



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Математики

УТВЕРЖДАЮ
Начальник учебно-методического управления

«29» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Математический анализ

направление подготовки/специальность 01.03.02 Прикладная математика и информатика

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Прикладная математика и информатика

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2023__

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины являются:

- изучение предусмотренных программой определений, теорем, их доказательств, связей между ними;
- развитие у студентов логического мышления, математической интуиции, точности и обстоятельности аргументации;
- воспитание математической культуры, которая способствовала бы включению будущих специалистов в процесс активного познания, в частности, обеспечивала бы им возможность самостоятельного овладения новым математическим аппаратом.

Задачами освоения дисциплины являются:

- формирование отношения к математическому анализу как к инструменту исследования и решения прикладных задач;
- выработка у студентов понимания сущности математической модели и умения моделировать некоторые наиболее доступные объекты, процессы и явления;
- использование студентами знаний и практических навыков, полученных по дисциплине "Математический анализ", при изучении общепрофессиональных дисциплин, а также при выполнении курсовых и домашних работ.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.2 Использует методы математического анализа и моделирования, теоретического исследования для решения сформулированной задачи профессиональной деятельности	знает Основные понятия, принципы и факты математического анализа умеет формализовать в терминах дисциплины задачи геометрического и аналитического характера владеет навыками методологией постановки и решения конкретных прикладных задач методами математического анализа
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1 Определяет перечень задач для достижения поставленной цели	знает Основные разделы математического анализа применительно к поставленным задачам умеет Составить математическую модель поставленной задачи владеет навыками приемами математического анализа для моделирования задачи

УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.3 Предлагает способ и средство решения задачи профессиональной деятельности с учётом ресурсов и ограничений	знает Основные подходы решения задач методами математического анализа умеет решать задачи методами математического анализа владеет навыками приемами решения задач математического анализа
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.4 Составляет последовательность (алгоритм) решения задачи	знает Способы представления исходных данных задач математического анализа умеет составлять алгоритмы решения задач математического анализа владеет навыками алгоритмическими приемами решения задач математического анализа

3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.О.09 основной профессиональной образовательной программы 01.03.02 Прикладная математика и информатика и относится к обязательной части учебного плана.

Для освоения дисциплины «Математический анализ» студенту необходимо:

знать:

- основы алгебры и математического анализа;
- геометрию и тригонометрию;
- основы физики;

уметь:

- производить арифметические вычисления;
- решать линейные и квадратные уравнения, алгебраические неравенства;
- формулировать и понимать математические утверждения, леммы, теоремы;

владеть:

- методами элементарных алгебраических преобразований;
- основными тригонометрическими и алгебраическими тождествами;
- способами построения и исследования простейших математических моделей.

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Комплексный анализ	ОПК-1.3
2	Уравнения математической физики	ОПК-3.1, ОПК-1.1
3	Численные методы	ОПК-2.1, ОПК-2.2
4	Вариационное исчисление	ОПК-3.2, ОПК-1.2
5	Теория случайных процессов и основы теории массового обслуживания	ОПК-1.1, ОПК-1.2
6	Линейное и нелинейное программирование	ОПК-4.3, ОПК-1.2

7	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, УК-1.6, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3, УК-3.4, УК-3.5, УК-3.6, УК-4.1, УК-4.2, УК-4.3, УК-4.4, УК-5.1, УК-5.2, УК-5.3, УК-5.4, УК-5.5, УК-5.6, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, УК-6.4, УК-6.5, УК-7.1, УК-7.2, УК-7.3, УК-7.4, УК-8.1, УК-8.2, УК-8.3, УК-8.4, УК-9.1, УК-9.2, УК-9.3, УК-9.4, УК-9.5, УК-10.1, УК-10.2, УК-10.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-4.4, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5
8	Комплексный анализ	ОПК-1.3
9	Уравнения математической физики	ОПК-3.1, ОПК-1.1
10	Численные методы	ОПК-2.1, ОПК-2.2
11	Вариационное исчисление	ОПК-3.2, ОПК-1.2
12	Теория случайных процессов и основы теории массового обслуживания	ОПК-1.1, ОПК-1.2
13	Линейное и нелинейное программирование	ОПК-4.3, ОПК-1.2
14	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, УК-1.6, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3, УК-3.4, УК-3.5, УК-3.6, УК-4.1, УК-4.2, УК-4.3, УК-4.4, УК-5.1, УК-5.2, УК-5.3, УК-5.4, УК-5.5, УК-5.6, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, УК-6.4, УК-6.5, УК-7.1, УК-7.2, УК-7.3, УК-7.4, УК-8.1, УК-8.2, УК-8.3, УК-8.4, УК-9.1, УК-9.2, УК-9.3, УК-9.4, УК-9.5, УК-10.1, УК-10.2, УК-10.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-4.4, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов	Из них часы на практическую подготовку	Семестр		
			1	2	3
Контактная работа	192		64	64	64
Лекционные занятия (Лек)	80	0	32	16	32
Практические занятия (Пр)	112	0	32	48	32
Иная контактная работа, в том числе:	2,9		1,05	0,8	1,05
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)	1,2		0,4	0,4	0,4
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))	1,2		0,4	0,4	0,4
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача	0,5		0,25		0,25
Часы на контроль	57,5		26,75	4	26,75
Самостоятельная работа (СР)	143,6		52,2	39,2	52,2
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)					
часы:	396		144	108	144
зачетные единицы:	11		4	3	4

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по разделам (темам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Тематический план дисциплины (модуля)

№	Разделы дисциплины	Семестр	Контактная работа (по учебным занятиям), час.						СР	Всего, час.	Код индикатора достижения компетенции
			лекции		ПЗ		ЛР				
			всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку			
1.	1 раздел. Элементы теории множеств. Действительные числа. Последовательности и их пределы										
1.1.	Множества и операции над ними	1	2		2			2	6	ОПК-1.2	
1.2.	Действительные числа. Аксиомы поля действительных чисел	1	2		2			2	6	ОПК-1.2	
1.3.	Предел последовательности	1	2		2			2	6	ОПК-1.2	
2.	2 раздел. Пределы и непрерывность функций										
2.1.	Свойства предела функции	1	2		2			3	7	ОПК-1.2	
2.2.	Бесконечно-малые и бесконечно-большие величины	1	2		2			3	7	ОПК-1.2	
2.3.	Непрерывные функции и их свойства, равномерная непрерывность	1	2		2			3	7	ОПК-1.2	
3.	3 раздел. Производная и дифференциал. Основные теоремы дифференциального исчисления. Исследование функций при помощи производных										
3.1.	Производная, определение и свойства дифференцируемых функций	1	2		2			3	7	ОПК-1.2	
3.2.	Теоремы дифференциального счисления, формула Лагранжа	1	2		2			3	7	ОПК-1.2	
3.3.	Формула Тейлора, экстремумы, выпуклость	1	2		2			3	7	ОПК-1.2	
4.	4 раздел. Вектор-функция скалярного аргумента										
4.1.	Кривая в пространстве, параметризация	1	2		2			3	7	ОПК-1.2	
4.2.	Длина дуги кривой, кривизна кривой	1	2		2			4	8	ОПК-1.2	

12.1	Функции нескольких переменных. Предел, непрерывность, дифференцируемость	2	2		8				8	18	ОПК-1.2
12.2	Частные производные, градиент, экстремум функции нескольких переменных	2	4		8				8	20	ОПК-1.2
12.3	Условный экстремум функции нескольких переменных	2	4		8				8,9	20,9	ОПК-1.2
13.	13 раздел. Иная контактная работа										
13.1	Консультации по контрольным работам	2								0,8	ОПК-1.2, УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4
14.	14 раздел. Контроль										
14.1	Сдача зачета	2								4	ОПК-1.2
15.	15 раздел. Кратные интегралы и элементы теории поля										
15.1	Кубируемые и квадратуемые множества. Кратные и повторные интегралы	3	4		4				7	15	ОПК-1.2
15.2	Применения кратных интегралов. Криволинейные и поверхностные интегралы	3	4		4				7	15	ОПК-1.2
15.3	Понятие векторного поля. Потенциал, ротор и дивергенция	3	4		4				7	15	ОПК-1.2
15.4	Формулы Грина, Стокса и Гаусса-Остроградского. Гармонические поля	3	4		4				7	15	ОПК-1.2
16.	16 раздел. Ряды Фурье										
16.1	Ряды по ортогональной системе векторов евклидова пространства	3	4		4				6	14	ОПК-1.2
16.2	Сходимость тригонометрического ряда Фурье. Суммирование рядов Фурье методом средних арифметических. Теорема Фейера	3	4		4				6	14	ОПК-1.2
17.	17 раздел. Интегралы, зависящие от параметра. Преобразование Фурье										
17.1	Непрерывность и дифференцируемость функции, определенной с помощью интеграла, зависящего от параметра. Г- и В-функции	3	4		4				6	14	ОПК-1.2

17.2	Преобразование Фурье и его свойства. Теорема Шеннона-Котельникова	3	4		4				6,2	14,2	ОПК-1.2
18.	18 раздел. Иная контактная работа										
18.1	Консультации по контрольным работам	3								0,8	ОПК-1.2, УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4
19.	19 раздел. Контроль										
19.1	Сдача экзамена	3								27	ОПК-1.2, УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4

5.1. Лекции

№ разд	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций									
1	Множества и операции над ними	Множества и операции над ними Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения									
2	Действительные числа. Аксиомы поля действительных чисел	Действительные числа. Аксиомы поля действительных чисел Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения									
3	Предел последовательности	Предел последовательности Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения									
4	Свойства предела функции	Свойства предела функции Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения									
5	Бесконечно-малые и бесконечно-большие величины	Бесконечно-малые и бесконечно-большие величины Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения									
6	Непрерывные функции и их свойства, равномерная непрерывность	Непрерывные функции и их свойства, равномерная непрерывность Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения									
7	Производная, определение и свойства дифференцируемых функций	Производная, определение и свойства дифференцируемых функций Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения									
8	Теоремы дифференциального счисления, формула Лагранжа	Теоремы дифференциального счисления, формула Лагранжа Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения									
9	Формула Тейлора, экстремумы, выпуклость	Формула Тейлора, экстремумы, выпуклость Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения									
10	Кривая в пространстве, параметризация	Кривая в пространстве, параметризация Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения									

11	Длина дуги кривой, кривизна кривой	Длина дуги кривой, кривизна кривой Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения
12	Интеграл Римана. Интегрируемость монотонных и непрерывных функций	Интеграл Римана. Интегрируемость монотонных и непрерывных функций Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения
13	Формула Ньютона-Лейбница. Первообразная и неопределенный интеграл	Формула Ньютона-Лейбница. Первообразная и неопределенный интеграл Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения
14	Интегрирование различных типов интегралов	Интегрирование различных типов интегралов Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения
15	Определенный интеграл как функция верхнего предела. Теоремы о среднем	Определенный интеграл как функция верхнего предела. Теоремы о среднем Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения
16	Приложения определенных интегралов	Приложения определенных интегралов Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения
17	Несобственные интегралы	Несобственные интегралы: абсолютная и условная сходимости Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения
20	Ряды с неотрицательными членами	Знакопостоянные ряды, признаки сходимости Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения
21	Знакопеременные ряды	Знакопеременные ряды, признаки сходимости Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения
22	Равномерно сходящиеся последовательности и ряды и их свойства	Абсолютная и равномерная сходимость, признак Вейерштрасса, теоремы равномерной сходимости Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения
23	Степенные ряды, ряды Тейлора	Свойства степенных рядов, ряды Тейлора элементарных функций Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения
24	Понятие об аналитической функции	Вещественная аналитичность элементарных функций Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения
25	Степенные ряды с комплексными членами	Свойства степенных рядов в круге сходимости Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения
26	Функции нескольких переменных. Предел, непрерывность, дифференцируемость	Функции нескольких переменных, кратные пределы, непрерывность в точке, дифференцируемость. Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения
27	Частные производные, градиент, экстремум функции нескольких	Частные производные, градиент, теорема Шварца. формула Тейлора, экстремум функции нескольких переменных Изучение теоретического материала, размещенного на портале

	переменных	дистанционного обучения
28	Условный экстремум функции нескольких переменных	Условный экстремум, касательные подпространства, функция Лагранжа Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения
31	Кубируемые и квадратуемые множества. Кратные и повторные интегралы	Кубируемые и квадратуемые множества. Кратные и повторные интегралы Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения
32	Применения кратных интегралов. Криволинейные и поверхностные интегралы	Длины, площади, площади поверхностей, объемы, массы и моменты инерции как криволинейные, поверхностные и кратные интегралы Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения
33	Понятие векторного поля. Потенциал, ротор и дивергенция	Потенциальные и соленоидальные векторные поля, дивергенция и ротор векторного поля Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения
34	Формулы Грина, Стокса и Гаусса-Остроградского. Гармонические поля	Теоремы Гаусса-Остроградского и Стокса, понятие гармонического потенциала, формулы Грина Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения
35	Ряды по ортогональной системе векторов евклидова пространства	Функциональные пространства со скалярным произведением, ортогональность и полнота, равенство Парсевэля Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения
36	Сходимость тригонометрического ряда Фурье. Суммирование рядов Фурье методом средних арифметических. Теорема Фейера	Скорость сходимости ряда Фурье, ядро Дирихле, Лемма Римана-Лебега, Теорема Фейера Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения
37	Непрерывность и дифференцируемость функции, определенной с помощью интеграла, зависящего от параметра. Г- и В-функции	Непрерывность и дифференцируемость функции, определенной с помощью интеграла, зависящего от параметра. Г- и В-функции Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения
38	Преобразование Фурье и его свойства. Теорема Шеннона-Котельникова	Преобразование Фурье и его свойства. Теорема Шеннона-Котельникова Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения

5.2. Практические занятия

№ разд	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	Множества и операции над ними	Множества и операции над ними Изучение теоретического материала, размещенного на портале

		дистанционного обучение Выполнение домашнего задания(портал)
2	Действительные числа. Аксиомы поля действительных чисел	Действительные числа. Аксиомы поля действительных чисел Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучение Выполнение домашнего задания(портал)
3	Предел последовательности	Предел последовательности Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучение Выполнение домашнего задания(портал)
4	Свойства предела функции	Свойства предела функции Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучение Выполнение домашнего задания(портал)
5	Бесконечно-малые и бесконечно-большие величины	Бесконечно-малые и бесконечно-большие величины Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучение Выполнение домашнего задания(портал)
6	Непрерывные функции и их свойства, равномерная непрерывность	Непрерывные функции и их свойства, равномерная непрерывность Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучение Выполнение домашнего задания(портал)
7	Производная, определение и свойства дифференцируемых функций	Производная, определение и свойства дифференцируемых функций Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучение Выполнение домашнего задания(портал)
8	Теоремы дифференциального счисления, формула Лагранжа	Теоремы дифференциального счисления, формула Лагранжа Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучение Выполнение домашнего задания(портал)
9	Формула Тейлора, экстремумы, выпуклость	Формула Тейлора, экстремумы, выпуклость Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучение Выполнение домашнего задания(портал)
10	Кривая в пространстве, параметризация	Кривая в пространстве, параметризация Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучение Выполнение домашнего задания(портал)
11	Длина дуги кривой, кривизна кривой	Длина дуги кривой, кривизна кривой Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучение Выполнение домашнего задания(портал)
12	Интеграл Римана. Интегрируемость монотонных и непрерывных функций	Интеграл Римана. Интегрируемость монотонных и непрерывных функций Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучение Выполнение домашнего задания(портал)
13	Формула Ньютона-Лейбница. Первообразная и неопределенный интеграл	Таблица неопределенных интегралов Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучение Выполнение домашнего задания(портал)

14	Интегрирование различных типов интегралов	Интегрирование различных типов интегралов Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
15	Определенный интеграл как функция верхнего предела. Теоремы о среднем	Определенный интеграл как функция верхнего предела. Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
16	Приложения определенных интегралов	Длина кривой, площадь под кривой, объем тела вращения, площадь поверхности тела вращения Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
17	Несобственные интегралы	Несобственные интегралы Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
20	Ряды с неотрицательными членами	Знакопостоянные ряды, признаки сходимости Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
21	Знакопеременные ряды	Знакопеременные ряды, признаки сходимости Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
22	Равномерно сходящиеся последовательности и ряды и их свойства	Равномерно сходящиеся последовательности и ряды и их свойства Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
23	Степенные ряды, ряды Тейлора	Свойства степенных рядов, ряды Тейлора элементарных функций Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
24	Понятие об аналитической функции	Комплексные ряды элементарных функций Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
25	Степенные ряды с комплексными членами	Свойства степенных рядов в круге сходимости Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения. Выполнение домашнего задания
26	Функции нескольких переменных. Предел, непрерывность, дифференцируемость	Функции нескольких переменных, кратные пределы, непрерывность в точке, дифференцируемость Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
27	Частные производные, градиент, экстремум функции нескольких переменных	Частные производные, градиент, матрица Якоби, Якобиан, экстремум функции нескольких переменных, Критерий Сильвестра Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
28	Условный экстремум функции нескольких	Условный экстремум, касательные подпространства, функция Лагранжа

	переменных	Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
31	Кубируемые и квадратуемые множества. Кратные и повторные интегралы	Кратные и повторные интегралы, замена переменных, Якобиан Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
32	Применения кратных интегралов. Криволинейные и поверхностные интегралы	Длины, площади, площади поверхностей, объемы, массы и моменты инерции как криволинейные, поверхностные и кратные интегралы Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
33	Понятие векторного поля. Потенциал, ротор и дивергенция	Потенциальные и соленоидальные векторные поля, дивергенция и ротор векторного поля Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
34	Формулы Грина, Стокса и Гаусса-Остроградского. Гармонические поля	Теоремы Гаусса-Остроградского и Стокса, понятие гармонического потенциала, формулы Грина Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
35	Ряды по ортогональной системе векторов евклидова пространства	Функциональные пространства со скалярным произведением, ортогональность и полнота, равенство Парсевалля Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
36	Сходимость тригонометрического ряда Фурье. Суммирование рядов Фурье методом средних арифметических. Теорема Фейера	Скорость сходимости ряда Фурье, связь скорости сходимости с гладкостью функции, суммирование рядов Фурье Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
37	Непрерывность и дифференцируемость функции, определенной с помощью интеграла, зависящего от параметра. Г- и В-функции	Непрерывность и дифференцируемость функции, определенной с помощью интеграла, зависящего от параметра. Г- и В-функции Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
38	Преобразование Фурье и его свойства. Теорема Шеннона-Котельникова	Преобразование Фурье и его свойства. Теорема Шеннона-Котельникова Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)

5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Множества и	Множества и операции над ними

	операции над ними	Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучение Выполнение домашнего задания(портал)
2	Действительные числа. Аксиомы поля действительных чисел	Действительные числа. Аксиомы поля действительных чисел Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучение Выполнение домашнего задания(портал)
3	Предел последовательности	Предел последовательности Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучение Выполнение домашнего задания(портал)
4	Свойства предела функции	Свойства предела функции Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучение Выполнение домашнего задания(портал)
5	Бесконечно-малые и бесконечно-большие величины	Бесконечно-малые и бесконечно-большие величины Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучение Выполнение домашнего задания(портал)
6	Непрерывные функции и их свойства, равномерная непрерывность	Непрерывные функции и их свойства, равномерная непрерывность Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучение Выполнение домашнего задания(портал)
7	Производная, определение и свойства дифференцируемых функций	Производная, определение и свойства дифференцируемых функций Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучение Выполнение домашнего задания(портал)
8	Теоремы дифференциального счисления, формула Лагранжа	Теоремы дифференциального счисления, формула Лагранжа Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучение Выполнение домашнего задания(портал)
9	Формула Тейлора, экстремумы, выпуклость	Формула Тейлора, экстремумы, выпуклость Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучение Выполнение домашнего задания(портал)
10	Кривая в пространстве, параметризация	Кривая в пространстве, параметризация Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучение Выполнение домашнего задания(портал)
11	Длина дуги кривой, кривизна кривой	Длина дуги кривой, кривизна кривой Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучение Выполнение домашнего задания(портал)
12	Интеграл Римана. Интегрируемость монотонных и непрерывных функций	Интеграл Римана. Интегрируемость монотонных и непрерывных функций Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучение Выполнение домашнего задания(портал)
13	Формула Ньютона-Лейбница. Первообразная и неопределенный	Таблица неопределенных интегралов Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучение

	интеграл	Выполнение домашнего задания(портал)
14	Интегрирование различных типов интегралов	Интегрирование различных типов интегралов Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
15	Определенный интеграл как функция верхнего предела. Теоремы о среднем	Определенный интеграл как функция верхнего предела. Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
16	Приложения определенных интегралов	Длина кривой, площадь под кривой, объем тела вращения, площадь поверхности тела вращения Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
17	Несобственные интегралы	Несобственные интегралы Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
20	Ряды с неотрицательными членами	Знакопостоянные ряды, признаки сходимости Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
21	Знакопеременные ряды	Знакопеременные ряды, признаки сходимости Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
22	Равномерно сходящиеся последовательности и ряды и их свойства	Равномерно сходящиеся последовательности и ряды и их свойства Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
23	Степенные ряды, ряды Тейлора	Свойства степенных рядов, ряды Тейлора элементарных функций Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
24	Понятие об аналитической функции	Комплексные ряды элементарных функций Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
25	Степенные ряды с комплексными членами	Свойства степенных рядов в круге сходимости Изучение теоретического материала, расположенного на портале дистанционного обучения. Выполнение домашнего задания
26	Функции нескольких переменных. Предел, непрерывность, дифференцируемость	Функции нескольких переменных, кратные пределы, непрерывность в точке, дифференцируемость Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
27	Частные производные, градиент, экстремум функции нескольких переменных	Частные производные, градиент, матрица Якоби, Якобиан, экстремум функции нескольких переменных, Критерий Сильвестра Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
28	Условный экстремум	Условный экстремум, касательные подпространства, функция

	функции нескольких переменных	Лагранжа Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
31	Кубируемые и квадратуемые множества. Кратные и повторные интегралы	Кратные и повторные интегралы, замена переменных, Якобиан Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
32	Применения кратных интегралов. Криволинейные и поверхностные интегралы	Длины, площади, площади поверхностей, объемы, массы и моменты инерции как криволинейные, поверхностные и кратные интегралы Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
33	Понятие векторного поля. Потенциал, ротор и дивергенция	Потенциальные и соленоидальные векторные поля, дивергенция и ротор векторного поля Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
34	Формулы Грина, Стокса и Гаусса-Остроградского. Гармонические поля	Теоремы Гаусса-Остроградского и Стокса, понятие гармонического потенциала, формулы Грина Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
35	Ряды по ортогональной системе векторов евклидова пространства	Функциональные пространства со скалярным произведением, ортогональность и полнота, равенство Парсевалья Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
36	Сходимость тригонометрического ряда Фурье. Суммирование рядов Фурье методом средних арифметических. Теорема Фейера	Скорость сходимости ряда Фурье, связь скорости сходимости с гладкостью функции, суммирование рядов Фурье Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
37	Непрерывность и дифференцируемость функции, определенной с помощью интеграла, зависящего от параметра. Г- и В-функции	Непрерывность и дифференцируемость функции, определенной с помощью интеграла, зависящего от параметра. Г- и В-функции Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)
38	Преобразование Фурье и его свойства. Теорема Шеннона-Котельникова	Преобразование Фурье и его свойства. Теорема Шеннона-Котельникова Изучение теоретического материала, размещенного на портале дистанционного обучения Выполнение домашнего задания(портал)

6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

В объем самостоятельной работы по дисциплине включается следующее:

- изучение теоретических вопросов по всем темам дисциплины;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к текущему контролю успеваемости студентов;
- подготовка к зачету и экзамену.

При подготовке к практическим занятиям и в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники;
- выполнить практические задания в рамках изучаемой темы;
- ответить на контрольные вопросы по теме, используя материалы ФОС, либо групповые индивидуальные задания, подготовленные преподавателем;
- подготовиться к проверочной работе, предусмотренной в контрольных точках;
- подготовиться к промежуточной аттестации.

7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
1	Множества и операции над ними	ОПК-1.2	Опрос. Тест. Контрольное задание.
2	Действительные числа. Аксиомы поля действительных чисел	ОПК-1.2	Опрос. Тест. Контрольное задание.
3	Предел последовательности	ОПК-1.2	Опрос. Тест. Контрольное задание.
4	Свойства предела функции	ОПК-1.2	Опрос. Тест. Контрольное задание.
5	Бесконечно-малые и бесконечно-большие величины	ОПК-1.2	Опрос. Тест. Контрольное задание.
6	Непрерывные функции и их свойства, равномерная непрерывность	ОПК-1.2	Опрос. Тест. Контрольное задание.
7	Производная, определение и свойства дифференцируемых функций	ОПК-1.2	Опрос. Тест. Контрольное задание.
8	Теоремы дифференциального счисления, формула Лагранжа	ОПК-1.2	Опрос. Тест. Контрольное задание.
9	Формула Тейлора, экстремумы, выпуклость	ОПК-1.2	Опрос. Тест. Контрольное задание.
10	Кривая в пространстве, параметризация	ОПК-1.2	Опрос. Тест. Контрольное задание.
11	Длина дуги кривой, кривизна кривой	ОПК-1.2	Опрос. Тест. Контрольное задание.
12	Интеграл Римана. Интегрируемость монотонных и непрерывных функций	ОПК-1.2	Опрос. Тест. Контрольное задание.
13	Формула Ньютона-Лейбница. Первообразная и неопределенный интеграл	ОПК-1.2	Опрос. Тест. Контрольное задание.
14	Интегрирование различных типов	ОПК-1.2	Опрос. Тест.

	интегралов		Контрольное задание.
15	Определенный интеграл как функция верхнего предела. Теоремы о среднем	ОПК-1.2	Опрос. Тест. Контрольное задание.
16	Приложения определенных интегралов	ОПК-1.2	Опрос. Тест. Контрольное задание.
17	Несобственные интегралы	ОПК-1.2	Опрос. Тест. Контрольное задание.
18	Консультации по контрольным работам	ОПК-1.2, УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4	опрос
19	Сдача экзамена	ОПК-1.2, УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4	Итоговый опрос
20	Ряды с неотрицательными членами	ОПК-1.2	Опрос. Тест. Контрольное задание.
21	Знакопеременные ряды	ОПК-1.2	Опрос. Тест. Контрольное задание.
22	Равномерно сходящиеся последовательности и ряды и их свойства	ОПК-1.2	Опрос. Тест. Контрольное задание.
23	Степенные ряды, ряды Тейлора	ОПК-1.2	Опрос. Тест. Контрольное задание.
24	Понятие об аналитической функции	ОПК-1.2	Опрос. Тест. Контрольное задание.
25	Степенные ряды с комплексными членами	ОПК-1.2	Опрос. Тест. Контрольное задание.
26	Функции нескольких переменных. Предел, непрерывность, дифференцируемость	ОПК-1.2	Опрос. Тест. Контрольное задание.
27	Частные производные, градиент, экстремум функции нескольких переменных	ОПК-1.2	Опрос. Тест. Контрольное задание.
28	Условный экстремум функции нескольких переменных	ОПК-1.2	Опрос. Тест. Контрольное задание.
29	Консультации по контрольным работам	ОПК-1.2, УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4	опрос
30	Сдача зачета	ОПК-1.2	Зачетный опрос, решение проверочного задания
31	Кубируемые и квадратуемые множества. Кратные и повторные интегралы	ОПК-1.2	Опрос. Тест. Контрольное задание.
32	Применения кратных интегралов. Криволинейные и поверхностные интегралы	ОПК-1.2	Опрос. Тест. Контрольное задание.
33	Понятие векторного поля. Потенциал, ротор и дивергенция	ОПК-1.2	Опрос. Тест. Контрольное задание.
34	Формулы Грина, Стокса и Гаусса-Остроградского. Гармонические поля	ОПК-1.2	Опрос. Тест. Контрольное задание.
35	Ряды по ортогональной системе векторов евклидова пространства	ОПК-1.2	Опрос. Тест. Контрольное задание.
36	Сходимость тригонометрического ряда Фурье. Суммирование рядов Фурье методом средних арифметических. Теорема Фейера	ОПК-1.2	Опрос. Тест. Контрольное задание.
37	Непрерывность и дифференцируемость функции, определенной с помощью интеграла, зависящего от параметра. Γ - и	ОПК-1.2	Опрос. Тест. Контрольное задание.

	В-функции		
38	Преобразование Фурье и его свойства. Теорема Шеннона-Котельникова	ОПК-1.2	Опрос. Тест. Контрольное задание.
39	Консультации по контрольным работам	ОПК-1.2, УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4	опрос
40	Сдача экзамена	ОПК-1.2, УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4	Опрос

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Разноуровневые задачи (задания)

(см. приложение)

(для проверки сформированности индикаторов достижения компетенции ОПК-1.2, УК-2.1, 2.3, 2.4)

Рекомендуемые контрольные работы на тему:

1. Пределы. Непрерывность.
2. Производные.
3. Правило Лопиталя. Построение графиков функций.
4. Неопределенный интеграл.
5. Определенный интеграл.
6. Кратные интеграл.
7. Функции нескольких переменных.
8. Числовые и функциональные ряды.
9. Ряды Фурье.

Рекомендуемые расчетно-графические работы:

1. Производная и ее приложения.
2. Построение графиков.
3. Вычисление интегралов.
4. Ряды.
5. Нахождение экстремумов функций нескольких переменных.

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

<p>Оценка «отлично» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы; - точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; - полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю) <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации; - применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий; - грамотно обосновывает ход решения задач; - безупречно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач; - творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине; - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю) <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку; - использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы; - владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий; - средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий; - обосновывает ход решения задач без затруднений

<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи навыки: - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p>
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине; умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок навыки: - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Аттестация в 1-м семестре:

1. Операции над множествами и их свойства.
2. Отображения из одного множества в другое. Сюръективные, инъективные и биективные отображения.
3. Мощность множества. Счетные и несчетные множества.
4. Теорема Кантора -Бернштейна.
5. Аксиомы поля для рациональных и вещественных чисел.
6. Верхняя и нижняя грани множества, их свойства, теорема об инфинуме (супренуме).
7. Принцип Архимеда. Аксиома (Лемма) Кантора о вложенных отрезках.
8. Предел последовательности. Последовательность Коши (фундаментальная последовательность).
9. Сходимость последовательности Коши во множестве вещественных чисел. Критерий Коши.
10. Теорема Вейерштрасса о сходимости монотонной последовательности.
11. Предел отображения (функции). Свойства пределов.
12. Эквивалентность определений предела отображения по Коши и по Гейне.
13. Бесконечно-малые и бесконечно-большие величины.

14. Свойства бесконечно-малых и бесконечно-больших величин. Сравнение бесконечно-малых величин.

15. Непрерывные отображения (функции) и их свойства.

16. Теорема Больцано-Коши.

17. Компактность и непрерывность, равномерная непрерывность.

18. Теорема Вейерштрасса.

19. Теорема Кантора.

20. Производная, ее геометрический смысл.

21. Дифференцируемость и непрерывность.

22. Правила дифференцирования.

23. Производная обратной функции.

24. Формула конечных приращений (Лагранжа).

25. Правило Лопиталья.

26. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Пеано и в форме Лагранжа.

27. Формула Тейлора с остаточным членом в форме Лагранжа.

28. Необходимое и достаточное условия экстремума.

29. Точки максимума и минимума функции.

30. Точки перегиба. Выпуклость функции.

31. Кривая на плоскости. Касательный вектор, касательная и нормаль к кривой.

32. Естественная параметризация кривой, элемент длины.

33. Кривизна и радиус кривизны кривой.

34. Интеграл Римана. Геометрический смысл интеграла.

35. Верхняя и нижняя суммы Дарбу. Условие интегрируемости.

36. Интегрируемость монотонных ограниченных функций.

37. Интегральная сумма Римана. Эквивалентность суммам Дарбу.

38. Интегрируемость непрерывной на отрезке функции.

39. Свойства определенного интеграла как функционала от подынтегральной функции

40. Свойства определенного интеграла как функции отрезка интегрирования.

41. Теоремы о среднем значении.

42. Формула Тейлора с интегральным остаточным членом

43. Неопределённый интеграл. Первообразная как функция интеграла от верхнего преде-

ла.

44. Замена переменной в неопределенном и определенном интегралах.

45. Формула Ньютона-Лейбница.

46. Несобственные интегралы I-го и II-го родов.

47. Признаки сравнения для знакопостоянных подынтегральных функций.

48. Абсолютная и условная сходимость несобственных интегралов.

49. Признаки Абеля и Дирихле условной сходимости.

Аттестация во 2-м семестре:

50. Определение суммы числового ряда, частичные суммы ряда,

51. Необходимое условие сходимости числового ряда.

52. Критерий Коши сходимости числового ряда.

53. Гармонический ряд и условия его сходимости.

54. Признаки сравнения для знакопостоянных рядов.

55. Интегральный признак Коши сходимости числового ряда.

56. Радикальный признак Коши сходимости числового ряда.

57. Признак Даламбера сходимости числового ряда.

58. Абсолютная и условная сходимости для знакопеременных рядов.

59. Признак Абеля условной сходимости знакопеременного ряда.

60. Признак Дирихле условной сходимости знакопеременного ряда.

61. Признак Лейбница условной сходимости знакочередующегося ряда.

62. Формальные степенные ряды и операции над ними.

63. Радиус сходимости степенного ряда. Интервал и область сходимости.

64. Равномерная сходимость степенного ряда. Теоремы о почленном дифференцировании и интегрировании.

65. Признаки Абеля и Дирихле равномерной сходимости.
66. Функции нескольких переменных. Кратный и повторный пределы, условия перестановки порядка перехода к пределу.
67. Непрерывность функции нескольких переменных.
68. Дифференцируемая функция нескольких переменных.
69. Частные производные. Достаточное условие дифференцируемости функции.
70. Производная по направлению.
71. Градиент. Геометрический смысл градиента
72. Формула Тейлора функции нескольких переменных.
73. Необходимое условие экстремума функции нескольких переменных.
74. Достаточное условие экстремума функции нескольких переменных.
75. Ранг отображения. Матрица Якоби, Якобиан.
76. Теорема о неявном отображении и теорема о диффеоморфизме.
77. Условный экстремум функции нескольких переменных.
78. Метод множителей Лагранжа отыскания условного экстремума.

Вопросы к экзамену в 3-ем семестре:

79. Кратные интегралы, их геометрический смысл.
80. Переход к повторным интегралам. Теорема Фубини.
81. Замена переменных в кратном интеграле. Якобиан.
82. Поверхностные интегралы. I-я дифференциальная форма поверхности.
83. Элемент площади поверхности.
84. Векторные поля. Дивергенция, ротор.
85. Условия потенциальности и соленоидальности векторного поля.
86. Криволинейные интегралы I-го рода.
87. Криволинейные интегралы II-го рода
88. Формула Грина.
89. Поверхностные интегралы I-го рода.
90. Поверхностные интегралы II-го рода.
91. Формула Гаусса-Остроградского.
92. Формула Стокса.
93. Функциональные ряды, их свойства.
94. Равномерная сходимость. Свойства равномерно сходящихся рядов.
95. Понятие ряда Фурье по ортогональной системе.
96. Тригонометрические ряды Фурье.
97. Выражение частичной суммы ряда Фурье через интеграл Дирихле. Принцип локализации.
98. Теорема о сходимости ряда Фурье в точке. Признак Дини.
99. Свойства интегралов, зависящих от параметра.
100. Свойства преобразования Фурье.

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Тестовые задания

(для проверки сформированности индикаторов достижения компетенции (ОПК-1.2, УК-2.1, 2.3, 2.4)

Тестовые задания размещены по адресам: ЭИОС Moodle (<https://moodle.spbgasu.ru/> кафедра математики/ПМ ПМИ/Математический анализ (ПМИ, ПМ). Пределы, производные, интегралы;

[https://moodle.spbgasu.ru/кафедра математики/ПМ ПМИ/Математический анализ \(ПМИ, ПМ\).](https://moodle.spbgasu.ru/кафедра_математики/ПМ_ПМИ/Математический_анализ_(ПМИ,_ПМ).)

Функции многих переменных и ряды;

[https://moodle.spbgasu.ru/кафедра математики/ПМ ПМИ/Математический анализ \(ПМИ, ПМ\).](https://moodle.spbgasu.ru/кафедра_математики/ПМ_ПМИ/Математический_анализ_(ПМИ,_ПМ).)

Кратные интегралы, теория поля, ряды Фурье, преобразования Фурье)

(для проверки сформированности индикаторов достижения компетенции (ОПК-1.2, УК-2.1, 2.3, 2.4)

Комплект задач размещен по адресу: ЭИОС Moodle (<https://moodle.spbgasu.ru/> кафедра математики/ПМ ПМИ/Математический анализ (ПМИ, ПМ). Пределы, производные, интегралы;

[https://moodle.spbgasu.ru/кафедра математики/ПМ ПМИ/Математический анализ \(ПМИ, ПМ\).](https://moodle.spbgasu.ru/кафедра_математики/ПМ_ПМИ/Математический_анализ_(ПМИ,_ПМ).)

Функции многих переменных и ряды;

[https://moodle.spbgasu.ru/кафедра математики/ПМ ПМИ/Математический анализ \(ПМИ, ПМ\).](https://moodle.spbgasu.ru/кафедра_математики/ПМ_ПМИ/Математический_анализ_(ПМИ,_ПМ).)

Кратные интегралы, теория поля, ряды Фурье, преобразования Фурье)

7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Курсовые проекты (работы) учебным планом не предусмотрены

7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.2.

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.3.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оценка «зачтено»

систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим

за пределы учебной программы;

точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;

безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных

и практических задач;

выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;

полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой

по дисциплине;

умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку,

используя научные достижения других дисциплин;

творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активное участие в

групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;

высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «не зачтено»

фрагментарные знания по дисциплине;

отказ от ответа (выполнения письменной работы);

знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине;

неумение использовать научную терминологию;

наличие грубых ошибок;

низкий уровень культуры исполнения заданий;

низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Шкала оценивания

Количество правильных

ответов, % Оценка

до 55

«не зачтено»

7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии оценивания	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы	Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	Уровень освоения компетенции «продвинутый». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка

<p>знания</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -существенные пробелы в знаниях учебного материала; -допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; -непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; - знания теоретического материала -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; -правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; -полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий; -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, -логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.</p>
<p>умения</p>	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок Ответил на все дополнительные вопросы.</p>

владение навыками	Не может выбрать методику выполнения заданий. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.	Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач. Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов. Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.	Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач. Делает корректные выводы по результатам решения задачи. Обосновывает ход решения задач без затруднений.	Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.
-------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
Основная литература		
1	Фихтенгольц Г. М., Курс дифференциального и интегрального исчисления, Санкт-Петербург: Лань, 2021	https://e.lanbook.com/book/159505
2	Бермант А. Ф., Араманович И. Г., Краткий курс математического анализа, , 2010	https://e.lanbook.com/book/2660
3	Кремер Н. Ш., Путко Б. А., Тришин И. М., Математический анализ, Москва: Юрайт, 2023	https://urait.ru/bcode/530543

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Математический анализ (ПМИ, ПМ). Пределы, производные, интегралы	https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=1934
Математический анализ (ПМИ, ПМ). Функции многих переменных и ряды	https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=1441
Математический анализ (ПМИ, ПМ). Кратные интегралы, теория поля, ряды Фурье, преобразования Фурье	https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=1935

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	www.spbgasu.ru
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	https://moodle.spbgasu.ru/
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"	https://www.biblio-online.ru/

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
Microsoft Windows 10 Pro	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
07. Помещения для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ. ПО Microsoft Windows 10
07. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет
07. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.