

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования\_  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Химический факультет

---

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 6 от 31.05.2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Математика

---

Уровень высшего образования

Специалитет

---

Направление подготовки / специальность

04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

---

Направленность образовательной программы

Неорганическая химия

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.02.01 Математика относится к обязательной части образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
УК-1: Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	<p>УК-1.1: Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними</p> <p>УК-1.2: Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению</p> <p>УК-1.3: Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников</p> <p>УК-1.4: Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов</p> <p>УК-1.5: Использует логико-методологический инструментарий для критической оценки современных концепций философского и социального характера в своей предметной области</p>	<p>УК-1.1: Владеть навыками выявления составляющих проблемной ситуации, построения теоретических и эмпирических математических моделей при решении задач химической направленности</p> <p>Уметь проводить анализ проблемной ситуации, применять математические модели для обработки связей между составляющими проблемной ситуации</p> <p>Знать методы выявления связей между составляющими проблемной ситуации</p> <p>УК-1.2: Владеть навыками определения пробелов в необходимой для решения проблемной ситуации информации</p> <p>Уметь проектировать процессы по устранению пробелов в необходимой для решения проблемной ситуации информации</p> <p>Знать методы проектирования процессов по устранению пробелов в</p>	Аудиторная контрольная работа	Экзамен: Контрольные вопросы Задачи

		<p>необходимой для решения проблемной ситуации информации</p> <p>УК-1.3: Владеть навыками оценки надежности источников информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов</p> <p>Уметь работать с противоречивой информацией из разных источников для решения поставленной задачи</p> <p>Знать приёмы оценки надежности источников информации, методы работы с противоречивой информацией из разных источников</p> <p>УК-1.4: Владеть навыками разработки стратегии решения проблемной ситуации на основе системного математического и междисциплинарного подходов</p> <p>Уметь содержательно аргументировать стратегию решения проблемной ситуации на основе математического и междисциплинарного подходов</p> <p>Знать алгоритмы разработки стратегии решения проблемной ситуации на основе математического подхода</p> <p>УК-1.5: Владеть логико-методологическим инструментарием для критической оценки современных концепций философского и социального характера в своей предметной</p>		
--	--	---	--	--

		<p>области</p> <p>Уметь использовать логико-методологический инструментарий для критической оценки современных концепций философского и социального характера в своей предметной области</p> <p>Знать приемы и особенности использования логико-методологического инструментария для критической оценки современных концепций философского и социального характера в своей предметной области</p>		
ОПК-3: Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием, используя современное программное обеспечение и базы данных профессионального назначения	ОПК-3.1: Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности ОПК-3.2: Использует стандартное программное обеспечение и специализированные базы данных при решении задач профессиональной деятельности	<p>ОПК-3.1:</p> <p>Владеть навыками построения теоретических и полуэмпирических моделей при решении задач прикладного характера с применением в области химии</p> <p>Уметь строить математические модели при решении задач химической направленности</p> <p>Знать алгоритмы применения теоретических и полуэмпирических моделей при решении задач химической направленности</p> <p>ОПК-3.2:</p> <p>Владеть навыками работы с программным обеспечением и базами данных</p> <p>Уметь получать и обрабатывать результаты решения задач профессиональной направленности, используя стандартное программное обеспечения и специализированные базы</p>	Аудиторная контрольная работа Тест	Экзамен: Контрольные вопросы Задачи

		<p>данных</p> <p>Знать стандартное программное обеспечение и специализированные базы данных</p>		
<p>ОПК-4: Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач</p>	<p>ОПК-4.1: Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности</p> <p>ОПК-4.2: Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик</p> <p>ОПК-4.3: Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений</p>	<p>ОПК-4.1:</p> <p>Владеть теоретическими знаниями и практическими навыками решения математических задач при планировании работ химической направленности</p> <p>Уметь применять базовые знания из области математики при планировании работ химической направленности</p> <p>Знать основные понятия, формулы и законы математики при планировании работ химической направленности</p> <p>ОПК-4.2:</p> <p>Владеть навыками обработки данных с последующей интерпретацией полученных результатов</p> <p>Уметь исследовать числовые характеристики и качественные свойства объекта при помощи аппроксимации</p> <p>Знать фундаментальные законы математики для решения задач с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик</p> <p>ОПК-4.3:</p> <p>Владеть физическими основами методов исследования для интерпретации полученных в результате химического эксперимента данных</p>	<p>Аудиторная контрольная работа</p> <p>Тест</p>	<p>Экзамен:</p> <p>Контрольные вопросы</p> <p>Задачи</p>

		<p>Уметь применять знания в области физики, математики и химии для описания наблюдаемых явлений</p> <p>Знать рамки применимости теоретических знаний и практических навыков для решения тех или иных исследовательских задач</p>		
--	--	--	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>16</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>576</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	192
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	176
- КСР	6
<b>самостоятельная работа</b>	<b>58</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>144</b>
	<b>Экзамен</b>

#### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0
Матрицы, операции над матрицами	5	2	2	4	1
Определители, свойства определителей	5	2	2	4	1
Системы линейных уравнений	4	2	2	4	
Скалярные и векторные величины. Векторы, линейные операции над векторами	4	2	2	4	

Линейная зависимость и независимость векторов. Базис. Разложение вектора по базису.	7	4	2	6	1
Координаты вектора. Скалярное произведение двух векторов и его свойства	4	2	2	4	
Векторное произведение двух векторов и его свойства	4	2	2	4	
Смешанное произведение трех векторов и его свойства	5	2	2	4	1
Понятие уравнения линии на плоскости. Уравнение прямой с угловым коэффициентом. Общее уравнение прямой	7	4	2	6	1
Угол между двумя прямыми. Условия параллельности и перпендикулярности прямых. Уравнение прямой, проходящей через точку в заданном направлении. Уравнение прямой, проходящей через две заданные точки. Взаимное расположение прямых на плоскости. Расстояние от точки до прямой	7	4	2	6	1
Уравнения поверхности и линии в пространстве. Общее уравнение плоскости. Уравнение плоскости в отрезках на осях. Расстояние от точки до плоскости	4	2	2	4	
Взаимное расположение плоскостей в пространстве. Различные виды уравнений прямой в пространстве. Взаимное расположение прямых в пространстве	5	2	2	4	1
Общее уравнение кривых второго порядка. Окружность, эллипс, гипербола, их канонические уравнения, свойства	4	2	2	4	
Парабола, ее каноническое уравнение. Преобразование прямоугольных координат на плоскости	5	2	2	4	1
Уравнение поверхности вращения. Цилиндрические и конические поверхности	4	2	2	4	
Сфера. Эллипсоид. Гиперboloиды. Параболоиды	5	2	2	4	1
Последовательности. Предел последовательности, его геометрический смысл, единственность, свойства. Правила вычисления пределов	7	4	2	6	1
Бином Ньютона и некоторые его свойства. Число $e$ .	4	2	2	4	
Понятие функции. Предел функции. I и II замечательные пределы	8	3	4	7	1
Непрерывные функции. Переход к пределу под знаком непрерывной функции. Другие важные пределы.	4	2	2	4	
Бесконечно малые функции. Свойства бесконечно малых. Теоремы о переходе к пределу в равенствах и неравенствах	5	2	2	4	1
Функции бесконечно большие и неограниченные. Связь бесконечно больших и бесконечно малых функций. Сравнение бесконечно малых	4	2	2	4	
Теоремы о непрерывных функциях. Точки разрыва, их классификация	6	3	2	5	1
Задачи, приводящие к понятию производной. Определение производной. Производные простейших элементарных функций. Геометрический и механический смысл производной. Уравнения касательной и нормали к кривой	6	4	2	6	
Непрерывность функции, имеющей производную. Правила дифференцирования. Теоремы о производной сложной функции и обратной функции	7	4	2	6	1
Таблица производных. Определение дифференциала, связь с производной, геометрический смысл	6	4	2	6	
Инвариантность формы первого дифференциала. Основные формулы и правила вычисления дифференциалов. Применение дифференциалов для приближенных вычислений. Производные и дифференциалы высших порядков. Неинвариантность формы для дифференциалов высших порядков Теоремы о средних значениях: Ферма, Ролля, Лагранжа, Коши	7	4	2	6	1
Теоремы Лопиталя. Формула Тейлора	4	2	2	4	
Исследование функций с помощью производных. Наибольшее и	9	4	4	8	1

наименьшее значения функции, заданной на отрезке					
Понятие первообразной и неопределенного интеграла. Основные свойства интеграла. Таблица интегралов. Основные методы интегрирования	9	4	4	8	1
Комплексные числа, действия над ними	3	2	1	3	
Многочлены. Разложение многочлена на множители	3	2	1	3	
Разложение рациональных дробей на простейшие. Интегрирование простейших дробей. Интегрирование рациональных функций	10	4	5	9	1
Интегрирование тригонометрических и иррациональных функций. Понятие неберущихся интегралов	10	4	5	9	1
Задачи, приводящие к понятию определенного интеграла. Понятие определенного интеграла. Геометрический и механический смысл определенного интеграла. Необходимые и достаточные условия интегрируемости.	7	4	2	6	1
Свойства определенного интеграла. Формула Ньютона-Лейбница. Замена переменной в определенном интеграле, интегрирование по частям	6	2	4	6	
Приложения определенного интеграла	9	4	4	8	1
Несобственные интегралы первого рода с бесконечными пределами. Несобственные интегралы от неограниченных функций	6	2	3	5	1
Понятие функции двух переменных. Частные производные	5	2	3	5	
Полный дифференциал функции двух переменных. Необходимые и достаточные условия дифференцируемости. Применение дифференциала к приближенным вычислениям	7	3	3	6	1
Производная сложной функции. Инвариантность формы полного дифференциала. Правила вычисления дифференциалов	8	4	3	7	1
Производная по данному направлению, градиент скалярного поля. Уравнения касательной плоскости и нормали к поверхности	5	2	2	4	1
Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора для функции двух переменных. Дифференцирование неявных функций	4	2	2	4	
Экстремум функции, необходимые и достаточные условия экстремума. Наибольшее и наименьшее значения функции	6	2	3	5	1
Понятие дифференциального уравнения. Порядок уравнения. Решения и интегральные кривые	3	2	1	3	
Дифференциальные уравнения I порядка. Теорема Коши. Задача Коши	3	2	1	3	
Уравнения с разделяющимися переменными, однородные уравнения	5	2	2	4	1
Линейные уравнения. Уравнения Бернулли. Уравнения в полных дифференциалах	5	2	3	5	
Теорема Коши для уравнений II порядка. Задача Коши. Уравнения, допускающие понижение порядка	6	3	2	5	1
Линейные дифференциальные уравнения второго порядка	5	2	2	4	1
Линейные однородные уравнения. Фундаментальные системы решений однородного уравнения. Структура общего решения однородного и неоднородного уравнений	8	4	4	8	
Линейные однородные уравнения с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение. Построение фундаментальной системы решений в случае простых и кратных корней (действительных и комплексных)	9	4	4	8	1
Определения двойного и тройного интегралов. Основные свойства	5	2	2	4	1
Вычисление двойных интегралов. Полярные координаты. Замена переменных в двойном интеграле	8	3	3	6	2
Вычисление тройного интеграла в декартовых координатах.	8	3	3	6	2



Цилиндрические и сферические координаты. Замена переменных в тройном интеграле					
Приложения двойных и тройных интегралов	6	2	2	4	2
Криволинейные интегралы I рода, их вычисление. Криволинейные интегралы II рода, их вычисление. Существование, свойства, приложения	6	2	2	4	2
Связь криволинейных интегралов I и II типов. Формула Грина. Вычисление площади плоской фигуры с помощью криволинейного интеграла. Условие независимости криволинейного интеграла от пути интегрирования	5	2	2	4	1
Поверхностные интегралы I рода, их вычисление и приложения. Поверхностные интегралы II рода, их вычисления	5	2	2	4	1
Формулы Остроградского и Стокса. Элементы теории поля (поток, циркуляция, дивергенция, ротор)	5	2	2	4	1
Понятие числового ряда, его сумма. Необходимый признак сходимости. Признаки сходимости рядов с положительными членами	5	2	2	4	1
Знакопередающиеся ряды. Теорема Лейбница. Оценка остатка ряда	4	2	1	3	1
Ряды с произвольными членами. Абсолютная и условная сходимость	5	2	2	4	1
Понятие функционального ряда. Область сходимости. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости функционального ряда	5	2	2	4	1
Непрерывность суммы функционального ряда. Почленное интегрирование и дифференцирование ряда	5	2	2	4	1
Степенные ряды. Теоремы Абеля. Радиус сходимости степенного ряда	5	2	2	4	1
Равномерная сходимость степенного ряда. Функциональные свойства степенных рядов	5	2	2	4	1
Ряд Тейлора. Необходимые и достаточные условия разложимости. Разложения в ряд Тейлора некоторых функций	6	2	3	5	1
Понятие тригонометрического ряда. Ортогональные (ортонормированные) системы функций, система тригонометрических функций	3	1	1	2	1
Коэффициенты Фурье для тригонометрической системы функций. Теорема Дирихле о достаточных условиях разложимости функции в ряд Фурье	5	2	2	4	1
Ряд Фурье для четных и нечетных функций. Разложение по синусам или косинусам	5	2	2	4	1
Основные понятия теории вероятностей. Случайные события, операции над ними. Понятие вероятности события. Классическое и геометрическое определения вероятности	5	2	2	4	1
Условная вероятность. Теоремы умножения и сложения вероятностей	5	2	2	4	1
Формула полной вероятности. Формулы Байеса	5	2	2	4	1
Понятие случайной величины. Дискретные и непрерывные случайные величины	5	2	2	4	1
Законы распределения случайных величин, числовые характеристики случайных величин. Основные законы распределения	7	3	3	6	1
Аттестация	144				
КСР	6			6	
Итого	576	192	176	374	58

### Содержание разделов и тем дисциплины

## 1 Семестр

1. Матрицы, операции над матрицами
2. Определители, свойства определителей
3. Системы линейных уравнений
4. Скалярные и векторные величины. Векторы, линейные операции над векторами
5. Линейная зависимость и независимость векторов. Базис. Разложение вектора по базису.
6. Координаты вектора. Скалярное произведение двух векторов и его свойства
7. Векторное произведение двух векторов и его свойства
8. Смешанное произведение трех векторов и его свойства
9. Понятие уравнения линии на плоскости. Уравнение прямой с угловым коэффициентом. Общее уравнение прямой
10. Угол между двумя прямыми. Условия параллельности и перпендикулярности прямых. Уравнение прямой, проходящей через точку в заданном направлении. Уравнение прямой, проходящей через две заданные точки. Взаимное расположение прямых на плоскости. Расстояние от точки до прямой
11. Уравнения поверхности и линии в пространстве. Общее уравнение плоскости. Уравнение плоскости в отрезках на осях. Расстояние от точки до плоскости
12. Взаимное расположение плоскостей в пространстве. Различные виды уравнений прямой в пространстве. Взаимное расположение прямых в пространстве
13. Общее уравнение кривых второго порядка. Окружность, эллипс, гипербола, их канонические уравнения, свойства
14. Парабола, ее каноническое уравнение. Преобразование прямоугольных координат на плоскости
15. Уравнение поверхности вращения. Цилиндрические и конические поверхности
16. Сфера. Эллипсоид. Гиперболоиды. Параболоиды
17. Последовательности. Предел последовательности, его геометрический смысл, единственность, свойства. Правила вычисления пределов
18. Бином Ньютона и некоторые его свойства. Число  $e$ .
19. Понятие функции. Предел функции. I и II замечательные пределы
20. Непрерывные функции. Переход к пределу под знаком непрерывной функции. Другие важные пределы.
21. Бесконечно малые функции. Свойства бесконечно малых. Теоремы о переходе к пределу в равенствах и неравенствах
22. Функции бесконечно большие и неограниченные. Связь бесконечно больших и бесконечно малых функций. Сравнение бесконечно малых
23. Теоремы о непрерывных функциях. Точки разрыва, их классификация
24. Задачи, приводящие к понятию производной. Определение производной. Производные простейших элементарных функций. Геометрический и механический смысл производной. Уравнения касательной и нормали к кривой
25. Непрерывность функции, имеющей производную. Правила дифференцирования. Теоремы о производной сложной функции и обратной функции
26. Таблица производных. Определение дифференциала, связь с производной, геометрический смысл
27. Инвариантность формы первого дифференциала. Основные формулы и правила вычисления дифференциалов. Применение дифференциалов для приближенных вычислений. Производные и дифференциалы высших порядков. Неинвариантность формы для дифференциалов высших порядков. Теоремы о средних значениях: Ферма, Ролля, Лагранжа. Коши
28. Теоремы Лопиталя. Формула Тейлора
29. Исследование функций с помощью производных. Наибольшее и наименьшее значения функции, заданной на отрезке

## 2 Семестр

1. Понятие первообразной и неопределенного интеграла. Основные свойства интеграла. Таблица интегралов. Основные методы интегрирования

2. Комплексные числа, действия над ними
3. Многочлены. Разложение многочлена на множители
4. Разложение рациональных дробей на простейшие. Интегрирование простейших дробей.  
Интегрирование рациональных функций
5. Интегрирование тригонометрических и иррациональных функций. Понятие неберущихся интегралов
6. Задачи, приводящие к понятию определенного интеграла. Понятие определенного интеграла.  
Геометрический и механический смысл определенного интеграла. Необходимые и достаточные условия интегрируемости.
7. Свойства определенного интеграла. Формула Ньютона-Лейбница. Замена переменной в определенном интеграле, интегрирование по частям
8. Приложения определенного интеграла
9. Несобственные интегралы первого рода с бесконечными пределами. Несобственные интегралы от неограниченных функций
10. Понятие функции двух переменных. Частные производные
11. Полный дифференциал функции двух переменных. Необходимые и достаточные условия дифференцируемости. Применение дифференциала к приближенным вычислениям
12. Производная сложной функции. Инвариантность формы полного дифференциала. Правила вычисления дифференциалов
13. Производная по данному направлению, градиент скалярного поля. Уравнения касательной плоскости и нормали к поверхности
14. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора для функции двух переменных. Дифференцирование неявных функций
15. Экстремум функции, необходимые и достаточные условия экстремума. Наибольшее и наименьшее значения функции
16. Понятие дифференциального уравнения. Порядок уравнения. Решения и интегральные кривые
17. Дифференциальные уравнения I порядка. Теорема Коши. Задача Коши
18. Уравнения с разделяющимися переменными, однородные уравнения
19. Линейные уравнения. Уравнения Бернулли. Уравнения в полных дифференциалах
20. Теорема Коши для уравнений II порядка. Задача Коши. Уравнения, допускающие понижение порядка
21. Линейные дифференциальные уравнения второго порядка
22. Линейные однородные уравнения. Фундаментальные системы решений однородного уравнения. Структура общего решения однородного и неоднородного уравнений
23. Линейные однородные уравнения с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение. Построение фундаментальной системы решений в случае простых и кратных корней (действительных и комплексных)
- 3 Семестр
1. Определения двойного и тройного интегралов. Основные свойства
2. Вычисление двойных интегралов. Полярные координаты. Замена переменных в двойном интеграле
3. Вычисление тройного интеграла в декартовых координатах. Цилиндрические и сферические координаты. Замена переменных в тройном интеграле
4. Приложения двойных и тройных интегралов
5. Криволинейные интегралы I рода, их вычисление. Криволинейные интегралы II рода, их вычисление. Существование, свойства, приложения
6. Связь криволинейных интегралов I и II типов. Формула Грина. Вычисление площади плоской фигуры с помощью криволинейного интеграла. Условие независимости криволинейного интеграла от пути интегрирования
7. Поверхностные интегралы I рода, их вычисление и приложения. Поверхностные интегралы II рода, их вычисления
8. Формулы Остроградского и Стокса. Элементы теории поля (поток, циркуляция, дивергенция, ротор)

9. Понятие числового ряда, его сумма. Необходимый признак сходимости. Признаки сходимости рядов с положительными членами
10. Знакопередающие ряды. Теорема Лейбница. Оценка остатка ряда
11. Ряды с произвольными членами. Абсолютная и условная сходимость
12. Понятие функционального ряда. Область сходимости. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости функционального ряда
13. Непрерывность суммы функционального ряда. Почленное интегрирование и дифференцирование ряда
14. Степенные ряды. Теоремы Абеля. Радиус сходимости степенного ряда
15. Равномерная сходимость степенного ряда. Функциональные свойства степенных рядов
16. Ряд Тейлора. Необходимые и достаточные условия разложимости. Разложения в ряд Тейлора некоторых функций
17. Понятие тригонометрического ряда. Ортогональные (ортонормированные) системы функций, система тригонометрических функций
18. Коэффициенты Фурье для тригонометрической системы функций. Теорема Дирихле о достаточных условиях разложимости функции в ряд Фурье
19. Ряд Фурье для четных и нечетных функций. Разложение по синусам или косинусам
20. Основные понятия теории вероятностей. Случайные события, операции над ними. Понятие вероятности события. Классическое и геометрическое определения вероятности
21. Условная вероятность. Теоремы умножения и сложения вероятностей
22. Формула полной вероятности. Формулы Байеса
23. Понятие случайной величины. Дискретные и непрерывные случайные величины
24. Законы распределения случайных величин, числовые характеристики случайных величин. Основные законы распределения

#### **4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Самостоятельная работа заключается в ознакомлении с теоретическим материалом по учебникам и учебным пособиям, указанным в списке литературы, решении практических задач.

Контроль самостоятельной работы – контрольные работы, домашние задания.

В частности, важной составляющей изучения дисциплины является самостоятельная работа обучающихся при подготовке к практическим занятиям по дисциплине с целью их наиболее эффективного проведения. При этой подготовке обучающиеся дополнительно самостоятельно изучают те разделы теоретического материала, которые являются базовыми при проведении очередной контрольной работы. Это дополнительное самостоятельное изучение, прежде всего, основано на углубленном самостоятельном изучении соответствующих разделов книг, учебно-методических пособий приведенных в списках основной и дополнительной литературы. Кроме того, при указанном дополнительном самостоятельном изучении можно использовать и доступные ресурсы сети Интернет, так как они являются одним из альтернативных источников быстрого поиска требуемой информации. Их использование возможно для получения основных и дополнительных сведений по изучаемым материалам. Одними из возможных ресурсов для этой цели являются те, которые указаны в списке программного обеспечения и Интернет-ресурсов ниже в разделе.

**5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

**5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

**5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Аудиторная контрольная работа) для оценки сформированности компетенции УК-1:**

1. Найти точки разрыва функции

$$y = \arctg \frac{1}{x}.$$

2. Достаточные условия экстремума функции.

$$y = \sqrt[7]{\frac{e^{\sin 4x}(x^3+6x-1)^2}{(x^4-5x^2+3)^4}}.$$

3. Найти производную функции

$$4. \text{ Найти предел } \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sqrt[3]{1-x} - \sqrt[3]{1+x}}{2x}.$$

**5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Аудиторная контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ОПК-3:**

Найти производную от следующих функций:

$$1. y = 7\sqrt[3]{x} - 3 \sin \frac{x}{5}.$$

$$2. y = x^5 \operatorname{tg} x + \frac{\sqrt{x}}{\cos x - 1}.$$

$$3. y = \ln^2(\sin x^4).$$

$$4. y = 3^{\cos x} \arcsin \frac{1}{x}.$$

$$y = e^{\sqrt{1+\ln^2 x}}.$$

**5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Аудиторная контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ОПК-4:**

**Задания к контрольной работе:**

1. Вычислить криволинейный интеграл первого рода.
2. Вычислить криволинейный интеграл второго рода.
3. Вычислить поверхностный интеграл первого рода.

4. Вычислить поверхностный интеграл второго рода.

### Вариант 1

1.  $\int_{\gamma} x \, dl$ , где  $\gamma$  – окружность  $x^2 + y^2 = ax$ .

2.  $\int_{\gamma} (x^2 - y^2)dz + (y^2 - z^2)dx + (z^2 - x^2)dy$ , где  $\gamma$  – кривая, полученная пересечением поверхностей  $x^2 + y^2 + z^2 = a^2$  и  $y = 2x$ .

3.  $\iint_s x^2 y^2 z^2 ds$ , где поверхность  $s$  задана уравнением  $x^2 + y^2 + z^2 = a^2$ .

4.  $\iint_s x^2 dx dy + y^3 dy dz + z^3 dz dx$ , где  $s$  – такая сторона поверхности  $2x + 3y + 4z = 9$  ( $x \geq 0, y \geq 0, z \geq 0$ ), для которой нормаль составляет с осью OZ острый угол.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Аудиторная контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ОПК-3:

1. Найдите координаты точки Q, симметричной точке P(-5; 13), относительно прямой  $2x - 3y - 3 = 0$ .

- a)  $\rightarrow (5; -6)$ ;
- b)  $\rightarrow (-11; 11)$ ;
- c)  $\rightarrow (11; -11)$ ;
- d)  $\rightarrow (10; 0)$ .

¶

2. Найдите уравнение перпендикуляра, опущенного из точки (2; 3; -1) на плоскость  $4x + 5y - 2z + 3 = 0$ .

- a)  $\rightarrow \frac{x}{-4} = \frac{y-3}{5} = \frac{z-1}{2}$ ;
- b)  $\rightarrow \frac{x-2}{4} = \frac{y-3}{5} = \frac{z+1}{-2}$ ;
- c)  $\rightarrow \frac{x+3}{4} = \frac{y-2}{2} = \frac{z+1}{3}$ ;
- d)  $\rightarrow \frac{x+5}{3} = \frac{y-2}{4} = \frac{z+3}{5}$ .

¶

3. Найдите результат интегрирования  $\int \frac{\sin(\sqrt{x})}{\sqrt{x}} dx$

- a)  $\rightarrow -2\cos(\sqrt{x}) + C$ ;
- b)  $\rightarrow \frac{1}{2}\cos(2x) + C$ ;
- c)  $\rightarrow \sin(\sqrt{x}) + C$ ;
- d)  $\rightarrow \cos(x) + C$ .

#### 5.1.5 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ОПК-4:

1. Найти площадь поверхности  $x^2 + y^2 = z^2$ , отсеченной плоскостями  $x=a$ ,  $y=a$ ,  $x=0$ ,  $y=0$ .

- a)  $\pi a^2 \sqrt{2}$ ;
- b)  $3\pi a^3$ ;
- c)  $2\pi a^{3/2}$ ;
- d)  $3\pi a^3 \sqrt{3}$ .

¶

2. Ряд  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(n+1)^2 2^n}{(2n+1)!}$

- a) сходится абсолютно
- b) сходится условно;
- c) расходится;
- d) сходится по признаку Д'Аламбера.

¶

3. Найдите область сходимости степенного ряда  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(x-2)^n \sqrt{n}}{3^{n(n+1)}}$

- a)  $[-5; 1)$ ;
- b)  $(-5; 1]$ ;
- c)  $(-1; 5)$ ;
- d)  $[-1; 5]$ .

#### Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Тестовые задания выполнены на 97% – 100%
отлично	Тестовые задания выполнены на 91% – 96%
очень хорошо	Тестовые задания выполнены на 80% – 90%
хорошо	Тестовые задания выполнены на 70% – 79%
удовлетворительно	Тестовые задания выполнены на 60% – 69%
неудовлетворительно	Тестовые задания выполнены на 41% – 59 %
плохо	Тестовые задания выполнены менее, чем на 40 %

## 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов



			объеме	некоторые с недочетами	недочетами	и, выполнены все задания в полном объеме	
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

#### 5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции УК-1

1. Понятие функции, область задания, область изменения. Способы задания функции.
2. Обратные функции. Основные элементарные функции. Элементарные функции.
3. Предел числовой последовательности.

4. Границы числовых множеств. Свойства границ.
5. Ограниченность сходящейся последовательности. Сходимость монотонных ограниченных последовательностей (определение, признак сходимости).
6. Переход к пределу в неравенствах.
7. Правило вычисления пределов.
8. Число  $e$ .
9. Натуральные логарифмы. Связь логарифмов с разными основаниями, модуль перехода.
10. Предел функции при  $X \rightarrow +\infty$ . Геометрический смысл определения предела функции при  $X \rightarrow +\infty$ .
11. Единственность предела функции. Теорема об ограниченности функции, имеющей предел. Достаточное условие существования предела функции.
12. Предел функции при  $X \rightarrow -\infty$ .
13. Предел функции при  $X \rightarrow +\infty$ .
14. Предел функции при  $X \rightarrow \infty$ .
15. Предел функции при  $X \rightarrow a$ .
16. Первый замечательный предел. Второй замечательный предел.
17. Предел функции на языке последовательностей (определение предела по Гейне).
18. Непрерывность функции в точке. Определение непрерывности функции в точке на «языке эпсилон-дельта».
19. Определение непрерывности функции через приращения. Необходимое и достаточное условие непрерывности функции в точке.
20. Непрерывность элементарных функций. Доказать непрерывность функции по определению через приращения.
21. Переход к пределу под знаком непрерывной функции. Другие важные пределы.
22. Бесконечно малые функции и их свойства. Теорема о связи функции, имеющей предел, с бесконечно малой. Теоремы о бесконечно малых.
23. Теоремы о переходе к пределу в равенствах.
24. Переход к пределу в неравенствах. Теорема о двух сопровождающих.
25. Бесконечно большие функции.

26. Связь бесконечно больших и неограниченных функций. Связь бесконечно больших и бесконечно малых функций.
27. Сравнение бесконечно малых. Эквивалентные бесконечно малые. Таблица эквивалентных бесконечно малых.
28. Главная часть бесконечно малых. Теорема о замене в отношении бесконечно малых эквивалентными.
29. Теоремы о непрерывных функциях. Теорема о непрерывности сложной функции. Предел и непрерывность рациональных функций.
30. Точки разрыва и их классификация.
31. Задачи, приводящие к понятию производной ( задача о скорости химической реакции, скорость диффузии). Определение производной.
32. Производные некоторых функций.
33. Геометрический смысл производной.
34. Уравнения касательной и нормали к кривой.
35. Физический смысл производной.
36. Непрерывность функции, имеющей производную.
37. Правила вычисления производных. Производная сложной функции.
38. Производная обратной функции.
39. Геометрический смысл теоремы о производной обратной функции.
40. Производные обратных тригонометрических функций.
41. Гиперболические функции и их производные. Таблица производных.
42. Производная степенно-показательной функции.
43. Односторонние производные.
44. Бесконечные производные.
45. Определение дифференциала функции в точке.
46. Связь между дифференцируемостью и существованием производной в точке.
47. Геометрический смысл дифференциала.
48. Инвариантность формы дифференциала.

49. Основные формулы и правила вычисления дифференциалов.
50. Приложения дифференциалов к приближенным вычислениям.
51. Производные от функций, заданных параметрически.
52. Производные и дифференциалы высших порядков.
53. Связь дифференциалов с производными. Нарушение инвариантности формы для дифференциалов высших порядков.
54. Производные высших порядков от функций, заданных параметрически.
55. Ограниченность непрерывной функции. Первая теорема Вейерштрасса.
56. Наибольшее и наименьшее значения функции. Вторая теорема Вейерштрасса.
57. Теоремы о средних значениях (теоремы Ферма, Ролля, Лагранжа, Коши).
58. Раскрытие неопределенностей по правилу Лопиталя.
59. Раскрытие неопределенностей видов  $0^0$ ,  $\infty^0$ ,  $1^\infty$ .
60. Раскрытие неопределенностей видов  $0 \cdot \infty$ ,  $\infty - \infty$ .
61. Раскрытие неопределенностей видов  $0^0$ .
62. Исследование функций с помощью производных. Условие постоянства функции. Условия монотонности функции.
63. Максимум и минимум функции. Необходимое условие экстремума функции.
64. Достаточные условия экстремума функции.
65. Выпуклость и вогнутость, точки перегиба функции. Достаточные условия существования точки перегиба.
66. Асимптоты кривых. Схема исследования графика функции.
67. Наибольшее и наименьшее значения функции на отрезке.

### 5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-3

1. Понятие первообразной и неопределенного интеграла.
2. Основные свойства неопределенного интеграла. Таблица интегралов.

3. Интегрирование методом замены переменного.
4. Интегрирование по частям.
5. Некоторые интегралы, содержащие квадратный трехчлен в знаменателе.
6. Комплексные числа. Действия над ними. Геометрическое изображение, тригонометрическая форма.
7. Возведение комплексного числа в степень, формула Муавра. Извлечение корня из комплексного числа. Показательная форма комплексного числа. Формула Эйлера.
8. Многочлены комплексной плоскости. Теорема Безу.
9. Разложение многочлена на линейные множители.
10. Простые и кратные корни. Признак кратности корня.
11. Многочлены с действительными коэффициентами. Теорема о комплексных корнях многочлена. Разложение многочлена с действительными коэффициентами на линейные, квадратичные множители с действительными коэффициентами.
12. Разложение рациональных дробей на простейшие.
13. Интегрирование рациональных дробей. Интегрирование простейших дробей.
14. Интегрирование рациональных дробей (4 случая).
15. Интегрирование тригонометрических выражений. Универсальная подстановка.
16. Интегралы от степеней синуса и косинуса одного аргумента.
17. Интегралы от произведений синуса и косинуса разных аргументов. Интегралы от степеней тангенса и котангенса.
18. Интегрирование иррациональных выражений. Подстановки Эйлера.
19. Интегрирование биномиального дифференциала.
20. Площадь криволинейной трапеции.
21. Определение определённого интеграла и необходимое условие его существования
22. Достаточные условия интегрируемости функции. Классы интегрируемых функций.
23. Геометрический и механический смысл определенного интеграла. Масса стержня.
24. Механический смысл определенного интеграла. Работа, совершаемая переменной силой.
25. Свойства определенных интегралов.
26. Интеграл с переменным верхним пределом. Теорема о производной по верхнему пределу.

27. Формула Ньютона-Лейбница. Геометрическая иллюстрация. Замена переменного в определенном интеграле.
  28. Интегрирование по частям в определенном интеграле. Интегрирование четных и нечетных функций.
  29. Понятие квадратуры. Вычисление площади плоской области в декартовых координатах.
  30. Уравнения некоторых кривых в параметрической форме. Площадь криволинейной трапеции.
  31. Полярная система координат. Площадь криволинейного сектора в полярных координатах.
  32. Длина дуги кривой в прямоугольных координатах. Производная и дифференциал длины дуги кривой.
  33. Длина дуги кривой в случае, когда уравнение кривой задано в параметрической форме. Длина дуги кривой в полярных координатах.
  34. Вычисление объёма тела по площади параллельных сечений. Объём тела вращения.
  35. Площадь поверхности тела вращения (3 случая).
  36. Координаты центра тяжести. Центр тяжести плоской линии.
  37. Центр тяжести плоской фигуры.
  38. Вычисление силы давления воды на вертикальную треугольную пластинку.
  39. Несобственные интегралы первого рода.
  40. Геометрический смысл несобственного интеграла.
  41. Применение основной формулы интегрального исчисления для несобственных интегралов.
  42. Простейшие свойства несобственных интегралов первого рода.
  43. Признаки сходимости несобственного интеграла первого рода в случае положительной функции. Частный признак сравнения.
  44. Главное значение несобственного интеграла. Абсолютная и условная сходимость несобственного интеграла. Интегрирование по частям для бесконечного промежутка.
  45. Несобственные интегралы второго рода. Признаки сходимости.
  46. Евклидово пространство. Точки, множества, области, границы.
  47. Понятие функции двух переменных. Геометрический смысл функции двух переменных.
  48. Предел функции двух переменных. Непрерывность функции нескольких переменных.
- Свойства. Теоремы Вейерштрасса.

49. Понятие частной производной. Частные производные функции двух переменных. Геометрическая интерпретация.
50. Полное приращение и полный дифференциал функции двух переменных. Необходимое условие дифференцируемости функции двух и более переменных.
51. Достаточное условие дифференцируемости функции двух переменных. Правила вычисления дифференциалов.
52. Применение полного дифференциала в приближенных вычислениях.
53. Производная сложной функции. Полная производная.
54. Инвариантность формы полного дифференциала.
55. Скалярные и векторные поля. Поверхности и линии уровня.
56. Производная по направлению.
57. Производная по направлению кривой. Градиент. Связь между градиентом и производной в данной точке по любому направлению. Свойства градиента.
58. Уравнения касательной плоскости и нормали к поверхности.
59. Производные высших порядков. Теорема о независимости порядка дифференцирования смешанных производных.
60. Дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора для функции двух переменных.
61. Необходимые и достаточные условия экстремума функции двух переменных.
62. Нахождение наибольшего и наименьшего значений функции двух переменных. Отличие от функции одного переменного.
63. Неявные функции. Производная от функции, заданной неявно.
64. Понятие дифференциального уравнения. Порядок. Решение. Дифференциальные уравнения первого порядка. Теорема о существовании решения.
65. Интегральные кривые. Геометрический смысл интегрирования дифференциального уравнения. Задача Коши.
66. Уравнения с разделенными и разделяющимися переменными.
67. Однородные уравнения первого порядка.
68. Линейные уравнения первого порядка. Способ вариации произвольного постоянного.
69. Уравнение Бернулли. Уравнение в полных дифференциалах. Огибающая семейства кривых.

70. Дифференциальные уравнения высших порядков. Частное решение и задача Коши дифференциального уравнения второго порядка.
71. Дифференциальные уравнения, допускающие понижение порядка.
72. Дифференциальные линейные однородные уравнения. Свойства решений уравнений второго порядка.
73. Неоднородные линейные уравнения второго порядка.
74. Метод вариации произвольных постоянных для решения неоднородных линейных уравнений второго порядка.
75. Неоднородные линейные уравнения высших порядков. Интегрирование линейных однородных дифференциальных уравнений второго порядка с постоянными коэффициентами.
76. Интегрирование линейных неоднородных дифференциальных уравнений второго порядка с постоянными коэффициентами и правой частью специального вида.
77. Системы дифференциальных уравнений. Интегрирование нормальных систем.

### **5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-4**

- 1 Задачи, приводящие к двойным интегралам. Задача об объеме цилиндрида. Задача о массе пластинки.
2. Двойной интеграл. Свойства двойного интеграла.
3. Тройной интеграл и его свойства.
4. Вычисление двойного интеграла. Приведение двойного интеграла к повторному в случае прямоугольной области.
5. Приведение двойного интеграла к повторному в случае криволинейной области.
- 6 Двойной интеграл в полярных координатах.
7. Замена переменных в двойном интеграле. Отображение областей. Криволинейные координаты. Полярные координаты.
8. Постановка задачи о замене переменных в двойном интеграле. Обобщённые полярные координаты.
9. Сведение тройного интеграла по параллелепипеду к повторному.
- 10 Сведение тройного интеграла по криволинейной области к повторному.
11. Вычисление тройного интеграла в декартовых координатах. Понятие трёхкратного интеграла и его свойства.
12. Тройной интеграл в цилиндрических координатах.



13. Тройной интеграл в сферических координатах.
14. Вычисление площади плоской фигуры. Вычисление объёма тела. Вычисление площади поверхности. Координаты центра масс пластинки.
15. Моменты инерции пластинки. Некоторые применения тройных интегралов в физике и геометрии: вычисление объёмов, нахождение массы тела по плотности, момент инерции, вычисление координат центра масс.
16. Криволинейные интегралы первого рода. Вычисление криволинейного интеграла первого рода.
17. Свойства криволинейных интегралов. Нахождение массы материальной кривой по её плотности.
18. Вычисление координат центра масс материальной кривой. Вычисление моментов инерции материальной кривой. Криволинейные интегралы первого рода в пространстве.
19. Криволинейные интегралы второго рода. Определение. Работа силового поля.
20. Связь между криволинейными интегралами первого и второго рода. Вычисление криволинейного интеграла второго рода
21. Зависимость криволинейного интеграла второго рода от ориентации кривой. Криволинейные интегралы второго рода вдоль пространственных кривых.
22. Формула Грина. Условия независимости криволинейного интеграла от пути. Связь с вопросом о точном дифференциале.
23. Поверхностные интегралы. Вычисление поверхностных интегралов.
24. Сведение поверхностного интеграла второго рода к двойному интегралу. Приложения поверхностного интеграла первого и второго рода.
25. Формула Стокса. Применение формулы Стокса к исследованию криволинейных интегралов в пространстве.
26. Формула Остроградского. Скалярные и векторные поля.
27. Элементы теории поля. Потенциальное поле. Дивергенция вектора.
28. Физический смысл дивергенции. Соленоидальное векторное поле. Циркуляция векторного поля.
29. Ротор вектора. Физический смысл ротора. Безвихревые векторные поля.
30. Ряд. Сумма ряда. Остаток ряда. Арифметические действия над рядами.
31. Необходимый признак сходимости. Достаточные признаки сходимости рядов с положительными членами. Теорема 1, теорема 2.
32. Предельный признак сравнения. Признак Даламбера. Признак Коши.

33. Интегральный признак сходимости ряда. Знакопередающие ряды. Теорема Лейбница. Оценка остатка ряда.
34. Знакопередающие ряды. Абсолютная и условная сходимость. Умножение рядов.
35. Функциональные ряды. Признак Вейерштрасса. Почленное интегрирование рядов. Почленное дифференцирование рядов.
36. Степенные ряды. Интервал сходимости. Теорема Абеля.
37. Вторая теорема Абеля. Дифференцирование степенных рядов. Почленное интегрирование степенного ряда. Ряды по степеням  $x-a$ .
38. Ряд Тейлора. Теоремы о представлении функции степенным рядом.
39. Примеры разложения функций в ряды Маклорена.
40. Понятие тригонометрического ряда. Ряды Фурье. Теорема Дирихле. Одно замечание о разложении периодической функции в ряд Фурье. Ряды Фурье для чётных и нечётных функций.
41. Ряд Фурье для функции с периодом  $2l$ .
42. О разложении в ряд Фурье непериодической функции. Неравенство Бесселя. Равенство Ляпунова - Парсеваля.
43. Ряд Фурье в комплексной форме.
44. Основные понятия теории вероятностей. Определение вероятности.
45. Относительная частота. Геометрические вероятности.
46. Теорема сложения вероятностей несовместных событий. Теорема умножения вероятностей.
47. Теорема сложения вероятностей совместных событий. Формула полной вероятности.
48. Вероятность гипотез. Формула Байеса. Вероятность появления хотя бы одного события.
49. Основные формулы комбинаторики. Размещения, перестановки, сочетания.
50. Дискретные и непрерывные случайные величины. Законы распределения дискретных случайных величин.
51. Понятие и свойства математического ожидания дискретной случайной величины.
52. Понятие и свойства дисперсии дискретной случайной величины. Среднее квадратическое отклонение.
53. Непрерывные случайные величины. Интегральная функция распределения. Дифференциальная функция распределения.

54. Математическое ожидание и дисперсия непрерывной случайной величины. Биномиальное распределение.
55. Равномерное распределение. Закон нормального распределения. Двумерные случайные величины.
56. Равномерное распределение. Закон нормального распределения. Двумерные случайные величины.
57. Способы отбора. Статистическое распределение выборки.
58. Полигон и гистограмма.
59. Статистические оценки параметров распределения. Несмещённые, эффективные и состоятельные оценки.
60. Генеральная средняя. Выборочная средняя. Отклонение от общей средней.
61. Генеральная дисперсия. Выборочная дисперсия.
62. Оценка генеральной дисперсии по исправленной выборочной. Выборочное среднее квадратическое отклонение.
63. Точность оценки, доверительная вероятность (надёжность). Доверительный интервал.
64. Функциональная, статистическая и корреляционная зависимости.
65. Корреляционная зависимость.
66. Коэффициент корреляции.
67. Линейная корреляция.
68. Понятие о выборочной регрессии и методе наименьших квадратов. Выборочный коэффициент корреляции.
69. Статистическая гипотеза. Нулевая и конкурирующая, простая и сложная гипотезы.
70. Ошибки первого второго рода. Статистический критерий проверки нулевой гипотезы. Критическая область. Область принятия гипотезы. Критические точки.

### **Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)**

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»

Оценка	Критерии оценивания
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции УК-1

Задание 1. Найти пределы справа и слева функции  $y = \frac{1}{5 + \frac{1}{3x}}$  ( $x \neq 0$ ) при  $x \rightarrow 0$ .

Задание 2. Найти наибольшее и наименьшее значения функции  $y = x^4 - 8x^2 + 3$  на сегменте  $[-2, 2]$ .

Задание 3. Найти предел  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 2x \operatorname{arctg} 5x}{\operatorname{tg} 3x \operatorname{arcsin} 4x}$ .

Задание 4. Исследовать функцию и построить её график  $y = 3\sqrt[3]{x^2} + 2x$ .

Задание 5. Найти предел  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\ln(1-3x)}{\sin 6x}$ .

Задание 6. Исследовать функцию и построить её график  $y = \frac{1}{1 - \sqrt{1-x}}$ .

Задание 7. Найти предел  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\cos x - \cos 2x}{x^2}$ .

### 5.3.5 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-3

Задание 1. Найти длину дуги кардиоиды  $\rho = a(1 + \cos \varphi)$  ( $a > 0$ ,  $0 \leq \varphi \leq 2\pi$ ).

Задание 2. Найти несобственный интеграл

$$\int_0^2 \frac{dx}{x^2 - 4x + 3}.$$

Задание 3. Вычислить длину астроида:  $x = a \cos^3 t$ ,  $y = a \sin^3 t$ .

Задание 4. Найти несобственный интеграл

$$\int_0^{+\infty} \frac{x dx}{(1+x^2)^2}.$$

Задание 5. Найти площадь фигуры, ограниченной кардиоидой  $\rho = 2(1 - \cos \varphi)$  и окружностью  $\rho = 2$ .

Задание 6. Исследовать сходимость интеграла  $\int_1^{+\infty} \frac{tg \frac{1}{x}}{1+x\sqrt{x}} dx$ .

Задание 7. Вычислить площадь плоской фигуры, ограниченной одной аркой циклоиды  $x = 2(t - \sin t)$ ,  $y = 2(1 - \cos t)$  и осью OX.

Задание 8. Вычислить несобственный интеграл

$$\int_0^1 \frac{dx}{1-x^3}.$$

Задание 9. Вычислить площадь плоской фигуры, ограниченной параболой  $y = -x^2 + 6x - 5$  и осями координат.

Задание 10. Решить уравнение  $xyy' + x^2 - 1 = 0$ .

### 5.3.6 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-4

Задание 1. Исследовать сходимость ряда  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt{n^2+1}}{n^2+1}$ .

Задание 2. Вычислить объём тела, ограниченного поверхностями  $x^2 + y^2 = 8$ ,  $x = 0$ ,  $y = 0$ ,  $z = 0$ ,  $x + y + z = 4$ .

Задание 3. Исследовать на равномерную сходимость  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin nx}{\sqrt[3]{n^4+x^4}}$ ,  $-\infty < x < +\infty$ .

Задание 4. Разложить по косинусам в сегменте  $[0, 2]$  функцию

$$f(x) = \begin{cases} x, & \text{если } 0 \leq x \leq 1, \\ 2-x, & \text{если } 1 < x \leq 2. \end{cases}$$

Задание 5. Выразить в форме ряда  $\int \frac{e^x}{x} dx$ .

Задание 6. Вычислить  $\int_L \sqrt{x^2 + y^2} dl$ , где  $L: x^2 + y^2 = ax$  ( $a > 0$ ).

Задание 7. Вычислить  $\int_L x dy$  по периметру треугольника, образованного прямыми  $y = x$ ,  $x = 2$ ,  $y = 0$  (в положительном направлении).

Задание 8. Найти область сходимости ряда  $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n-1} \frac{x^n}{\sqrt{n}}$ .

Задание 9. Вычислить  $\iint_D xy dx dy$ , где  $D: y = 0$ ,  $x = y$ ,  $x = 1$ .

### Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»

Оценка	Критерии оценивания
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Фихтенгольц Г. М. Основы математического анализа. Часть 1 : учебник для вузов / Фихтенгольц Г. М. - 15-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 444 с. - Допущено Министерством образования и науки РФ в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки и специальностям в области естественных наук и математики, техники и технологий, образования и педагогики. - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 978-5-507-45877-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=830692&idb=0>.
2. Фихтенгольц Г. М. Основы математического анализа. Ч. 2 : Основы математического анализа / Фихтенгольц Г. М. - 13-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 464 с. - Допущено Министерством образования и науки РФ в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки и специальностям в области естественных наук и математики, техники и технологий, образования и педагогики. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 978-5-8114-9256-5., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=782728&idb=0>.
3. Шипачев В. С. Высшая математика. Полный курс в 2 т. Том 1 : учебник / В. С. Шипачев ; под редакцией А. Н. Тихонова. - 4-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2023. - 248 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-07889-3. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=845838&idb=0>.
4. Шипачев В. С. Высшая математика. Полный курс в 2 т. Том 2 : учебник / В. С. Шипачев ; под редакцией А. Н. Тихонова. - 4-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2023. - 305 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-07891-6. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=845839&idb=0>.

lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=845504&idb=0.

5. Бугров Я. С. Высшая математика в 3 т. Т. 1. Дифференциальное и интегральное исчисление в 2 кн. Книга 1 : учебник / Я. С. Бугров, С. М. Никольский. - 7-е изд. - Москва : Юрайт, 2023. - 253 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-02148-6. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=846068&idb=0>.
6. Бугров Я. С. Высшая математика в 3 т. Т. 1. Дифференциальное и интегральное исчисление в 2 кн. Книга 2 : учебник / Я. С. Бугров, С. М. Никольский. - 7-е изд. - Москва : Юрайт, 2023. - 246 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-02150-9. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=839488&idb=0>.
7. Бугров Я. С. Высшая математика в 3 т. Т. 2. Элементы линейной алгебры и аналитической геометрии : учебник / Я. С. Бугров, С. М. Никольский. - 7-е изд. - Москва : Юрайт, 2023. - 281 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-03009-9. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=846254&idb=0>.
8. Бугров Я. С. Высшая математика в 3 т. Том 3. В 2 кн. Книга 1. Дифференциальные уравнения. Кратные интегралы : учебник / Я. С. Бугров, С. М. Никольский. - 7-е изд. - Москва : Юрайт, 2023. - 288 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-9916-8643-3. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=842579&idb=0>.
9. Бугров Я. С. Высшая математика в 3 т. Том 3. В 2 кн. Книга 2. Ряды. Функции комплексного переменного : учебник / Я. С. Бугров, С. М. Никольский. - 7-е изд. - Москва : Юрайт, 2023. - 219 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-9916-8645-7. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=848985&idb=0>.
10. Берман Георгий Николаевич. Сборник задач по курсу математического анализа : [учеб. пособие для вузов]. - 19-е изд., стер. - М. : Наука, 1977. - 416 с. : ил. - 1.00., 40 экз.
11. Клетеник Давид Викторович. Сборник задач по аналитической геометрии : [для вузов] / под ред. Н. В. Ефимова. - 13-е изд., стер. - М. : Наука, 1980. - 240 с. : ил. - 0.55., 31 экз.
12. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика / Гмурман В. Е. - 12-е изд. - Москва : Юрайт, 2022. - 479 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/488573> (дата обращения: 05.01.2022). - ISBN 978-5-534-00211-9 : 1149.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=785883&idb=0>.
13. Вентцель Елена Сергеевна. Теория вероятностей : [учеб. для вузов]. - 4-е изд., стер. - М. : Наука, 1969. - 576 с. : ил., черт. - 18.00., 17 экз.

#### Дополнительная литература:

1. Ефимов Н. В. Краткий курс аналитической геометрии / Ефимов Н. В. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2014. - 240 с. - Допущено Министерством образования РФ в качестве учебника для студентов высших учебных заведений. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ФИЗМАТЛИТ - Математика. - ISBN 978-5-9221-1419-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=704258&idb=0>.
2. Кудрявцев Лев Дмитриевич. Математический анализ : [учеб. для физ.-мат. и инженер.-физ. специальностей вузов]. Т. 2. - 2-е изд., перераб. - М. : Высшая школа, 1973. - 470 с. : с черт. - 0.98., 6 экз.
3. Кудрявцев Лев Дмитриевич. Математический анализ : [учеб. для физ.-мат. и инженер.-физ. специальностей вузов]. Т. 1. - 2-е изд., перераб. - М. : Высшая школа, 1973. - 614 с. : с черт. - 1.21., 7 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Додунова Л.К., Митрякова Т.М. Кривые и поверхности второго порядка. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2013. 38 с.[Электронное учебно-методическое пособие]: [http://www.unn.ru/books/met\\_files/surfaces.pdf](http://www.unn.ru/books/met_files/surfaces.pdf)
2. Додунова Л.К., Ястребова И.Ю. Табличное интегрирование. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2015, 22 с.[Электронное учебно-методическое пособие]: [http://www.unn.ru/books/met\\_files/metod\\_int.pdf](http://www.unn.ru/books/met_files/metod_int.pdf)
3. Додунова Л.К., Ястребова И.Ю. Интегрирование тригонометрических функций. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2016. 25 с.[Электронное учебно-методическое пособие]: [http://www.unn.ru/books/met\\_files/metod\\_int\\_trig.pdf](http://www.unn.ru/books/met_files/metod_int_trig.pdf)
4. Шишина В.Т., Филиппова Н.М. Элементы теории вероятностей. Руководство к решению задач. Ч. 1. Случайные события. ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2012. - 45 с. - Текст : электронный.  
Постоянная ссылка на документ: <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=851223&idb=0>
5. Шишина В.Т., Филиппова Н.М. Элементы теории вероятностей. Руководство к решению задач. Ч. 2. Случайные величины. ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2012. - 35 с. - Текст : электронный.  
Постоянная ссылка на документ: <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=851224&idb=0>
6. Шишина В.Т., Круглова С.С., Левина Т.М. Числовые ряды. ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2010. - 26 с. - Текст : электронный.  
Постоянная ссылка на документ: <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=849881&idb=0>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия.

Автор(ы): Митрякова Татьяна Михайловна, кандидат физико-математических наук, доцент.

Рецензент(ы): Махрова Елена Николаевна, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Иванченко Михаил Васильевич, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 10.11.2022 г., протокол № 2.