

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»  
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ОПОП

\_\_\_\_\_ М.В. Коломина

«8» сентября 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Зав. кафедрой ПМИ

\_\_\_\_\_ М.В. Коломина

«8» сентября 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ**

Составитель	<b>Кохась К. П., к.ф.-м.н., доцент ФИТиП ИТМО Корнеев Г.А., к.т.н., доцент ФИТиП, ИТМО Коломина М.В, к. ф.-м. н., доцент, АГУ</b>
Направление подготовки/ специальность	<b>01.03.02 Прикладная математика и информатика</b>
Направленность (профиль) ОПОП	<b>Программирование и искусственный интеллект</b>
Квалификация (степень)	<b>бакалавр</b>
Форма обучения	<b>очная</b>
Год приема	<b>2023</b>
Курс	<b>1–2</b>
Семестры	<b>1-4</b>

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины «Математический анализ» является создание теоретических основ, позволяющих в дальнейшем осваивать другие дисциплины математического и естественнонаучного, а также профессионального циклов, способствующих формированию общекультурных и профессиональных компетенций.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- изучение современного математического аппарата, основных методов дифференциального и интегрального исчисления функций одной и нескольких переменных; основных понятий и теорем математического анализа о числовых и функциональных рядах, а также о рядах и преобразованиях Фурье;
- формирование практических навыков применения современного математического аппарата;
- формирование умения применять методы математического анализа для решения сложных задач информатики, применять методы математического анализа к решению задач об изучении сходимости рядов, разложении в ряд и нахождении сумм числовых и степенных рядов;
- подготовить к изучению других дисциплин.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина относится к обязательной части и осваивается в 1-4 семестрах.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами: математика общеобразовательной школы.

**Знания:** основных определений и теорем алгебры и начала математического анализа.

**Умения:** решать типовые теоретические и вычислительные задачи.

**Навыки:** логических рассуждений при решении задач.

2.3. Последующие учебные дисциплины, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- Дифференциальные уравнения,
- Математическая статистика,
- Теория игр,
- Методы оптимизации.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки (специальности):

а) общепрофессиональных (ОПК):

- ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности;

б) профессиональных (ПК):

- ПК-8: Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат.

**Таблица 1.**  
**Декомпозиция результатов обучения**

Код компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
	Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ОПК-1 ОПК-1.1. Планирует самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач. ОПК-1.2. Обосновывает и использует положения, законы и методы естественных наук и математики при решении задач профессиональной деятельности.	ИОПК-1.1.1 Знать законы и методы естественных наук и математики, содержание процесса целеполагания и постановки задач.	ИОПК-1.2.1 Уметь планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач, использовать положения, законы и методы естественных наук и математики при решении задач профессиональной деятельности, обосновывать и применять инновационные идеи и альтернативные подходы к решению задач профессиональной деятельности с применением естественнонаучных и общепрофессиональных знаний.	ИОПК-1.3.1 Владеть навыком планирования своей деятельности, обоснования используемых методов и подходов.
<b>ПК-8</b> ПК-8.1. Владение методами интегрального и дифференциального исчисления одной и нескольких переменных	ИПК-8.1.1 Знание современного математического аппарата, основных методов решения прикладных задач.	ИПК-8.2. Умеет применять методы интегрального и дифференциального исчисления одной и нескольких переменных при решении прикладных задач.	ИПК-8.3.1 Навыком применения современного математического аппарата при решении прикладных задач.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины (модуля) составляет 5, 5, 5, 5 зачетных единиц в том числе 288 часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (из них 288 часов – лекции), и 432 часа – на самостоятельную работу обучающихся

**Таблица 2.**  
**Структура и содержание дисциплины**

№ п/п	Раздел, тема дисциплины	Семестр	Контактная работа (в часах)			Самост. работа		Форма текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Л	ПЗ	ЛР	КР	СР	
1	<b>Раздел 1.</b> Введение в математический анализ	1	20				36	<b>Коллоквиум 1</b>
2	<b>Раздел 2.</b> Метрическое пространство	1	6				10	
3	<b>Раздел 3.</b> Теория пределов для функции одной переменной.	1	32				54	<b>Коллоквиум 2</b>
4	<b>Раздел 4.</b> Непрерывность функции одной переменной	2	12				36	<b>Коллоквиум 3</b>
5	<b>Раздел 5.</b> Дифференциальное исчисление функции одной переменной	2	32				28	
6	<b>Раздел 6.</b> Неопределенный интеграл	2	24				30	<b>Коллоквиум 4</b>
7	<b>Раздел 7.</b> Интеграл Римана	3	34				50	<b>Коллоквиум 5</b>
8	<b>Раздел 8.</b> Дифференциальное исчисление функций многих переменных	3	20				44	<b>Коллоквиум 6</b>
9	<b>Раздел 9.</b> Многократный интеграл Римана	4	20				50	<b>Коллоквиум 7</b>
10	<b>Раздел 10.</b> Числовые ряды	4	12				24	<b>Коллоквиум 8</b>

11	Раздел 11. Функциональные ряды. Ряды Фурье	4	20				24	
12	Раздел 12. Интегралы, зависящие от параметра	4	14				14	Коллоквиум 9
13	Раздел 13. Измеримые функции Мера и интеграл Лебега	4	24				14	
<b>ИТОГО</b>				<b>270</b>			<b>414</b>	<b>ЭКЗАМЕН</b>

*Примечание:* Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, семинар, ЛР – лабораторная работа; КР – курсовая работа; СР – самостоятельная работа.

**Таблица 3.**  
**Матрица соотнесения разделов, тем учебной дисциплины и формируемых компетенций**

Раздел, тема дисциплины	Кол-во часов	Код компетенции		
		ОПК-1	ПК-8	общее количество компетенций
Раздел 1. Введение в математический анализ	56	+	+	2
Раздел 2. Метрическое пространство	16	+	+	2
Раздел 3. Теория пределов для функции одной переменной.	86	+	+	2
Раздел 4. Непрерывность функции одной переменной	48	+	+	2
Раздел 5. Дифференциальное исчисление функции одной переменной	60	+	+	2
Раздел 6. Неопределенный интеграл	54	+	+	2
Раздел 7. Интеграл Римана	84	+	+	2
Раздел 8. Дифференциальное исчисление функций многих переменных	64	+	+	2
Раздел 9. Многократный интеграл Римана	70	+	+	2
Раздел 10. Числовые ряды	36	+	+	2
Раздел 11. Функциональные ряды. Ряды Фурье	44	+	+	2
Раздел 12. Интегралы, зависящие от параметра	28	+	+	2
Раздел 13. Измеримые функции Мера и интеграл Лебега	38	+	+	2
<b>Итого</b>	<b>684</b>			

### Краткое содержание дисциплины

Введение в математический анализ. Метрическое пространство. Теория пределов для функции одной переменной. Непрерывность функции одной переменной. Дифференциальное исчисление функции одной переменной. Неопределенный интеграл. Интеграл Римана. Дифференциальное исчисление функций многих переменных. Многократный интеграл Римана. Числовые ряды. Функциональные ряды. Ряды Фурье. Интегралы, зависящие от параметра. Измеримые функции Мера и интеграл Лебега.

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине

1. Согласно существующему государственному образовательному стандарту специальности и других нормативных документов целесообразно разработать матрицу наиболее предпочтительных методов обучения и форм самостоятельной работы студентов, адекватных видам лекционных и лабораторных занятий.
2. Необходимо предусмотреть развитие форм самостоятельной работы, выводя студентов к завершению изучения учебной дисциплины на её высший уровень. Пакет заданий для самостоятельной работы следует выдавать в начале семестра, определив предельные сроки их выполнения и сдачи. Например, это могут быть темы рефератов, примерный перечень которых представлен в данном учебно-методическом комплексе.
3. Вузовская лекция – главное звено дидактического цикла обучения. Ее цель – формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала

методом самостоятельной работы. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

- изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
  - логичность, четкость и ясность в изложении материала;
  - возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;
  - опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные;
  - тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.
4. Преподаватель, читающий лекционные курсы в вузе, должен знать существующие в педагогической науке и используемые на практике варианты лекций, их дидактические и воспитывающие возможности, а также их методическое место в структуре процесса обучения.

## **5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)**

### **Методические рекомендации для студентов**

#### **Лекция. Как ее слушать и записывать**

1. Лекция основной вид обучения в вузе.
2. В лекции излагаются основные положения теории, ее понятия и законы, приводятся факты, показывающие связь теории с практикой.
3. Накануне лекции необходимо повторить содержание предыдущей лекции (а также теорию по изучаемой теме в школьных учебниках геометрии, если эта тема была представлена в них), а затем посмотреть тему очередной лекции по программе (по плану лекций).
4. Полезно вести записи (конспекты) лекций: для непонятных вопросов оставлять место при работе над темой лекции с учебными пособиями.
5. Записи лекций следует вести в отдельной тетради, оставляя место для дополнений во время самостоятельной работы.
6. При конспектировании лекций выделяйте главы и разделы, параграфы, подчеркивайте основное.

#### **Организация самостоятельной работы**

1. Бюджет времени студента определяется временем, отведенным на занятия по расписанию и на самостоятельную работу. Задание и материал для самостоятельной работы дается во время учебных занятий, на этих же занятиях преподаватель осуществляет контроль за самостоятельной работой.
2. Для выполнения объема самостоятельной работы необходимо заниматься в среднем 4 часа (академических) ежедневно, т.е. по 24 часа в неделю. На самостоятельную работу по каждой дисциплине по математике следует расходовать по 3-4 часа в неделю.
3. Начинать самостоятельные занятия следует с первых же дней семестра, установив определенный порядок, равномерный ритм на весь семестр. Полезно для этого составить расписание порядка дня.

**Таблица 4**

### **Содержание самостоятельной работы обучающихся**

<b>Раздел дисциплины</b>	<b>Кол-во часов</b>	<b>Форма работы</b>
<b>Раздел 1.</b> Введение в математический анализ	36	Изучение материалов лекции. Подготовка к коллоквиуму
<b>Раздел 2.</b> Метрическое пространство	10	Изучение материалов лекции. Подготовка к коллоквиуму
<b>Раздел 3.</b> Теория пределов для функции одной переменной.	54	Изучение материалов лекции. Подготовка к коллоквиуму
<b>Раздел 4.</b> Непрерывность функции одной переменной	36	Изучение материалов лекции. Подготовка к коллоквиуму
<b>Раздел 5.</b> Дифференциальное исчисление функции одной	28	Изучение материалов лекции. Подго-

переменной		товка к коллоквиуму
<b>Раздел 6.</b> Неопределенный интеграл	30	Изучение материалов лекции. Подготовка к коллоквиуму
<b>Раздел 5.</b> Интеграл Римана	50	Изучение материалов лекции. Подготовка к коллоквиуму
<b>Раздел 6.</b> Дифференциальное исчисление функций многих переменных	44	Изучение материалов лекции. Подготовка к коллоквиуму
<b>Раздел 7.</b> Многократный интеграл Римана	50	Изучение материалов лекции. Подготовка к коллоквиуму
<b>Раздел 8.</b> Числовые ряды	24	
<b>Раздел 9.</b> Функциональные ряды. Ряды Фурье	24	Изучение материалов лекции. Подготовка к коллоквиуму
<b>Раздел 10.</b> Интегралы, зависящие от параметра	14	Изучение материалов лекции. Подготовка к коллоквиуму
<b>Раздел 11.</b> Измеримые функции Мера и интеграл Лебега	14	Изучение материалов лекции. Подготовка к коллоквиуму

### 5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины, выполняемые обучающимися самостоятельно.

Не предусмотрено.

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации различных видов учебной работы по дисциплине могут использоваться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

### 3.1. Образовательные технологии

Таблица 5

Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
<b>Раздел 1.</b> Введение в математический анализ	<i>Проблемная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Не предусмотрено</i>
<b>Раздел 2.</b> Метрическое пространство	<i>Проблемная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Не предусмотрено</i>
<b>Раздел 3.</b> Теория пределов для функции одной переменной.	<i>Проблемная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Не предусмотрено</i>
<b>Раздел 4.</b> Непрерывность функции одной переменной	<i>Проблемная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Не предусмотрено</i>
<b>Раздел 5.</b> Дифференциальное исчисление функции одной переменной	<i>Проблемная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Не предусмотрено</i>
<b>Раздел 6.</b> Неопределенный интеграл	<i>Проблемная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Не предусмотрено</i>
<b>Раздел 7.</b> Интеграл Римана	<i>Проблемная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Не предусмотрено</i>
<b>Раздел 8.</b> Дифференциальное исчисление функций многих переменных	<i>Проблемная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Не предусмотрено</i>
<b>Раздел 9.</b> Многократный интеграл Римана	<i>Проблемная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Не предусмотрено</i>
<b>Раздел 10.</b> Числовые ряды	<i>Проблемная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Не предусмотрено</i>
<b>Раздел 11.</b> Функциональные ряды. Ряды Фурье	<i>Проблемная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Не предусмотрено</i>
<b>Раздел 12.</b> Интегралы, зависящие от параметра	<i>Проблемная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Не предусмотрено</i>
<b>Раздел 13.</b> Измеримые функции Мера и интеграл Лебега	<i>Проблемная лекция</i>	<i>Не предусмотрено</i>	<i>Не предусмотрено</i>

## 6.2. Информационные технологии

При реализации различных видов учебной и внеучебной работы используются следующие информационные технологии:

- система управления обучением LMS Moodle;
- использование возможностей Интернета в учебном процессе (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление обучающихся с оценками и т.д.);
- использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронные библиотеки, журналы и т.д.) как источник информации;
- использование возможностей электронной почты;
- использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий, применение новых технологий для проведения занятий с использованием презентаций и т.д.);
- использование интерактивных средств взаимодействия участников образовательного процесса (технологии дистанционного или открытого обучения в глобальной сети);
- использование интегрированных образовательных сред, где главной составляющей являются не только применяемые технологии, но и содержательная часть, т.е. информационные ресурсы (доступ к мировым информационным ресурсам, на базе которых строится учебный процесс).

## 6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

### 6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Google Chrome	Браузер
OpenOffice	Пакет офисных программ

### 6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех». <https://biblio.asu.edu.ru>
2. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru).
3. Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ, раздел «Легендарные книги». [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru)
4. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем». <https://library.asu.edu.ru>

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Математический анализ» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоени-

ем дисциплин и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

**Таблица 6**  
**Соответствие разделов, тем дисциплины, результатов обучения по дисциплине и оценочных средств**

№ п/п	Контролируемый раздел, тема дисциплины	Код контролируемых компетенций	Наименование оценочного средства
1	Раздел 1. Введение в математический анализ	ОПК-1, ПК-8	коллоквиум
2	Раздел 2. Метрическое пространство	ОПК-1, ПК-8	коллоквиум
3	Раздел 3. Теория пределов для функции одной переменной.	ОПК-1, ПК-8	коллоквиум
4	Раздел 4. Непрерывность функции одной переменной	ОПК-1, ПК-8	коллоквиум
5	Раздел 5. Дифференциальное исчисление функции одной переменной	ОПК-1, ПК-8	коллоквиум
6	Раздел 6. Неопределенный интеграл	ОПК-1, ПК-8	коллоквиум
7	Раздел 5. Интеграл Римана	ОПК-1, ПК-8	коллоквиум
8	Раздел 6. Дифференциальное исчисление функций многих переменных	ОПК-1, ПК-8	коллоквиум
9	Раздел 7. Многократный интеграл Римана	ОПК-1, ПК-8	коллоквиум
10	Раздел 8. Числовые ряды	ОПК-1, ПК-8	коллоквиум
11	Раздел 9. Функциональные ряды. Ряды Фурье	ОПК-1, ПК-8	коллоквиум
12	Раздел 10. Интегралы, зависящие от параметра	ОПК-1, ПК-8	коллоквиум
13	Раздел 11. Измеримые функции Мера и интеграл Лебега	ОПК-1, ПК-8	коллоквиум

**7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания**

**Таблица 7**  
**Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний**

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

**Таблица 8**  
**Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений**

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание при подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задание

### 7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для результатов обучения по дисциплине

#### Вопросы к экзамену 1 семестр

1. Операции над множествами. Эквивалентность множеств.
2. Действительные числа.
3. Свойства действительных чисел.
4. Координатная прямая. Линейные множества.
5. Ограниченные множества. Верхняя и нижняя грани.
6. Функции. Композиция функций. Сужение. Операции над функциями.
7. Способы задания функции. Числовые функции. Операции над функциями.
8. Классы функций действительной переменной (ограниченные, монотонные, периодические, четные и нечетные).
9. Классификация элементарных функций.
10. Предел последовательности.
11. Бесконечно малые величины. Теорема об ограниченной последовательности.
12. Теорема о единственности предела последовательности.
13. Предельный переход в неравенстве для последовательности.
14. Предел промежуточной последовательности.
15. Свойства бесконечно малых.
16. Бесконечно большие величины. Связь бесконечно малых и бесконечно больших.
17. Свойства бесконечно больших
18. Предел суммы, произведения, частного.
19. Предел монотонной последовательности.
20. Стягивающаяся система отрезков.
21. Число Непера.
22. Частичный предел последовательности. Теорема Больцано-Вейерштрасса.
23. Необходимое и достаточное условие сходимости числовой последовательности (критерий Коши).
24. Предельные точки множества. Определение предела функции по Коши.
25. Теорема о единственности предела функции.
26. Локальные свойства функции, имеющей предел.
27. Теорема о пределе промежуточной функции. Первый замечательный предел
28. Предельный переход в неравенстве. Предел суммы, произведения, частного. Теорема о пределе сложной функции.
29. Определение предела функции в точке по Гейне.
30. Односторонние пределы.
31. Сравнение бесконечно малых величин.

**Коллоквиум №1** содержит вопросы с 1 по 17 из перечня вопросов к экзамену 1 семестра.

**Коллоквиум №2** содержит вопросы с 18 по 31 из перечня вопросов к экзамену 1 семестра.

#### Вопросы к экзамену 2 семестр

1. Непрерывность функции. Односторонняя непрерывность.
2. Точки разрыва и их классификации.
3. Локальные свойства функции непрерывной в точке.
4. Непрерывность суммы, произведения, частного.
5. Непрерывность сложной функции в точке.
6. Предельный переход под знаком непрерывной функции в точке.
7. Теорема о промежуточных значениях непрерывных функций. Теорема Больцано-Коши.

8. Теорема о непрерывности обратной функции.
9. Ограниченность непрерывной на отрезке функции. Первая теорема Вейерштрасса.
10. Существование наибольшего и наименьшего значений функции непрерывной на отрезке. Вторая теорема Вейерштрасса.
11. Равномерная непрерывность. Теорема Кантора о равномерной непрерывности.
12. Непрерывность основных элементарных функций.
13. Задача о касательной. Задача о скорости. Определение производной.
14. Уравнение касательной и нормали к графику функции.
15. Дифференцируемые функции. Необходимое и достаточное условие дифференцируемости функции.
16. Производная суммы.
17. Производная произведения.
18. Производная частного.
19. Производная сложной функции.
20. Производная обратной функции.
21. Дифференциал функции. Инвариантность формы дифференциала.
22. Производные и дифференциалы высших порядков.
23. Теорема Ферма.
24. Теорема Ролля.
25. Теорема Лагранжа.
26. Теорема Коши.
27. Применение производной к раскрытию неопределенности при вычислении пределов. Правила Лопиталья.
28. Формула Тейлора. Формулы для остаточного члена формулы Тейлора.
29. Условия постоянства и монотонности функций.
30. Максимумы и минимумы функции.
31. Достаточные условия максимума и минимума.
32. Выпуклые функции.
33. Точки перегиба.
34. Асимптоты кривой
35. Первообразная, неопределенный интеграл.
36. Свойства неопределенного интеграла.
37. Формула замены переменной в неопределенном интеграле.
38. Формула интегрирования по частям для неопределенного интеграла.
39. Интегрирование простых рациональных дробей.
40. Метод Остроградского.
41. Некоторые специальные приемы интегрирования дробно-рациональных функций.
42. Интегрирование некоторых иррациональностей.
43. Интегрирование функций вида  $R(x, \sqrt{ax^2 + bx + c})$ .
44. Интегрирование биноминых дифференциалов.
45. Интегралы вида  $\int \frac{P_n(x)}{\sqrt{ax^2 + bx + c}} dx$ .
46. Интегралы вида  $\int R(\sin x, \cos x) dx$ . Интегралы вида  $\int \sin^m x, \cos^n x dx$ .

**Коллоквиум №3** вопросы 1-22 из перечня вопросов к экзамену 2 семестра.

**Коллоквиум №4** вопросы 23-46 из перечня вопросов к экзамену 2 семестра.

### Вопросы к экзамену 3 семестр

1. Задача о площади криволинейной трапеции.
2. Задача о массе неоднородного стержня.

3. Определение определенного интеграла по Риману.
4. Необходимое условие интегрируемости функции.
5. Нижняя и верхняя интегральные суммы, их свойства.
6. Критерии интегрируемости ограниченной функции.
7. Классы интегрируемых функций.
8. Свойства интегрируемых функций.
9. Свойства определенного интеграла, выраженные равенствами.
10. Свойства определенного интеграла, выраженные неравенствами.
11. Интеграл с переменным верхним пределом.
12. Формула Ньютона-Лейбница.
13. Формула замены переменной в определённом интеграле.
14. Формула интегрирования по частям.
15. Площадь плоской фигуры. Критерий квадратуемости.
16. Объём пространственной фигуры.
17. Площадь криволинейной трапеции.
18. Площадь криволинейного сектора.
19. Вычисление объёмов пространственных фигур.
20. Длина кривой (дуги).
21. Площадь поверхности вращения.
22. Евклидово пространство.
23. Арифметические свойства евклидова пространства. Скалярное произведение в  $R^n$
24. Окрестности пространства  $R^n$
25. Открытые множества в пространстве  $R^n$ . Замкнутые множества.
26. Граничные точки. Связные множества.
27. Определение функции многих переменных. Определение предела функции заданной в пространстве  $R^n$ , бесконечно большие и бесконечно малые функции.
28. Непрерывные функции, заданные в  $R^n$
29. Частные производные и дифференциалы функции нескольких переменных.
30. Дифференцируемость функции нескольких переменных.
31. Необходимые условия дифференцируемости функции нескольких переменных.
32. Достаточные условия дифференцируемости функции нескольких переменных.
33. Дифференцирование сложной функции нескольких переменных.
34. Дифференциал функции нескольких переменных. Инвариантность формы первого дифференциала.
35. Производная по заданному направлению. Градиент.
36. Производные и дифференциалы высших порядков.
37. Теорема о равенстве смешанных производных.
38. Формула Тейлора для функции нескольких переменных.
39. Неявная функция. Теорема о существовании и дифференцируемости неявной функции.
40. Вычисление частных производных неявно заданной функции.
41. Экстремум функции нескольких переменных. Необходимое условие экстремума.
42. Квадратичные формы.
43. Достаточное условие экстремума функции нескольких переменных.
44. Наибольшее и наименьшее значения функции.
45. Условный экстремум функции нескольких переменных.

**Коллоквиум № 5** вопросы 1-21 из перечня вопросов к экзамену 3 семестр.

**Коллоквиум № 6** вопросы 22-45 из перечня вопросов к экзамену 3 семестр.

#### **Вопросы к экзамену 4 семестр**

1. Определение двойного интеграла.

2. Определение тройного интеграла, n-кратного интеграла.
3. Условия существования n-кратного интеграла.
4. Свойства n-кратных интегралов.
5. Сведение двойного интеграла к повторному, случай прямоугольной области.
6. Сведение двойного интеграла к повторному, случай криволинейной области.
7. Сведение тройного интеграла к повторному. Отображение областей. Коэффициент искажения.
8. Замена переменных в кратных интегралах.
9. Приложения двойных и тройных интегралов.
10. Основные понятия числовых рядов
11. Сложение рядов, умножение ряда на число.
12. Необходимое и достаточное условие сходимости ряда. Критерий Больцано-Коши.
13. Гармонический ряд. Ряды, составленные из членов геометрической прогрессии.
14. Необходимое и достаточное условие сходимости рядов с положительными членами.
15. Признак сравнения рядов с положительными членами.
16. Признак Даламбера сходимости ряда.
17. Признак Коши сходимости ряда.
18. Интегральный признак сходимости ряда.
19. Знакопередающиеся ряды. Теорема Лейбница.
20. Абсолютная и условная сходимость ряда.
21. Сходимость функциональной последовательности и функционального ряда
22. Необходимое и достаточное условие равномерной сходимости
23. Признак абсолютной и равномерной сходимости функционального ряда.
24. Непрерывность суммы функционального ряда.
25. Почленное интегрирование функционального ряда.
26. Почленное дифференцирование функционального ряда.
27. Степенной ряд. Теорема Абеля. Интервал сходимости степенного ряда.
28. Ряд Тейлора.
29. Бесконечномерное евклидово пространство, ортонормированные системы в евклидовых пространствах
30. Ряды Фурье по ортонормированным системам
31. Замкнутые и полные ортонормированные системы, замкнутость тригонометрической системы.
32. Условия абсолютной и равномерной сходимости тригонометрического ряда Фурье.
33. Условия почленного дифференцирования тригонометрического ряда Фурье.
34. Определение измеримой функции. Свойства измеримых функций.
35. Определение интеграла Лебега. Интегрируемость измеримой ограниченной функции.
36. Свойства интеграла Лебега от ограниченных функций.
37. Сравнение интегралов Римана и Лебега.
38. Интеграл Лебега от неограниченной функции. Свойства интеграла Лебега.

**Коллоквиум № 7** содержит вопросы с 1 по 9 из перечня вопросов к экзамену 4 семестр.

**Коллоквиум № 8** содержит вопросы с 10 по 33 из перечня вопросов к экзамену 4 семестр.

**Коллоквиум № 9** содержит вопросы с 34 по 38 из перечня вопросов к экзамену 4 семестр.

#### **Таблица 9. Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов**

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
<b>ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности;</b>				
1.	Задание закрытого типа	Найти наименьшее значение функции $y = 2^{x^2}$ . а) 0 б) 2 в) 4 г) 1	г) 1	5-10
2.		Вертикальная асимптота графика функции $f(x) = \sqrt{x} \cdot e^{\frac{1}{x^2+3x-4}}$ задается уравнением вида а) $x=1$ б) $x=-4$ в) $x=4$ г) $x=0$	а) $x=1$	10
3.		Вычислить неопределенный интеграл $\int \frac{x^2+7}{x-3} dx$ а) $-16 \ln(x-3) + c$ б) $\operatorname{tg}(x^2) + c$ в) $\frac{1}{2}x^2 + 3x + 16 \ln(x-3) + c$ г) $\frac{1}{2}(x^2+3) - 16 \ln(x-3)$	в) $\frac{1}{2}x^2 + 3x + 16 \ln(x-3) + c$	15
4.		Функция $y = f(x)$ непрерывна в точке $x_0$ , если односторонние пределы в этой точке а) Равны б) Равны $f(x_0)$ в) Равны бесконечности г) Не существует	б) Равны $f(x_0)$	3
5.		Точка $x = 1$ для функции $f(x) = \begin{cases}  x-1 , & x \neq 1 \\ 1, & x = 1 \end{cases}$ является точкой разрыва а) Устранимой б) С конечным скачком в) Второго рода	а) Устранимой	15
6.		Имеет ли предел последовательность: $u_n = n \sin \frac{n\pi}{2}$	нет	10
7.		Дано уравнение прямолинейного движения: $s = t^3 + \frac{3}{t}$ . Найти среднюю скорость движения за промежуток времени от $t=4$ до $t=4+\Delta t$ , полагая $\Delta t = 2$	75,88	15
8.		На параболе $y=x^2$ взяты две точки с абсциссами $x_1=1$ , $x_2=3$ . Через эти точки проведена секущая. В какой точке параболы касательная к ней будет параллельна проведенной секущей	(2;4)	15
9.		Найти точки перегиба и интервалы выпуклости и вогнутости графика функции $y = x^3 - 5x^2 + 3x - 5$ .	Точки перегиба $(\frac{5}{3}; -\frac{250}{27})$ Интервалы выпуклости $(-\infty; \frac{5}{3})$ Интервалы вогнутости $(\frac{5}{3}; +\infty)$	15-20
10.		Исходя из определения производной найти $f'(0)$	Функция $f(x)$ не диффе-	15

		$f(x) = \begin{cases} \sin(x \cos \frac{5}{x}), x \neq 0; \\ 0, x = 0. \end{cases}$	ренцируема в точке в точке $x=0$	
11.	Задание комбинированного типа	<p>Даны числовые ряды:</p> <p>А) <math>\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{n+1}{4n}\right)^{3n}</math>,</p> <p>В) <math>\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2}{5n-1}</math>.</p> <p>Тогда</p> <p>а) ряд А) сходится, ряд В) расходится  б) ряд А) расходится, ряд В) расходится  в) ряд А) сходится, ряд В) сходится  г) ряд А) расходится, ряд В) сходится</p>	а) ряд А) сходится, ряд В) расходится	15
<b>ПК-8. Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат</b>				
1.	Задание закрытого типа	<p>Из числовых последовательностей <math>\left\{\left(1+\frac{2}{n}\right)^{-n}\right\}</math>, <math>\left\{\left(1-\frac{3}{n}\right)^n\right\}</math>, <math>\left\{\frac{2-n+10n^2}{4-n^3}\right\}</math>, <math>\left\{\frac{3+2n-n^2}{1+1000n^2}\right\}</math>, бесконечно малой является последовательность</p> <p>а) <math>\left\{\frac{2-n+10n^2}{4-n^3}\right\}</math> б) <math>\left\{\left(1-\frac{3}{n}\right)^n\right\}</math>  в) <math>\left\{\left(1+\frac{2}{n}\right)^{-n}\right\}</math> г) <math>\left\{\frac{3+2n-n^2}{1+1000n^2}\right\}</math></p>	а) $\left\{\frac{2-n+10n^2}{4-n^3}\right\}$	10
2.		<p>Предприятие внедряет новую технологию производства, при которой изменение производительности выпуска однородной продукции с течением времени задается функцией <math>f(t) = \sqrt{t+9} - 3</math>, где <math>t</math> – время в неделях. Тогда объем продукции <math>S(t)</math>, произведенной за время <math>t</math>, можно определить как:</p> <p>а) <math>S(t) = \frac{2}{3} \sqrt{(t+9)^3} - 3t - 18</math>  б) <math>S(t) = \frac{2}{3} \sqrt{(t+9)^3} - 3t</math>  в) <math>S(t) = \frac{1}{2\sqrt{t+9}} - 3t - \frac{1}{6}</math>  г) <math>S(t) = \frac{3}{2} \sqrt{(t+9)^3} - 3t - \frac{81}{2}</math></p>	а) $S(t) = \frac{2}{3} \sqrt{(t+9)^3} - 3t - 18$	15
3.		<p>Пусть задана функция <math>y = \arcsin x</math>. Отметьте верные утверждения:</p> <p>а) Функция определена на отрезке <math>[-1;1]</math>  б) Является обратной для функции <math>y = \sin x</math> на <math>[-\pi; \pi]</math>  в) Убывает в области определения  г) Производная равна <math>\frac{1}{\sqrt{1-x^2}}</math> на интервале <math>(-1;1)</math></p>	а) Функция определена на отрезке $[-1;1]$ б) Производная равна $\frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$ на интервале $(-1;1)$	15
4.		<p>Какая из перечисленных функций является обратной для функции <math>y = (x+1)^3</math></p> <p>а) <math>x = (y+1)^3</math>  б) <math>x = \sqrt[3]{y} - 1</math>  в) <math>x = \sqrt[3]{y-1}</math>  г) <math>x = \sqrt[3]{y}</math></p>	б) $x = \sqrt[3]{y} - 1$	15
5.		<p>Какая из перечисленных последовательностей сходится:</p> <p>а) <math>x_n = \frac{n^2 - 2n}{n+1}</math></p>	б) $x_n = \frac{5n}{n+1}$	10

		$б) x_n = \frac{5n}{n+1}$ $x_n = \sin \frac{\pi n}{3}$ $в) x_n = n$		
6.	Задание открытого типа	Составить уравнение касательной к кривой в точке, соответствующей значению параметра $t=t_0$ $\begin{cases} x = 2t - t^2, \\ y = 3t - t^3, t_0 = 1. \end{cases}$	$y = 3x - 1$	15
7.		Найти неопределенный интеграл $\int \frac{\sqrt[3]{(1+\sqrt{x})^4}}{x^{10}\sqrt{x^9}} dx$	$-\frac{10}{9} \cdot \left( \sqrt[5]{\frac{1+\sqrt{x}}{\sqrt{x}}} \right)^9 + C$	15-20
8.		Найти интервалы знакопостоянства и корни функции $y = x^3 - 3x^2 + 2x$	$y > 0$ в интервалах $(0; 1)$ , $(2; +\infty)$ ; $y < 0$ в интервалах $(-\infty; 0)$ ,	15
9.		Найти функцию, обратную $y = 2 \sin 3x$	$y = \frac{1}{3} \arcsin \frac{x}{2}$	5-10
10.		Дано уравнение прямолинейного движения точки: $s = 5t + 6$ . Определить среднюю скорость движения: а) за первые 6 секунд; б) за промежуток времени от	а) 5 б) 5	15
11.	Задание комбинированного типа	Площадь фигуры, ограниченной параболой $y = -x^2 - x + 6$ и осью $Ox$ , равна: а) $\frac{125}{6}$ б) $-\frac{125}{6}$ в) $\frac{37}{6}$ г) $\frac{125}{4}$	$\frac{125}{6}$	15-20

Полный комплект оценочных материалов по дисциплине (модулю) (фонд оценочных средств) хранится в электронном виде на кафедре, утверждающей рабочую программу дисциплины (модуля), и в Центре мониторинга и аудита качества обучения.

#### 7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Таблица 10. Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
<b>1-3 семестр</b>				
<b>Основной блок</b>				
1.	Коллоквиум	2/20	40	
<b>Всего</b>			<b>40</b>	-
<b>Блок бонусов</b>				
2.	Посещение занятий		10	
<b>Всего</b>			<b>10</b>	-
<b>Дополнительный блок**</b>				
3.	Экзамен		50	
<b>Всего</b>			<b>50</b>	-
<b>ИТОГО</b>			<b>100</b>	
<b>4 семестр</b>				
<b>Основной блок</b>				
1	Коллоквиум	3/15	45	
<b>Всего</b>			<b>45</b>	
<b>Блок бонусов</b>				
4.	Посещение занятий		5	

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
<b>Всего</b>			<b>5</b>	-
<b>Дополнительный блок**</b>				
5.	<i>Экзамен</i>		50	
<b>Всего</b>			<b>50</b>	-
<b>ИТОГО</b>			<b>100</b>	

**Таблица 11. Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине**

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале
90–100	5 (отлично)
85–89	4 (хорошо)
75–84	
70–74	
65–69	
60–64	3 (удовлетворительно)
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)

При реализации дисциплины (модуля) в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1 Основная литература:

1. Берман Г.Н. Сборник задач по курсу математического анализа: учеб. пособие. - 22-е изд.; перераб. - СПб.: Профессия, 2005. - 432 с. (114 экз.).
2. Введение в математический анализ. (Избранные темы). Ч.2 / сост. М.В. Коломина. - Астрахань Изд. дом «АГУ», 2004. - 26 с. (19 экз.)
3. Введение в математический анализ. (Избранные темы): метод. рекомендации для студентов по спец.: 010200 - Прикладная математика и информатика; 030100 - Учитель информатики. Ч.1 / сост.: М.В. Коломина. - Астрахань: Изд. дом «АГУ», 2004. - 19 с. (20 экз.)
4. Запорожец Г.И. Руководство к решению задач по математическому анализу: учебное пособие. - 7-е изд.; стер. - СПб.: Лань, 2010. - 464 с. (49 экз.)
5. Ильин В.Л. Основы математического анализа. Ч. II : учеб. для ун-тов. - 2-е изд. - М. : Наука, 1980. - 447 с. (4 экз.)
6. Королькова Л.Н., Невидомская И.А., Мелешко С.В., Литвин Д.Б. Дифференциальное исчисление функций [Электронный ресурс]: Учебное пособие. Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2017. URL: [http://www.studentlibrary.ru/book/stavgau\\_00114.html](http://www.studentlibrary.ru/book/stavgau_00114.html) (ЭБС «Консультант студента»).
7. Лакерник А.Р. Высшая математика. Краткий курс [Электронный ресурс]: учеб. пособие. М.: Логос, 2017. URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987045237.html> (ЭБС «Консультант студента»).
8. Основы математического анализа (модуль «Неопределенный интеграл») [Электронный ресурс]: учебное пособие / Зубова И.К., Острая О.В. - Оренбург: ОГУ, 2017. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785741017944.html> (ЭБС «Консультант студента»).
9. Основы математического анализа (модуль «Определенный интеграл и несобственные интегралы») [Электронный ресурс]: учебное пособие / Зубова И.К., Острая О.В. - Оренбург: ОГУ, 2017. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785741018514.html> (ЭБС «Консультант студента»).
10. Рощенко О.Е. Математический анализ: дифференциальное и интегральное исчисление функции одной переменной [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016. URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778229457.html>

(ЭБС «Консультант студента»).

11. Рояк С.Х. Пределы. Сборник задач и упражнений [Электронный ресурс]: учебное пособие. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017. url: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778231283.html> (ЭБС «Консультант студента»).

12. Туганбаев А.А., Математический анализ : ряды [Электронный ресурс] / Туганбаев А.А. - М. : ФЛИНТА, 2017. - 40 с. - ISBN 978-5-9765-1307-5 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976513075.html> (ЭБС «Консультант студента»).

13. Ушаков В.К. Математика: основы теории дифференциальных уравнений [Электронный ресурс]: учеб. пособие. М.: МИСиС, 2018. URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785906953056.html> (ЭБС «Консультант студента»).

## 8.2 Дополнительная литература

1. Бутырин В.И. Справочное пособие по высшей математике [Электронный ресурс]: учебное пособие. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016. URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778229402.html> (ЭБС «Консультант студента»).

2. Виноградова И.А. Задачи и упражнения по математическому анализу. В 2 ч. Ч.1. Дифференциальное и интегральное исчисление: рек. М-вом образования РФ в качестве учеб. пособ. для вузов. - изд. 3-е; испр. - М.: Дрофа, 2001. - 725 с. (1 экз.)

3. Ильин В.А. Математический анализ: учебник для студентов вузов / под ред. А.Н.Тихонова. - М.: Наука, 1979. - 720 с. (14 экз.)

4. Казаров С.А. Математический анализ. Ч. 1: учеб. пособ. Введение в анализ. - Астрахань: Изд-во АГПИ, 1995. - 53 с. (28 экз.)

5. Кудрявцев, Л.Д. Курс математического анализа в 3-х томах. Т.1 : Учебн. для студ. ун-тов и вузов. - 2-е изд. ; перераб. и доп. - М. : Высш.шк., 1988. - 712 с. (38 экз.)

6. Тимошко Ж.И., Селезень С.Л. Математика. Практикум [Электронный ресурс]: учеб. пособие. Минск: РИПО, 2018. URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789855037737.html> (ЭБС «Консультант студента»).

7. Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления : учебник : в 3 томах / Г. М. Фихтенгольц. — 13-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Том 1 — 2019. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-3993-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113948>

8. Демидович, Б. П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу : учебное пособие для вузов / Б. П. Демидович. — 23-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 624 с. — ISBN 978-5-8114-6940-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/153688>

9. Фихтенгольц, Г. М. Основы математического анализа : учебник для вузов : в 2 частях / Г. М. Фихтенгольц. — 13-е, стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021 — Часть 1 : Основы математического анализа — 2021. — 444 с. — ISBN 978-5-8114-7583-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/162390>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

10. Фихтенгольц, Г. М. Основы математического анализа : учебник для вузов : в 2 частях / Г. М. Фихтенгольц. — 12-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021 — Часть 2 — 2021. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-8375-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/175511>

11. Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления: В 3-х тт.: учебник для вузов: в 3 томах / Г. М. Фихтенгольц. — 15-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. — Том 2: Курс дифференциального и интегрального исчисления — 2021. — 800 с. — ISBN 978-5-8114-7377-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/159505>

12. Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. В 3-х тт.: учебник для вузов: в 3 томах / Г. М. Фихтенгольц. — 12-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. — Том 3 — 2021. — 656 с. — ISBN 978-5-8114-8779-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180824>

13. Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. В 3-х тт. Том 2 [Электронный ресурс] / Г. М. Фихтенгольц. — Электрон. дан. — СПб: Лань, 2017. — 800 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91898> — Загл. с экрана.

14. Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. В 3-х тт. Том 3 [Электронный ресурс] / Г. М. Фихтенгольц. — Электрон. дан. — СПб: Лань, 2017. — 608 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/90053> — Загл. с экрана.

### **8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины**

1. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru).

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для проведения **лекционных занятий**:

1. Используется аудитория, оборудованная необходимым количеством столов, стульев, доской маркерной и электронной.
2. Аудитория должна иметь следующие нормы освещенности
  - СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» норма освещенности аудиторий ВУЗов 400 Лк.
  - СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий» пункт 3.3.3. «Общее освещение в помещениях общественных зданий должно быть равномерным».
3. Электронная доска должна быть подключена к сети Интернет.

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. Для инвалидов содержание рабочей программы дисциплины (модуля) может определяться также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).