

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Е.А. Турилова

28 февраля 2025 г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Математический анализ

Направление подготовки: 01.03.01 - Математика

Профиль подготовки: Математика в цифровой экономике

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): заведующий кафедрой, д.н. Насыров С.Р. (Кафедра математического анализа, отделение математики), Samyon.Nasyrov@kpfu.ru ; Луговая Галина Дмитриевна

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1	Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности
ОПК-3	Способен использовать в педагогической деятельности научные знания в сфере математики и информатики

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основные понятия, определения и свойства объектов математического анализа, формулировки и доказательства утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их связи и приложения в других областях математического знания и дисциплинах естественнонаучного содержания.

Должен уметь:

доказывать утверждения математического анализа, решать задачи математического анализа, уметь применять полученные навыки в других областях математического знания и дисциплинах естественнонаучного содержания.

Должен владеть:

аппаратом математического анализа, методами доказательства утверждений, навыками применения этого в других областях математического знания и дисциплинах естественнонаучного содержания.

Должен демонстрировать способность и готовность:

владеть аппаратом математического анализа, методами доказательства утверждений, навыками применения этого в других областях математического знания и дисциплинах естественнонаучного содержания.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.11 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.03.01 "Математика (Математика в цифровой экономике)" и относится к обязательной части ОПОП ВО.

Осваивается на 1, 2 курсах в 1, 2, 3, 4 семестрах.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 22 зачетных(ые) единиц(ы) на 792 часа(ов).

Контактная работа - 498 часа(ов), в том числе лекции - 242 часа(ов), практические занятия - 256 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 132 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 162 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 1 семестре; экзамен во 2 семестре; экзамен в 3 семестре; экзамен в 4 семестре.

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

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- мestr	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Понятие функции. Действительные числа.	1	10	0	12	0	0	0	6
2.	Тема 2. Предел числовой последовательности.	1	6	0	8	0	0	0	6
3.	Тема 3. Предел функции в точке.	1	6	0	12	0	0	0	6
4.	Тема 4. Непрерывность. Непрерывность функций.	1	4	0	6	0	0	0	6
5.	Тема 5. Дифференцирование.	1	14	0	6	0	0	0	6
6.	Тема 6. Приложения понятия производной.	1	14	0	12	0	0	0	6
7.	Тема 7. Исследование функций с помощью производной	1	14	0	12	0	0	0	8
8.	Тема 8. Первообразная и неопределенный интеграл.	2	12	0	12	0	0	0	6
9.	Тема 9. Интеграл Римана и его приложения.	2	12	0	12	0	0	0	8
10.	Тема 10. Отображения в евклидовых пространствах. Линейные отображения.	2	10	0	10	0	0	0	8
11.	Тема 11. Дифференцирование отображений.	2	12	0	12	0	0	0	12
12.	Тема 12. Локальный экстремум функции. Теорема о существовании неявной функции. Метод Лагранжа.	2	14	0	14	0	0	0	8
13.	Тема 13. Числовые ряды.	3	8	0	10	0	0	0	10
14.	Тема 14. Несобственные интегралы.	3	8	0	8	0	0	0	6
15.	Тема 15. Мера Жордана.	3	12	0	12	0	0	0	6
16.	Тема 16. Кратные интегралы Римана и их приложения	3	14	0	12	0	0	0	6
17.	Тема 17. Кратные несобственные интегралы.	3	6	0	4	0	0	0	6
18.	Тема 18. Криволинейные интегралы.	3	12	0	12	0	0	0	4
19.	Тема 19. Поверхностные интегралы.	3	8	0	10	0	0	0	6
20.	Тема 20. Интегралы, зависящие от параметра.	4	10	0	14	0	0	0	0
21.	Тема 21. Последовательности и ряды функций.	4	8	0	10	0	0	0	0
22.	Тема 22. Степенные ряды.	4	8	0	6	0	0	0	0
23.	Тема 23. Векторные пространства функций.	4	6	0	12	0	0	0	0
24.	Тема 24. Ряды и интегралы Фурье.	4	10	0	12	0	0	0	0
25.	Тема 25. Элементы теории обобщенных функций.	4	4	0	6	0	0	0	2
	Итого		242	0	256	0	0	0	132

4.2 Содержание дисциплины (модуля)**Тема 1. Понятие функции. Действительные числа.**

Аксиоматическое определение поля действительных чисел. Абсолютная величина действительного числа и ее свойства. Понятие функции действительной переменной. Суперпозиция функций, обратная функция. Инъекция, сюръекция, биекция. График функции действительной переменной. Монотонные функции и их основные свойства.

Тема 2. Предел числовой последовательности.

Понятие числовой последовательности. Предел числовой последовательности. Критерий Коши существования предела числовой последовательности. Арифметические свойства. Монотонные последовательности. Теорема о существовании предела монотонной ограниченной последовательности. Подпоследовательности. Теорема Больцано -Вейерштрасса.

Тема 3. Предел функции в точке.

Определение предела функции действительной переменной. Критерий Коши существования предела функции действительной переменной. Арифметические свойства предела функций действительной переменной. Первый и второй замечательные пределы. Основные эквивалентности и их применение при вычислении пределов функций.

Тема 4. Непрерывность. Непрерывность функций.

Понятие непрерывности функции функции действительной переменной. Понятие равномерной непрерывности предела функции действительной переменной. Свойства функций, непрерывных на отрезке и на компактном множестве. Теорема Вейерштрасса. Теорема Кантора. Непрерывность обратной функции. Теорема Больцано-Коши о промежуточном значении.

Тема 5. Дифференцирование.

Понятие дифференцируемости функции действительной переменной в точке. Понятие производной и дифференциала. Таблица производных основных элементарных функций. Основные теоремы дифференциального исчисления функций действительной переменной - теоремы (Ролля, Лагранжа, Коши). Производная обратной функции.

Тема 6. Приложения понятия производной.

Правило Лопитала нахождения предела отношения двух функции действительной переменной. Формула Тейлора, различные формы ее записи. Касательная к кривой - графику функции действительной переменной. Касательная к графику. Геометрический смысл производной. Понятие локального экстремума функции действительной переменной.

Тема 7. Исследование функций с помощью производной

Монотонность функции функции действительной переменной. Исследование монотонности функции действительной переменной с помощью производной. Локальный экстремум функции действительной переменной. Необходимые и достаточные условия экстремума. Выпуклость функции действительной переменной, точки перегиба.

Тема 8. Первообразная и неопределенный интеграл.

Понятие первообразной и неопределенного интеграла. Свойства первообразной и неопределенного интеграла. Таблица первообразных основных элементарных функции действительной переменной. Основные методы интегрирования функций действительной переменной (интегрирование по частям, замена переменной, линейность).

Тема 9. Интеграл Римана и его приложения.

Понятия интегрируемости функции по Риману и интеграла Римана. Эквивалентность двух определений. Свойства интеграла Римана. Интегрирование по частям и замена переменной. Интеграл с переменным верхним пределом. Теорема о существование первообразной у непрерывной функции. Суммы Дарбу и интегралы Дарбу. Критерий Дарбу интегрируемости функции по Риману. Терема Лебега.

Тема 10. Отображения в евклидовых пространствах. Линейные отображения.

Евклидовы пространства. Топология евклидова пространства (предельные точки, точки прикосновения, открыты и замкнутые множества). Компактные множества. Критерий компактности множества в евклидовом пространстве. Теорема Вейерштрасса. Линейные отображения из одного евклидова пространства в другое. матрица линейного отображения. Евклидова и операторная нормы линейного отображения. Пространство линейных отображений.

Тема 11. Дифференцирование отображений.

Понятие дифференцируемости отображения конечномерных пространств. Касательное отображение. Связь дифференцируемости и непрерывности отображения. Дифференцирование суперпозиции отображений. Частные производные. Матрица Якоби. Условия дифференцируемости отображений. Оценочная формула Лагранжа. Формула Тейлора.

Тема 12. Локальный экстремум функции. Теорема о существовании неявной функции. Метод Лагранжа.

Локальный экстремум функции нескольких действительных переменных. Локальный относительный экстремум функции нескольких действительных переменных. Необходимые и достаточные условия экстремума. Условный экстремум функции нескольких действительных переменных. Метод Лагранжа. Теоремы о существовании обратной и неявной функции.

Тема 13. Числовые ряды.

Понятие сходимости числового ряда. Критерий Коши. Необходимое условие сходимости числового ряда. Признаки сходимости знакопостоянных рядов (признаки сравнения, Даламбера, радикальный признак Коши, Раабе, Гаусса). Абсолютная и условная сходимость. Признак Лейбница, признаки Дирихле и Абеля. Несобственные интегралы общего вида. Главное значение по Коши.

Тема 14. Несобственные интегралы.

Несобственные интегралы и их виды. Несобственные интегралы с особенностью в одной точке. Признаки сходимости (критерий Коши, признаки сходимости интегралов от неотрицательных функций, теоремы сравнения в форме неравенства и в предельной форме). Несобственные интегралы от знакопеременных функций. Признаки Дирихле и Абеля.

Тема 15. Мера Жордана.

Элементарные множества. Мера на классе элементарных множеств. Измеримые по Жордану множества в действительном евклидовом пространстве. Мера Жордана в действительном евклидовом пространстве. Критерий измеримости множества по Жордану действительном евклидовом пространстве. Свойства измеримых по Жордану множеств.

Тема 16. Кратные интегралы Римана и их приложения

Определение кратного интеграла Римана. Основные свойства кратного интеграла (линейность, интегрируемость суммы, произведения, теоремы о среднем, интегрирование неравенств). Связь свойств интегрируемости и ограниченности функций. Связь кратного интеграла с повторным. Замена переменных в кратном интеграле.

Тема 17. Кратные несобственные интегралы.

Кратные несобственные интегралы. Компактное исчерпание множеств и определение сходящегося несобственного интеграла. Кратные несобственные интегралы от неотрицательных функций. Необходимые и достаточные условия сходимости кратных несобственных интегралов. Кратные несобственные интегралы от знакопеременных функций. Абсолютная сходимость кратных несобственных интегралов.

Тема 18. Криволинейные интегралы.

Гладкие кривые. Спрямляемость. Длина гладкой и кусочно-гладкой кривой. Криволинейные интегралы первого рода. Криволинейные интегралы второго рода. Потенциальные векторные поля. Условия потенциальности. Формула Грина и ее применение для вычисления площадей плоских фигур. Геометрический смысл якобиана отображения в двумерном случае.

Тема 19. Поверхностные интегралы.

Гладкие поверхности в трехмерном пространстве. Площадь гладкой и кусочно-гладкой поверхности. Поверхностные интегралы первого рода и их свойства. Поверхностные интегралы второго рода и их свойства.. Формула Гаусса-Остроградского. Ориентация поверхности гладкой и кусочно гладкой поверхности. Ориентация края. Формула Стокса.

Тема 20. Интегралы, зависящие от параметра.

Собственные интегралы, зависящие от параметра. Непрерывность, дифференцирование и интегрирование по параметру собственных интегралов, зависящих от параметра.. Равномерное стремление функции к пределу. Несобственные интегралы, зависящие от параметра. Равномерная сходимость. Признаки равномерной сходимости. Эйлеровы интегралы.

Тема 21. Последовательности и ряды функций.

Равномерная сходимость последовательности функций. Функциональные ряды. Область сходимости функционального ряда. Поточечная и равномерная сходимость функционального ряда. Критерий равномерной сходимости функционального ряда. Достаточные признаки равномерной сходимости функционального ряда. Свойства равномерно сходящихся рядов.

Тема 22. Степенные ряды.

Степенные ряды. Радиус сходимости степенного ряда. Формулы Коши-Адамара и Даламбера для радиуса сходимости степенного ряда. Почленное дифференцирование и интегрирование степенных рядов. Ряд Тейлора. Разложение в ряд Тейлора некоторых элементарных функций. Аналитические функции. Достаточные условия аналитичности.

Тема 23. Векторные пространства функций.

Нормированные пространства и их свойства. Примеры нормированных пространств. Полнота нормированного пространства. Банахово пространство. Унитарные пространства и их свойства. Полные и замкнутые ортонормированные системы векторов в унитарном пространстве. Примеры унитарных пространств. Полнота унитарного пространства. Гильбертово пространство.

Тема 24. Ряды и интегралы Фурье.

Ряд Фурье по ортонормированной системе. Ряды Фурье в унитарных пространствах. Неравенство Бесселя. Равенство Парсеваля. Тригонометрический ряд Фурье. Принцип локализации. Условия равномерной сходимости ряда Фурье. Дифференцирование и интегрирование ряда Фурье. Интеграл Фурье и его свойства. Формула обращения.

Тема 25. Элементы теории обобщенных функций.

Пространство основных функций. Пространство обобщенных функций. Сходимость в пространствах основных и обобщенных функций. Примеры обобщенных функций. Регулярные обобщенные функции. Дельта-функция Дирака. Сходимость обобщенных функций. Дифференцирование обобщенных функций. Преобразование Фурье обобщенных функций.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996н/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Кац Б.А. Материалы для подготовки к экзамену по математическому анализу - <http://old.kpfu.ru/f5/kats/method1.pdf>
Луговая Г.Д., Скворцова Г.Ш. Функции одной вещественной переменной - <http://kpfu.ru/docs/F1247874232/lim1.pdf>
Насыров С. Р. Производная и неопределенный интеграл - <http://kpfu.ru/docs/F950801586/Nasyrov.SR.Proizvodnaya.i.neopredelennyj.integral.pdf>
Насыров С.Р. Интеграл Римана на отрезке и его приложения - <http://kpfu.ru/docs/F2109211871/Nasyrov.SR.Integral.Rimana.na.otrezke.i.ego.prilozheniya.pdf>
Насыров С.Р. Введение в математический анализ - http://shelly.ksu.ru/e-ksu/docs/F280018070/ma_vvedenie.pdf
Шерстнев А.Н. Конспект лекций по математическому анализу - http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/21562/05_33_2009_000165.pdf

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Перед занятием студенты должны повторить материал предыдущих лекций, освежить в памяти основные понятия, прочитать соответствующий в учебниках и учебных пособиях. Особое внимание стоит уделить определениям, теоремам и прочим утверждениям, которые нужно хорошо осознать и уверенно ими оперировать. При необходимости можно также решать задачи и упражнения.
практические занятия	Студенты перед занятием должны повторить теоретический материал по своим конспектам лекций, учебникам и учебным пособиям. Следует выполнить домашнее задание и, в случае необходимости, решать дополнительные задачи. При возникновении затруднений следует обратиться к преподавателю с просьбой объяснить непонятные места.
самостоятельная работа	При самостоятельной работе следует использовать все имеющиеся средства: конспекты лекций, материалы практических занятий, учебники и учебные пособия, материалы, находящиеся в сети Интернет. Особое внимание следует уделять творческому освоению курса, способности решать самостоятельно практические задания, а также доказывать простые факты и теоремы.
экзамен	Студенту следует повторить все основные понятия курса, просмотреть решения всех задач, практических заданий. Основное внимание следует уделять определениям, формулировкам основных теорем и утверждений. Нельзя также повторять основные темы по курсу математического анализа, чтобы уверенно оперировать основными понятиями дифференциального и интегрального исчисления.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Специализированная лаборатория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.03.01 "Математика" и профилю подготовки "Математика в цифровой экономике".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.О.11 Математический анализ

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 01.03.01 - Математика

Профиль подготовки: Математика в цифровой экономике

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Основная литература:

1. Бесов, О. В. Лекции по математическому анализу : учебник / О. В. Бесов. - 4-е изд., испр. и доп. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2020. - 476 с. - ISBN 978-5-9221-1880-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/185564> (дата обращения: 23.03.2022).- Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Насыров С.Р. Интеграл Римана на отрезке и его приложения: учебное пособие / С.Р. Насыров. - Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2013. - 45 с. - Текст : электронный. - URL: <http://kpfu.ru/docs/F2109211871/Nasyrov.SR.Integral.Rimana.na.otrezke.i.ego.prilozheniya.pdf>(дата обращения: 23.03.2022).- Режим доступа: открытый.
3. Насыров С.Р. Производная и неопределенный интеграл: учебное пособие / С.Р.Насыров. - Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2013. - 68 с. - Текст : электронный. - URL: <http://kpfu.ru/docs/F950801586/Nasyrov.SR.Proizvodnaya.i.neopredelennyj.integral.pdf> (дата обращения: 23.03.2022).- Режим доступа: открытый.
- 4.Шерстнев А. Н. Конспект лекций по математическому анализу: учебное пособие / А. Н. Шерстнев . - 5-е изд. - Электр. дан. (1 файл: 2,66 Мб) . - Казань : Казанский государственный университет, 2009. - 374 с. - Текст : электронный. - URL: http://libweb.kpfu.ru/ebooks/05-IMM/05_33_2009_000165.pdf (дата обращения: 23.03.2022).- Режим доступа: открытый.
5. Луговая Г.Д. Неопределенный интеграл: учебное пособие/ Г.Д. Луговая, Г.Ш. Скворцова. - Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2013. - 46 с. - Текст : электронный. - URL: <http://kpfu.ru/docs/F348805300/Integraly.obsch.ispr.pdf> (дата обращения: 23.03.2022).- Режим доступа: открытый.
6. Луговая Г.Д. Функции одной вещественной переменной: учебное пособие/ Г.Д. Луговая, Г.Ш. Скворцова. - Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2012. - 85с. - Текст : электронный. - URL: <http://kpfu.ru/docs/F1247874232/lm1.pdf>(дата обращения: 23.03.2022).- Режим доступа: открытый.

Дополнительная литература:

- 1.Сборник задач по математическому анализу : учебное пособие / Л. Д. Кудрявцев, А. Д. Кутасов, В. И. Чехлов, М. И. Шабунин. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, [б. г.]. - Том 1 : Предел. Непрерывность. Дифференцируемость - 2010. - 496 с. - ISBN 978-5-9221-0306-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2226> (дата обращения: 23.03.2022).- Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Карташев, А. П. Математический анализ : учебное пособие / А. П. Карташев, Б. Л. Рождественский. - 2-е изд. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 448 с. - ISBN 978-5-8114-0700-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210116> (дата обращения: 23.03.2022).- Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Горлач, Б. А. Математический анализ : учебное пособие / Б. А. Горлач. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 608 с. - ISBN 978-5-8114-1428-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/211079> (дата обращения: 23.03.2022).- Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Материалы для подготовки к экзамену по математическому анализу. Механико-математический факультет: задачи на доказательство. - I семестр : учебно-методическое пособие / Казан. гос. ун-т, Мех.-мат. фак. ; сост. Б. А. Кац. - Электронные данные (1 файл: 0,1 Мб) . - (Казань : Казанский государственный университет, 2010) .- Загл. с экрана.- Для 1-го семестра . Текст : электронный. - URL: http://libweb.kpfu.ru/ebooks/05-IMM/05_33_2010_00005.4.pdf (дата обращения: 23.03.2022).- Режим доступа: открытый.

5. Материалы для подготовки к экзамену по математическому анализу. Механико-математический факультет: задачи на доказательство. - II семестр : учебно-методическое пособие / Казан. гос. ун-т, Мех.-мат. фак. ; сост. Б. А. Кац.- Электронные данные (1 файл: 0,1 Мб). - (Казань : Казанский государственный университет, 2010). - Загл. с экрана. - Для 2-го семестра. - Текст : электронный. - URL: http://libweb.kpfu.ru/ebooks/05-IMM/05_33_2010_00005.5.pdf (дата обращения: 23.03.2022).- Режим доступа: открытый.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.О.11 Математический анализ

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая
перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 01.03.01 - Математика

Профиль подготовки: Математика в цифровой экономике

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.