1. Найти

- a.  $f\left(1, \frac{y}{x}\right)$ , если  $f(x, y) = \frac{2xy}{x^2 + y^2}$   
b.  $f(x)$ , если  $f\left(\frac{y}{x}\right) = \frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{x}, x > 0$

2. Показать, что предел функции  $f(x, y) = \frac{x-y}{x+y}$  при  $x \rightarrow 0, y \rightarrow 0$  не существует.

Найти повторные пределы вдоль прямых, параллельных координатным осям.

3. Показать, что функция  $f(x, y) = \frac{2xy}{x^2 + y^2}$ , доопределенная нулем в начале координат, является непрерывной по каждой переменной, но не является по совокупности этих переменных.
4. Найти частные производные первого и второго порядков от функции
- $u = x^4 + y^4 - 4x^2y^2$
  - $u = x^y$
  - $u = \left(\frac{x}{y}\right)^z$
5. Заменяя приращение функции дифференциалом, приближенно вычислить
- $1,002 \cdot 2,003^2 \cdot 3,004^3$
  - $\sin 29^\circ \operatorname{tg} 46^\circ$
6. Предполагая, что произвольные функции  $\varphi$  и  $\psi$  дифференцируемы достаточное число раз, проверить равенства
- $y \frac{\partial z}{\partial x} - x \frac{\partial z}{\partial y} = 0$ , если  $z = \varphi(x^2 + y^2)$
  - $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - 2 \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$ , если  $u = x\varphi(x+y) + y\psi(x+y)$
7. Для функции  $z = z(x, y)$  найти частные производные первого и второго порядков, если  $z = \sqrt{x^2 - y^2} \operatorname{tg} \frac{z}{\sqrt{x^2 - y^2}}$
8. Найти  $\frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y}$ , если  $F(x + y + z, x^2 + y^2 + z^2) = 0$
9. Написать уравнение касательной плоскости и нормали к поверхности  $z = \operatorname{arctg} \frac{y}{x}$  в точке  $M = \left(1, 1, \frac{\pi}{4}\right)$ .
10. Функцию  $f(x, y) = 2x^2 - xy - y^2 - 6x - 3y + 5$  разложить по формуле Тейлора в окрестности точки  $M(1, -2)$
11. Разложить в ряд Маклорена функцию  $z = \ln(1 + x + y)$
12. Исследовать на экстремум функцию
- $z = xy + \frac{50}{x} + \frac{20}{y}$
  - $u = xy^2z^3(a - x - 2y - 3z), a > 0$
  - $u = x - 2y + 2z$ , если  $x^2 + y^2 + z^2 = 1$
13. В полушар радиуса  $R$  вписать прямоугольный параллелепипед наибольшего объема.

### 1. Двойные интегралы

- a. Вычислить  $\int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^a r^2 \sin^2 \varphi dr$
- b. Расставить пределы интегрирования в том и другом порядке в интеграле  $\iint_D f(x, y) dx dy$ , если D – параболический сегмент, ограниченный кривыми  $y = x^2$  и  $y=1$ .
- c. Изменить порядок интегрирования в интеграле  $\int_1^2 dx \int_{2-x}^{\sqrt{2x-x^2}} f(x, y) dy$
- d. В интеграле  $\iint_D f(x, y) dx dy$  перейти к полярным координатам, если D – параболический сегмент  $-a \leq x \leq a$ ;  $x^2/a \leq y \leq a$
- e. Предполагая, что  $r$  и  $\varphi$  - полярные координаты, изменить порядок интегрирования в интеграле  $\int_0^{\pi/2} d\varphi \int_0^{a\sqrt{\sin 2\varphi}} f(\varphi, r) dr$
- f. Найти площадь, ограниченную кривыми  $(x^2 + y^2)^2 = 2a^2(x^2 - y^2)$ ;  $x^2 + y^2 \geq a^2$ .
- g. Найти координаты центра тяжести однородной пластины, ограниченной кривыми  $ay = x^2$ ,  $x + y = 2a$ .

### 2. Тройные интегралы

- a.  $\iiint_V xy^2 z^3 dx dy dz$ , где область V ограничена поверхностями  $z = xy$ ,  $y = x$ ,  $x = 1$ ,  $z = 0$
- b. Переходя к сферическим координатам, вычислить  $\iiint_V \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} dx dy dz$ , где область V ограничена поверхностью  $x^2 + y^2 + z^2 = z$
- c. Перейдя к цилиндрическим координатам, вычислить  $\iiint_V (x^2 + y^2) dx dy dz$ , где область V ограничена поверхностями  $x^2 + y^2 = 2z$ ,  $z = 2$
- d. Вычислить объем тела, ограниченного поверхностью  $(x^2 + y^2 + z^2)^3 = 3xyz$
- e. Найти координаты центра тяжести однородного тела, ограниченного поверхностями  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = \frac{z^2}{c^2}$ ,  $z = c$

### 3. Криволинейные интегралы

- a. Вычислить  $\int_C y^2 ds$ , где C – арка циклоиды  $x = a(t - \sin t)$ ,  $y = a(1 - \cos t)$ ,  $(0 \leq t \leq 2\pi)$



- b. Вычислить  $\oint_C (x+y)dx + (x-y)dy$ , где  $C$  – эллипс  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ , пробегаемый против хода часовой стрелки.
- c. Вычислить  $\int_{(x_1, y_1, z_1)}^{(x_2, y_2, z_2)} \frac{xdx + ydy + zdz}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}$ , где точка  $(x_1, y_1, z_1)$  лежит на поверхности  $x^2 + y^2 + z^2 = a^2$ , точка  $(x_2, y_2, z_2)$  лежит на поверхности  $x^2 + y^2 + z^2 = b^2$ .
- d. Применяя формулу Грина вычислить  $\oint_C e^x [(1 - \cos y)dx - (y - \sin y)dy]$ , где  $C$  – пробегаемый в положительном направлении контур, ограничивающий область  $0 < x < \pi, 0 < y < \sin x$ .

#### 4. Поверхностные интегралы

- a. На сколько отличаются друг от друга интегралы  $I_1 = \iint_S (x^2 + y^2 + z^2)dS$  и  $I_2 = \iint_P (x^2 + y^2 + z^2)dP$ , где  $S$  – поверхность сферы  $x^2 + y^2 + z^2 = a^2$  и  $P$  – поверхность октаэдра  $|x| + |y| + |z| = a$ , вписанного в эту сферу.
- b. Вычислить  $\iint_S (y-z)dydz + (z-x)dzdx + (x-y)dxdy$ , где  $S$  – внешняя сторона поверхности  $x^2 + y^2 = z^2$  ( $0 \leq z \leq H$ )
- c. Применяя формулу Стокса вычислить  $\int_C (y+z)dx + (z+x)dy + (x+y)dz$ , где  $C$  – эллипс  $x = a \sin^2 t, y = 2a \sin t \cos t, z = a \cos^2 t$  ( $0 \leq t \leq \pi$ ), пробегаемый в направлении возрастания параметра  $t$ .
- d. С помощью формулы Остроградского вычислить  $\iint_S (x^2 \cos \alpha + y^2 \cos \beta + z^2 \cos \gamma)dS$ , где  $S$  – часть конической поверхности  $x^2 + y^2 = z^2$  ( $0 \leq z \leq h$ ) и  $\cos \alpha, \cos \beta, \cos \gamma$  – направляющие косинусы внешней нормали к этой поверхности.

#### *Примерные задачи для контрольных работ*

#### **1 семестр – 4 контрольные работы**

№1. Кудрявцев Л.Д., Кутасов А.Д., Чехлов В. И., Шабунин М.И.т.1: 1984: 7.38, 7.40, 7.115, 7.112, 7.223, 7.233.

Для выполнения контрольной работы №1 необходимо уметь строить эскизы графиков основных элементарных функций.

№2. Кудрявцев Л.Д., Кутасов А.Д., Чехлов В.И., Шабунин М.И., т.1, 1984: 8.99, 8.106, 8.56, 8.57, 9.22, 9.25, 9.29, 9.35, 9.36.

Для выполнения контрольной работы №2 необходимо владеть техникой вычисления пределов последовательностей и пределов функций.

№3. Демидович Б.П.: 1996: 872, 901, 926, 1044, 1053, 1161, 1142, 1193.

Для выполнения контрольной работы №3 необходимо владеть техникой дифференцирования функций и уметь применять дифференциал в приближённых вычислениях.

№4. Демидович Б.П.: 1363, 1323, 1477, 1512, 1532, 1562.

Для выполнения контрольной работы №4 необходимо уметь применять производную для исследования функций.

## **2 семестр – 4 контрольные работы**

№1. Демидович Б.П.: 1636, 1681, 1684, 1699, 1796, 1872, 1927, 1991.

Для выполнения контрольной работы №1 необходимо знать простейшие методы интегрирования неопределённых интегралов.

№2. Демидович Б.П.: 2209, 2243, 2271, 2338, 2398, 2443, 2473.

Для выполнения контрольной работы №2 необходимо знать простейшие методы интегрирования определённых интегралов.

№3. Демидович Б.П.: 2579, 2581, 2586, 2631, 2669.

Для выполнения контрольной работы №3 необходимо уметь применять определённый интеграл в геометрических и физических задачах.

№4. Демидович Б.П.: 2717, 2728, 2747, 2767, 2774, 2859, 2941.

Для выполнения контрольной работы №4 необходимо находить суммы и исследовать сходимость числовых рядов.

## **3 семестр – 2 контрольные работы**

№1. Демидович Б.П.: 3185, 3223, 3245, 3293, 3372, 3458, 3627, 3654.

Для выполнения контрольной работы №1 необходимо находить суммы и исследовать сходимость функциональных рядов.

№2. Демидович Б.П.: 3968, 4095, 3990, 4103; Виноградова И.А., Олехник С.Н., Садовничий В.А., т.1, ч.III, гл.I: 218, 498.

Для выполнения контрольной работы №2 необходимо владеть техникой дифференцирования функций многих переменных и уметь применять дифференциал и

частные производные при исследовании функций на экстремум и наибольшее и наименьшее значения.

#### 4 семестр – 3 контрольные работы

№1. Демидович Б.П.: 4234, 4286, 4352, 4371; Виноградова И.А., Олехник С.Н., Садовничий В.А., т.1, ч.III, гл.III: 104, 170.

Для выполнения контрольной работы №1 необходимо уметь находить кратные, криволинейные и поверхностные интегралы.

№2. Демидович Б.П.: 3718, 3736, 3758, 3793, 3819, 3843.

Для выполнения контрольной работы №2 необходимо исследовать несобственные интегралы, зависящие от параметра на сходимость и равномерную сходимость и уметь дифференцировать и интегрировать функции, заданные этими интегралами.

№3. Демидович Б.П.: 2945, 2955, 2961, 3885, 3898.

Для выполнения контрольной работы №3 необходимо строить ряды Фурье функций и исследовать сходимость этих рядов.

#### Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)

##### Вопросы к коллоквиуму

1. Множества и операции над множествами.
2. Равномощные множества. Счётные множества. Множества мощности континуума.
3. Аксиоматика множества действительных чисел.
4. Лемма о вложенных отрезках. Несчётность множества действительных чисел.
5. Грани числовых множеств.
6. Понятие числовой функции (отображения). График функции. Обратная функция.
7. Определение предела последовательности. Единственность предела.
8. Свойства сходящихся последовательностей, связанные с неравенствами.
9. Бесконечно малые и бесконечно большие последовательности.
10. Арифметические операции над сходящимися последовательностями.
11. Предел монотонной последовательности.
12. Число «ε».
13. Подпоследовательности. Частичные пределы. Теорема Больцано-Вейерштрасса.
14. Фундаментальные последовательности. Критерий Коши.
15. Предел функции в точке. Определение по Коши и по Гейне.
16. Локальные свойства функций, имеющих предел в точке (ограниченность, определённость знака, свойства, связанные с неравенствами и операциями над функциями).

17. Понятие непрерывности функции в точке. Точки разрыва. Локальные свойства функций, непрерывных в точке.
18. Теоремы Вейерштрасса о функциях непрерывных на отрезке.
19. Теоремы Коши о функциях непрерывных на отрезке.
20. Теорема о существовании и непрерывности обратной функции.
21. Равномерная непрерывность функции. Теорема Кантора.
22. Неравенства для тригонометрических функций.
23. Первый замечательный предел и его следствия.
24. Второй замечательный предел.
25. Следствия из второго замечательного предела.
26. Сравнение функций.  $O$ -символика.
27. Эквивалентные функции. Критерий эквивалентности функций. Применение при вычислении пределов функций.
28. Асимптоты графика функции.

## Вопросы к экзамену

### 1 семестр

1. Множества и операции над множествами.
2. Равномощные множества. Счётные множества. Множества мощности континуума.
3. Аксиоматика множества действительных чисел.
4. Лемма о вложенных отрезках. Несчётность множества действительных чисел.
5. Грани числовых множеств.
6. Понятие числовой функции (отображения). График функции. Обратная функция.
7. Определение предела последовательности. Единственность предела.
8. Свойства сходящихся последовательностей, связанные с неравенствами.
9. Бесконечно малые и бесконечно большие последовательности.
10. Арифметические операции над сходящимися последовательностями.
11. Предел монотонной последовательности.
12. Число « $e$ ».
13. Подпоследовательности. Частичные пределы. Теорема Больцано - Вейерштрасса.
14. Фундаментальные последовательности. Критерий Коши.
15. Предел функции в точке. Определение по Коши и по Гейне.
16. Локальные свойства функций, имеющих предел в точке (ограниченность, определённость знака, свойства, связанные с неравенствами и операциями над функциями).
17. Понятие непрерывности функции в точке. Точки разрыва. Локальные свойства функций, непрерывных в точке.
18. Теоремы Вейерштрасса о функциях непрерывных на отрезке.
19. Теоремы Коши о функциях непрерывных на отрезке.
20. Теорема о существовании и непрерывности обратной функции.
21. Равномерная непрерывность функции. Теорема Кантора.
22. Неравенства для тригонометрических функций.
23. Первый замечательный предел и его следствия.
24. Второй замечательный предел.
25. Следствия из второго замечательного предела.
26. Сравнение функций.  $O$  - символика.
27. Эквивалентные функции. Критерий эквивалентности функций. Применение при вычислении пределов функций.

28. Асимптоты графика функции.
29. Задачи, приводящие к понятию производной. Определение и геометрический смысл производной функции. Односторонние и бесконечные производные.
30. Дифференциал функции. Определение, геометрический смысл дифференциала.
31. Правила дифференцирования.
32. Дифференцирование сложной функции. Инвариантность формы первого дифференциала.
33. Таблица производных основных элементарных функций.
34. Производные и дифференциалы высших порядков.
35. Производные функций заданных параметрически и неявно.
36. Локальный экстремум функции. Теорема Ферма.
37. Теорема Ролля о нулях производной.
38. Теорема Лагранжа (формула конечных приращений) и её следствия.
39. Теорема Коши (обобщённая формула конечных приращений) и её следствие.
40. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Лагранжа.
41. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Пеано.
42. Разложение основных элементарных функций по формуле Тейлора (Маклорена).
43. Теоремы Лопиталя.
44. Исследование монотонности функции с помощью производной.
45. Исследование функций на экстремум с помощью производной.
46. Наибольшее и наименьшее значения функции.
47. Исследование выпуклости функции и точек перегиба с помощью производной.
48. Понятие вектор-функции. Предел вектор-функции. Непрерывность вектор-функции.
49. Производная и дифференциал вектор – функции. Теорема Лагранжа для вектор-функций.
50. Понятие простой кривой. Параметризуемые кривые.
51. Касательная к кривой. Понятие гладкой кривой.
52. Длина дуги кривой.

## 2 семестр

1. Первообразная и неопределенный интеграл. Основные свойства.
2. Замена переменных (подстановка) в неопределенном интеграле.
3. Интегрирование по частям в неопределенном интеграле.
4. Интегрирование простых рациональных дробей.
5. Интегрирование иррациональных выражений.
6. Интегрирование тригонометрических выражений.
7. Понятие определенного интеграла. Необходимое условие существования.
8. Суммы Дарбу и их свойства. Критерий интегрируемости функций.
9. Интегрируемость непрерывных функций.
10. Интегрируемость монотонных функций.
11. Основные свойства определенных интегралов.
12. Оценки определенных интегралов.
13. Свойства определенного интеграла как функции верхнего предела.
14. Вычисление определенного интеграла. Формула Ньютона-Лейбница.
15. Интегрирование по частям в определенном интеграле.
16. Замена переменных (подстановка) в определенном интеграле.
17. Несобственный интеграл по неограниченному промежутку.
18. Несобственный интеграл от неограниченной функции.
19. Основные свойства и способы вычисления несобственных интегралов.
20. Признаки сходимости несобственных интегралов от неотрицательных функций.
21. Критерий Коши сходимости несобственных интегралов.

22. Признак Дирихле сходимости несобственных интегралов.
23. Признак Абеля сходимости несобственных интегралов.
24. Абсолютно и условно сходящиеся интегралы.
25. Вычисление площади плоской фигуры, заданной в декартовых координатах.
26. Вычисление площади плоской фигуры, заданной в полярных координатах.
27. Вычисление объемов тел вращения с помощью определенного интеграла.
28. Вычисление объемов тел с заданными площадями их поперечных сечений.
29. Вычисление длины кривой с помощью определенного интеграла.
30. Вычисление площади поверхности вращения с помощью определенного интеграла.
31. Физические приложения определённого интеграла.
32. Сходимость числовых рядов. Необходимое условие сходимости числового ряда.
33. Свойства сходящихся числовых рядов.
34. Критерии сходимости числовых рядов.
35. Интегральный признак сходимости числового ряда.
36. Признаки сравнения числовых рядов.
37. Признак Даламбера сходимости числового ряда.
38. Признак Коши сходимости числового ряда.
39. Признак Лейбница сходимости знакочередующихся рядов и его следствия.
40. Признаки Дирихле и Абеля сходимости числовых рядов.
41. Абсолютная сходимость числовых рядов. Простейшие свойства.
42. Перестановка членов в абсолютно сходящихся рядах и перемножение абсолютно сходящихся рядов.
43. Условно сходящиеся числовые ряды. Теорема Римана.
44. Сходимость и равномерная сходимость функциональной последовательности и функционального ряда.
45. Критерии равномерной сходимости функциональной последовательности и функционального ряда.
46. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости функционального ряда.
47. Признаки Дирихле и Абеля равномерной сходимости функционального ряда.
48. Непрерывность суммы функционального ряда.
49. Почленное интегрирование функционального ряда.
50. Почленное дифференцирование функционального ряда.
51. Степенные ряды. Теорема Абеля.
52. Радиус сходимости степенного ряда. Формула Коши – Адамара.
53. Свойства степенных рядов.
54. Ряд Тейлора.
55. Интегральная форма остаточного члена формулы Тейлора.
56. Разложение основных элементарных функций в ряд Тейлора.

### 3 семестр

1. Предел функции многих переменных.
2. Различные типы пределов функции многих переменных (предел по множеству, предел по направлению, бесконечные пределы, повторные пределы).
3. Непрерывность функций многих переменных. Свойства функций многих переменных непрерывных в точке.
4. Свойства функций многих переменных непрерывных на множествах (теоремы Вейерштрасса, Коши, Кантора).
5. Дифференцируемость функций многих переменных.
6. Критерий дифференцируемости функций многих переменных.
7. Необходимое условие дифференцируемости функций многих переменных.
8. Достаточные условия дифференцируемости функций многих переменных.
9. Дифференцирование сложных функций многих переменных.

10. Формула конечных приращений для функции многих переменных. Производная по направлению. Градиент.
11. Дифференциал функции многих переменных.
12. Производные высших порядков функций многих переменных.
13. Дифференциалы высших порядков функций многих переменных.
14. Неявные функции. Теорема о существовании и дифференцируемости неявных функций.
15. Формула Тейлора для функции многих переменных с остаточным членом в форме Лагранжа.
16. Формула Тейлора для функции многих переменных с остаточным членом в форме Пеано.
17. Необходимые условия экстремума функции многих переменных.
18. Достаточные условия экстремума функции многих переменных.
19. Условный экстремум функции многих переменных. Прямой метод отыскания точек условного экстремума.
20. Метод множителей Лагранжа. Теорема Лагранжа. Необходимые условия условного экстремума. Достаточные условия условного экстремума.
21. Определение кратного интеграла. Критерий интегрируемости.
22. Классы интегрируемых функций многих переменных.
23. Свойства кратных интегралов.
24. Сведение двойного интеграла по прямоугольнику к повторному интегралу.
25. Сведение двойного интеграла к повторному интегралу в случае области произвольного вида.
26. Сведение тройного интеграла к повторному.
27. Замена переменных в кратных интегралах.
28. Использование полярных координат при вычислении двойных интегралов.
29. Использование цилиндрических координат при вычислении тройных интегралов.
30. Использование сферических координат при вычислении тройных интегралов.
31. Несобственные кратные интегралы.

#### 4 семестр

1. Криволинейные интегралы первого рода.
2. Криволинейные интегралы второго рода.
3. Формула Грина.
4. Условия независимости криволинейного интеграла второго рода от пути интегрирования (плоский случай).
5. Поверхности в пространстве  $\mathbb{R}^3$ .
6. Площадь поверхности.
7. Поверхностные интегралы первого рода.
8. Поверхностные интегралы второго рода.
9. Формула Остроградского – Гаусса.
10. Соленоидальные поля.
11. Формула Стокса.
12. Потенциальные поля в пространстве  $\mathbb{R}^3$ .
13. Определение и непрерывность собственных интегралов, зависящих от параметра.
14. Дифференцирование и интегрирование собственных интегралов, зависящих от параметра.
15. Равномерная сходимость несобственных интегралов, зависящих от параметра.
16. Критерий равномерной сходимости несобственных интегралов, зависящих от параметра.
17. Признаки равномерной сходимости несобственных интегралов, зависящих от параметра.

18. Непрерывность несобственных интегралов, зависящих от параметра.
19. Интегрирование несобственных интегралов, зависящих от параметра.
20. Дифференцирование несобственных интегралов, зависящих от параметра.
21. Гамма – функция Эйлера.
22. Ортогональные системы функций.
23. Ряд Фурье. Коэффициенты Фурье.
24. Лемма Римана.
25. Ядро Дирихле и его свойства.
26. Формула Дирихле.
27. Принцип локализации.
28. Условие Гёльдера.
29. Сходимость ряда Фурье в точке.
30. Интеграл Фурье. Преобразование Фурье.

### Критерии оценивания результатов обучения

<i>Оценка</i>	<i>Критерии оценивания по экзамену</i>
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

Критерии оценивания по зачету:

«зачтено»: студент владеет теоретическими знаниями по данному разделу, знает формулы и теоремы, допускает незначительные ошибки; студент умеет правильно объяснять изученный материал, иллюстрируя его примерами.

«не зачтено»: материал не усвоен или усвоен частично, студент затрудняется привести примеры по изученному материалу, довольно ограниченный объем знаний и неумение применять его для решения типовых задач.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;



– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий**

### **5.1. Учебная литература**

#### **Основная литература:**

1. Зорич В.А. Математический анализ. В 2-х т. М.: МЦНМО, 2007. Т. 1 – 657 с., Т. 2 – 789 с.
2. Демидович Б.П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу. М.: 2009. – 558 с.
3. Кудрявцев Л.Д., Кутасов А.Д., Чехлов В.И., Шабунин М.И. Сборник задач по математическому анализу. Том 1. Предел. Непрерывность. Дифференцируемость. М.: Физматлит, 2010. – 496 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2226](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2226)
4. Кудрявцев Л.Д., Кутасов А.Д., Чехлов В.И., Шабунин М.И. Сборник задач по математическому анализу. Том 2. Интегралы. Ряды. М.: Физматлит, 2009. – 504 с. ([http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2227](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2227)).
5. Кудрявцев Л.Д., Кутасов А.Д., Чехлов В.И., Шабунин М.И. Сборник задач по математическому анализу. Том 3. Функции нескольких переменных. М.: Физматлит, 2003. – 472 с. ([http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2220](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2220)).

#### **Дополнительная литература:**

1. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. В 3-х т. Т. 1. М.: Лань, 2009. – 608 с. ([http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=407](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=407)). Т. 2. М.: Лань, 2009. – 800 с. ([http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=408](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=408)). Т. 3. М.: Лань, 2009. – 656 с. ([http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=409](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=409)).
2. Гелбаум Б., Омстед Дж. Контрпримеры в анализе. М.: ЛКИ, 2007. = 256 с.

3. Кудрявцев Л.Д. Краткий курс математического анализа. Т. 1. Дифференциальное и интегральное исчисления функций одной переменной. Ряды. М.: Физматлит, 2008. – 400 с.  
([http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2224](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2224)).
4. Кудрявцев Л.Д. Краткий курс математического анализа. Т. 2. Дифференциальное и интегральное исчисления функций многих переменных. Гармонический анализ. М.: Физматлит, 2003. – 424 с.  
([http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2225](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2225)).

## 5.2. Периодическая литература

Не используются при изучении курса.

## 5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

### Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

### Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prlib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

### Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

### **Ресурсы свободного доступа:**

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.uceba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы [http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy\\_i\\_otvety](http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy_i_otvety)

### **Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:**

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
  2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
  3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
  4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
  5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>
6. **Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Подготовка к зачету должна осуществляться в соответствии с вопросами зачета с оценкой и проводиться в форме собеседования. Вопросы к зачету объявляются на первом занятии по дисциплине «Задачи повышенной сложности по математике».

Во время подготовки к собеседованию обучающемуся рекомендуется:

1. Внимательно изучить вопросы, вынесенные на зачет, список рекомендованной литературы, требования, предъявляемые к ответу (уровень знаний и умений, критерии оценки ответа).
2. Подготовиться к повторению материала: обеспечить себя информационными ресурсами, которые предложены преподавателем, повторить конспекты лекций, изучить презентации, где выделены наиболее важные аспекты изучаемой темы.
3. Приступить к подготовке, используя имеющуюся литературу, конспекты лекций, сетевые ресурсы.
4. Выписать отдельно и уточнить на консультациях вопросы, вызывающие наибольшие трудности, и вопросы, ответы на которые неясны и вызывают сомнения.

5. Основную подготовку к зачету необходимо завершить за два дня до зачета. Оставшееся время следует посвятить повторению изученного материала, обращая особое внимание на точность определений математических понятий и понятий дисциплины.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

#### 7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, специально оборудованная мультимедийными демонстрационными комплексами, учебной мебелью
2.	Лабораторные занятия	Помещение для проведения лабораторных занятий оснащенное учебной мебелью, доской маркером или мелом
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Помещение для проведения групповых (индивидуальных) консультаций, учебной мебелью, доской маркером или мелом
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Помещение для проведения текущей и промежуточной аттестации, оснащенное учебной мебелью.
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета