

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт искусственного интеллекта, робототехники и системной инженерии



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Турилова Е.А.
2023 г.



Программа дисциплины
Математический анализ

Направление подготовки: 15.03.06 - Мехатроника и робототехника
Профиль подготовки: Робототехника и искусственный интеллект
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2024

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: старший преподаватель, к.н. Калачева Н.В. (Кафедра общей математики, отделение математики), nvkacheva@gmail.com

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
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать принципы и методы осуществления поиска, анализа и синтеза информации.

Должен уметь применять принципы и методы системного подхода для решения поставленных задач, осуществлять поиск и анализ информации.

Должен владеть практическими навыками работы с информационными источниками, опытом осуществления научного поиска, написания научных текстов, навыком анализа имеющейся информации.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.11 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 15.03.06 Мехатроника и робототехника, направленность (профиль) «Робототехника и искусственный интеллект» и относится к обязательной части ОПОП ВО.

Осваивается на 2, 3 курсах в 3,4,5,6 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 - 312 часа(ов), в том числе лекции - 168 часа(ов), практические занятия - 144 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы – 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 417 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 63 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 3 семестре; зачет в 4 семестре; зачет в 5 семестре; экзамен в 6 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)	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)					Самостоятельная работа
			Лекции, всего	В т. ч. лекции в электронной форме	Практические занятия, всего	В т. ч. практические занятия в электронной форме	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Предел последовательности.	3	6	0	5	0	0	15
2.	Тема 2. Предел функции	3	7	0	4	0	0	15

N	Разделы дисциплины (модуля)	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)					Самостоятельная работа
			Лекции, всего	В т. ч. лекции в электронной форме	Практические занятия, всего	В т. ч. практические занятия в электронной форме	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Непрерывность функции	3	6	0	6	0	0	16
4.	Тема 4. Производная функции.	3	6	0	5	0	0	16
5.	Тема 5. Дифференциал функции. Производные и дифференциалы высших порядков.	3	8	0	7	0	0	15
6.	Тема 6. Основные теоремы дифференциального исчисления. Правило Лопитала.	6	4	0	4	0	0	20
7.	Тема 7. Применение дифференциального исчисления для исследования функций.	6	8	0	8	0	0	17
8.	Тема 8. Применение дифференциального исчисления в экономических исследованиях.	4	9	0	8	0	0	18
9.	Тема 9. Функции многих переменных.	4	8	0	6	0	0	20
10.	Тема 10. Экстремумы функций многих переменных.	4	10	0	6	0	0	20
11.	Тема 11. Неопределенный интеграл. Методы интегрирования.	4	10	0	8	0	0	20
12.	Тема 12. Определенный интеграл.	4	8	0	6	0	0	20
13.	Тема 13. Определитель квадратной матрицы	4	4	0	4	0	0	20
14.	Тема 14. Матрицы	5	5	0	5	0	0	18
15.	Тема 15. Системы n линейных уравнений с n неизвестными.	5	9	0	8	0	0	16
16.	Тема 16. Ранг матрицы.	5	4	0	9	0	0	16
17.	Тема 17. Элементы векторной алгебры.	5	6	0	6	0	0	16
18.	Тема 18. Линейное n -мерное векторное пространство.	5	6	0	6	0	0	20
19.	Тема 19. Собственные значения и собственные векторы.	5	8	0	6	0	0	20
20.	Тема 20. Квадратичные формы.	6	8	0	6	0	0	15
21.	Тема 21. Произвольные системы m линейных уравнений с n неизвестными.	6	6	0	4	0	0	14
22.	Тема 22. Неотрицательные решения системы линейных алгебраических уравнений.	6	6	0	4	0	0	16
23.	Тема 23. Элементы аналитической геометрии на плоскости.	6	6	0	6	0	0	14
24.	Тема 24. Элементы аналитической геометрии в пространстве.	6	8	8	7	0	0	20
	Итого	3456	168	0	144	0	0	417

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Предел последовательности.

Числовые последовательности, как функции натурального аргумента. Способы задания последовательностей. Ограниченные и монотонные последовательности. Понятие предела числовой последовательности, его геометрический смысл. Теорема о единственности предела. Необходимый признак сходимости последовательности. Достаточное условие существования предела. Арифметические операции над пределами. Достаточный признак сходимости последовательности. Число e , натуральные логарифмы.

Тема 2. Предел функции

Понятие функции. Свойства. Сложная функция. Обратная функция. Производственные функции. Предел функции одной переменной в точке. Односторонние пределы функции в точке. Предел функции на бесконечности. Теоремы о функциях, имеющих предел в точке. Бесконечно малые и бесконечно большие функции, теорема о связи между ними. Сравнение бесконечно малых функций. Виды неопределенностей при вычислении пределов. Первый и второй замечательные пределы.

Тема 3. Непрерывность функции

Непрерывность функции в точке, в интервале, на отрезке. Свойства непрерывных функций в точке. Непрерывность элементарных функций. Приращение аргумента и приращение функции. Непрерывность сложной функции. Точки разрыва и их классификация. Асимптоты кривых. Глобальные свойства непрерывных функций (с графической иллюстрацией).

Тема 4. Производная функции.

Производная функции, ее физический, геометрический и экономический смысл. Уравнения касательной и нормали к кривой. Непрерывность дифференцируемой функции. Случаи недифференцируемости непрерывных функций. Правила дифференцирования. Производные элементарных функций. Производные сложной, обратной, неявной функции. Метод логарифмического дифференцирования.

Тема 5. Дифференциал функции. Производные и дифференциалы высших порядков.

Дифференциал функции. Геометрический смысл дифференциала. Дифференциал постоянной, суммы, произведения, частного. Инвариантность формы дифференциала первого порядка. Применение дифференциала к приближенным вычислениям. Производные высших порядков. Формула Лейбница. Дифференциалы высших порядков.

Тема 6. Основные теоремы дифференциального исчисления. Правило Лопиталья.

Основные теоремы о дифференцируемых функциях: теорема Ферма, теорема Ролля, теорема Лагранжа, теорема Коши и их геометрическая интерпретация. Правило Лопиталья. Использование правила Лопиталья при раскрытии неопределенностей вида $(0/0)$, (бесконечность / бесконечность) и других видов. Теорема о многократном применении правила Лопиталья.

Тема 7. Применение дифференциального исчисления для исследования функций.

Исследование функций при помощи производных: некоторые теоремы о дифференцируемых функциях. Возрастание и убывание, экстремумы функций. Выпуклость и вогнутость кривых, точки перегиба. Асимптоты графика функции. Схема полного исследования функции и построение ее графика. Темпы изменения функций. Наибольшее и наименьшее значения функции на отрезке.

Тема 8. Применение дифференциального исчисления в экономических исследованиях.

Функции, применяемые в экономике: спрос, предложение, полная выручка, полные издержки, предельные и средние издержки, прибыль. Экономически обусловленная область определения. Эластичность функции и ее свойства. Исследование динамики производственных функций. Условия достижения максимальной прибыли.

Тема 9. Функции многих переменных.

Плоские точечные множества. Понятие функции двух переменных и функции нескольких переменных. Область определения, график функции двух переменных. Предел и непрерывность функции нескольких переменных; функции двух переменных. Частные производные и полные дифференциалы первого и второго порядков функций нескольких переменных. Касательная плоскость и нормаль к поверхности.

Тема 10. Экстремумы функций многих переменных.

Определение локального экстремума. Понятие безусловного экстремума функции двух переменных. Необходимое условие существования экстремума; достаточное условие существования экстремума. Понятие условного экстремума функции двух переменных. Функция Лагранжа. Наибольшее и наименьшее значение функции в замкнутой области.

Тема 11. Неопределенный интеграл. Методы интегрирования.

Первообразная функция и ее свойства. Неопределенный интеграл: понятие неопределенного интеграла; свойства неопределенного интеграла; таблица основных неопределенных интегралов. Основные методы интегрирования: метод непосредственного интегрирования; метод интегрирования подстановкой (заменой переменной); метод интегрирования по частям.

Тема 12. Определенный интеграл.

Определенный интеграл, как предел интегральной суммы. Основные свойства определенного интеграла.

Формула Ньютона - Лейбница. Замена переменной и интегрирование по частям в определенном интеграле. Площадь криволинейной трапеции. Вычисление площадей криволинейных фигур с помощью определенного интеграла.

Тема 13. Определитель квадратной матрицы.

Определители второго, третьего порядков. Понятие минора и алгебраического дополнения. Свойства определителей. Определитель n -го порядка. Методы вычисления определителей n -го порядка: разложение определителя по элементам строки или столбца, метод понижения порядка, приведение к треугольному виду.

Тема 14. Матрицы.

Виды матриц. Действия над матрицами. Свойства. Элементарные преобразования матриц. Эквивалентные матрицы. Приведение матрицы к треугольному (ступенчатому/трапецевидному виду). Обратная матрица. Теорема о существовании обратной матрицы. Алгоритм нахождения обратной матрицы. Решение матричных уравнений.

Тема 15. Системы n линейных уравнений с n неизвестными.

Системы n линейных уравнений с n неизвестными. Основные понятия. Однородная и неоднородная системы. Запись системы линейных алгебраических уравнений в матричной форме. Методы решения системы линейных алгебраических уравнений: метод Крамера, метод Гаусса, метод обратной матрицы (матричный метод).

Тема 16. Ранг матрицы.

Ранг матрицы и его свойства. Элементарные преобразования, не изменяющие ранга матрицы. Вычисление ранга матрицы методом элементарных преобразований. Эквивалентные матрицы. Теорема о ранге ступенчатой матрицы. Вычисление ранга матрицы методом окаймления. Понятие базисного минора матрицы и его свойства.

Тема 17. Элементы векторной алгебры.

Понятие вектора. Линейные операции над векторами, свойства этих операций. Скалярное произведение векторов и его свойства.

Векторное произведение векторов и его свойства. Смешанное произведение векторов и его свойства. Геометрический смысл векторного и смешанного произведений. Условия ортогональности и коллинеарности векторов.

Тема 18. Линейные n -мерные векторное пространство.

Векторы в n -мерном пространстве и действия над ними. Линейная зависимость векторов n -мерного пространства. Ранг системы векторов. Теорема о связи ранга матрицы с рангом системы векторов. Размерность пространства. Базис n -мерного векторного пространства. Координаты вектора в данном базисе. Преобразование координат векторов при замене базиса.

Тема 19. Собственные значения и собственные векторы.

Собственные значения матрицы. Собственные векторы линейных операторов и их свойства. Характеристическое уравнение. Вычисление собственных значений и собственных векторов матрицы. Пример применения собственных векторов и собственных значений матрицы в экономике (математическая модель международной торговли). Теорема о бездефицитной торговле.

Тема 20. Квадратичные формы.

Понятие квадратичной формы. Симметричная матрица коэффициентов квадратичной формы, ее главные миноры. Положительно и отрицательно определенные квадратичные формы. Законечноопределенные квадратичные формы. Критерий Сильвестра. Исследование знакоопределенности квадратичных форм с помощью критерия Сильвестра.

Тема 21. Произвольные системы m линейных уравнений с n неизвестными.

Теорема Кронекера-Капелли. Правило решения произвольной системы линейных алгебраических уравнений с любым количеством неизвестных. Использование базисного минора матрицы коэффициентов при переменных для выбора зависимых и свободных переменных. Метод Жордана-Гаусса. Переход от одного базисного решения к другому.

Тема 22. Неотрицательные решения системы линейных алгебраических уравнений. Неотрицательные решения системы линейных алгебраических уравнений.

Понятия опорного и допустимого решений систем линейных уравнений. Симплексные преобразования. Правило выбора разрешающей строки. Правило выбора разрешающего столбца. Переход от одного опорного решения к другому. Пример экономической задачи, сводящейся к системе линейных уравнений.

Тема 23. Элементы аналитической геометрии на плоскости.

Уравнение прямой, проходящей через данную точку в данном направлении. Уравнение прямой с угловым коэффициентом. Уравнение прямой, проходящей через две точки. Уравнение прямой в отрезках. Угол между двумя прямыми. Условия параллельности и перпендикулярности двух прямых. Взаимное расположение двух

прямых. Расстояние от точки до прямой.

Тема 24. Элементы аналитической геометрии в пространстве.

Плоскость. Виды уравнения плоскости. Взаимное расположение плоскостей. Прямая линия в пространстве. Виды уравнений прямой. Взаимное расположение прямых в пространстве. Взаимное расположение прямой и плоскости. Угол между прямой и плоскостью. Условия параллельности и перпендикулярности прямой и плоскости. Расстояние от точки до плоскости.

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 №14-55-996ин/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. Неплохо также повторить 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 15.03.06 Мехатроника и робототехника, направленность (профиль) «Робототехника и искусственный интеллект».

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт искусственного интеллекта, робототехники и системной инженерии

**Фонд оценочных средств дисциплины
Математический анализ**

Направление подготовки: 15.03.06 Мехатроника и робототехника
Профиль подготовки: Робототехника и искусственный интеллект
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2024

СОДЕРЖАНИЕ

1. СООТВЕТСТВИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ ПЛАНИРУЕМЫМ РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ
3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОЦЕНОК ЗА ФОРМЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНУЮ АТТЕСТАЦИЮ
4. Оценочные средства, порядок их применения и критерии оценивания
 - 4.1. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ
 - 4.1.1. Контрольная работа 1
 - 4.1.1.1. Порядок проведения и процедура оценивания
 - 4.1.1.2. Критерии оценивания
 - 4.1.1.3. Содержание оценочного средства
 - 4.1.2. Контрольная работа 2
 - 4.1.2.1. Порядок проведения и процедура оценивания
 - 4.1.2.2. Критерии оценивания
 - 4.1.2.3. Содержание оценочного средства
 - 4.1.3. Тестирование
 - 4.1.3.1. Порядок проведения и процедура оценивания
 - 4.1.3.2. Критерии оценивания
 - 4.1.3.3. Содержание оценочного средства
 - 4.1.4. Письменное домашнее задание
 - 4.1.4.1. Порядок проведения и процедура оценивания
 - 4.1.4.2. Критерии оценивания
 - 4.1.4.3. Содержание оценочного средства
 - 4.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
 - 4.2.1. Зачет
 - 4.2.1.1. Порядок проведения и процедура оценивания
 - 4.2.1.2. Критерии оценивания
 - 4.2.1.3. Оценочные средства
 - 4.2.2. Экзамен
 - 4.2.2.1. Порядок проведения и процедура оценивания
 - 4.2.2.2. Критерии оценивания
 - 4.2.2.3. Оценочные средства

1. СООТВЕТСТВИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ ПЛАНИРУЕМЫМ РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ И КРИТЕРИЯМ ИХ ОЦЕНИВАНИЯ

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<p>Знать принципы и методы осуществления поиска, анализа и синтеза информации</p> <p>Уметь применять принципы и методы системного подхода для решения поставленных задач, осуществлять поиск и анализ информации</p> <p>Владеть практическими навыками работы с информационными источниками, опытом осуществления научного поиска, написания научных текстов, навыком анализа имеющейся информации</p>	<p>Текущий контроль: Контрольная работа 1 Контрольная работа 2 Тестирование Письменное домашнее задание</p> <p>Промежуточная аттестация: Зачет Экзамен</p>

2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Компетенция				
	Высокий уровень (отлично) (86-100 баллов)	Средний уровень (хорошо) (71-85 баллов)	Низкий уровень (удовлетворительно) (56-70 баллов)	Ниже порогового уровня (неудовлетворительно) (0-55 баллов)
УК-1	Знает методы систематизации и структурирования информации; технологии синтеза информации и создания новых идей; имеет представление об особенностях системного подхода для решения, поставленных задач.	Знает основные приемы критического мышления и умение отличать факты от мнений.	Знает принципы и методы осуществления поиска, анализа и синтеза информации.	Не знает принципы и методы осуществления поиска, анализа и синтеза информации.
	Умеет аргументированно формировать собственное суждение и оценку информации; прогнозировать возможные последствия выбранных способов решения поставленных задач; анализировать различные варианты решения задачи, оценивать их преимущества и риски; систематизировать и структурировать информацию, представлять ее в удобном для использования виде; синтезировать	Умеет использовать системный подход к решению сложных проблем, разбивая их на более мелкие задачи; осуществлять критический анализ источников информации; систематично и аргументированно оценивать информацию	Умеет эффективно искать, собирать и анализировать информацию; критически оценивать и интерпретировать данные, отличать факты от предположений	Не умеет эффективно искать, собирать и анализировать информацию; критически оценивать и интерпретировать данные, отличать факты от предположений

информацию, объединять различные идеи и подходы для создания новых решений; работать с большими объемами данных, анализировать сложные проблемы и находить оптимальные решения			
Владеет навыками определения практических последствий предложенного варианта решения задачи; навыком аргументированно го изложения собственного суждения; навыками выбора оптимальных способов решения задач, исходя из заданных условий; готовностью к постоянному обучению и самосовершенствованию в области поиска, анализа и синтеза информации, а также системного подхода к решению различных задач.	Владеет навыком качественного анализа сложившегося в науке подхода к оценке информации; навыком формирования собственного суждения на основе критической оценки и анализа имеющейся информации; умением работать с большими объемами информации, анализировать сложные данные и выявлять закономерности.	Владеет навыками сопоставления информации из разных источников для выявления их противоречий и поиска достоверных данных; навыком критического анализа и синтеза имеющейся информации.	Не владеет навыками сопоставления информации из разных источников для выявления их противоречий и поиска достоверных данных; навыком критического анализа и синтеза имеющейся информации.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОЦЕНОК ЗА ФОРМЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНУЮ АТТЕСТАЦИЮ

Текущий контроль:

В 3,4,5 семестрах контрольная работа 1–20 баллов, контрольная работа 2–20 баллов, тестирование– 10 баллов.

Итого: 50 баллов.

Зачет: 50 баллов.

Общее количество баллов по дисциплине за текущий контроль и промежуточную аттестацию:

50+50=100 баллов.

Соответствие баллов и оценок:

Для зачета:

56-100 – зачтено

0-55 – не зачтено

В 6 семестре контрольная работа 1–20 баллов, контрольная работа 2–20 баллов, письменная контрольная работа – 10 баллов.

Итого: 50 баллов.

Экзамен: 50 баллов.

Общее количество баллов по дисциплине за текущий контроль и промежуточную аттестацию:

50+50=100 баллов.

Соответствие баллов и оценок:

Для экзамена:

- 86-100 – отлично
- 71-85 – хорошо
- 56-70 – удовлетворительно
- 0-55 – неудовлетворительно

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА, ПОРЯДОК ИХ ПРИМЕНЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

4.1. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

4.1.1. Контрольная работа 1

4.1.1.1. Порядок проведения

Письменная работа проводится в часы аудиторной работы. Время выполнения - 2 часа. В билете 5 заданий, оцениваются каждый по 4 балла.

Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.

Темы контрольной работы

Тема 1. Понятие функции. Действительные числа.

Тема 2. Предел числовой последовательности.

Тема 3. Предел функции в точке.

Тема 4. Непрерывность. Непрерывность функций.

4.1.1.2. Критерии оценивания

Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- уверенно справился с заданиями.

Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- решил основные все основные задания, но допустил некоторые неточности в решении.

Баллы в интервале 56-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- допустил отдельные серьезные неточности, но принципиально справился частично или полностью с основными заданиями.

Баллы в интервале 0-55% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- не решил большинство заданий, допустил грубые ошибки, свидетельствующие о слабой подготовке.

4.1.1.3. Содержание оценочного средства

Вариант билета.

Типовой билет

Найти пределы функций:

1.
$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sqrt{x+9} - \sqrt[3]{x+27}}{\sqrt{x+16} - 2}$$

2.
$$\lim_{x \rightarrow \infty} x^2 \left[\cos \frac{2}{x} - \cos \frac{5}{x} \right]$$

3.
$$\lim_{x \rightarrow \pi/2} (\operatorname{tg} x)^{\operatorname{tg}^2 x}$$

4.
$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^{3x^2} - \cos 2x}{\operatorname{tg}^2 2x}$$

5.
$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\ln \cos 3x}{\sin^3 x}$$

4.1.2. Контрольная работа 2

4.1.2.1. Порядок проведения

Письменная работа проводится в часы аудиторной работы. Время выполнения - 2 часа. В билете 5 заданий, оцениваются каждый по 4 балла.

Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.

Темы контрольной работы
Тема 5. Дифференцирование.
Тема 6. Приложения понятия производной.
Тема 7. Исследование функций с помощью производной

4.1.2.2. Критерии оценивания

Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- уверенно справился с заданиями.

Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- решил основные все основные задания, но допустил некоторые неточности в решении.

Баллы в интервале 56-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- допустил отдельные серьезные неточности, но принципиально справился частично или полностью с основными заданиями.

Баллы в интервале 0-55% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- не решил большинство заданий, допустил грубые ошибки, свидетельствующие о слабой подготовке.

4.1.2.3. Содержание оценочного средства

Вариант билета.

Типовой билет

Найти пределы функций:

1. $\lim_{x \rightarrow 0} (\operatorname{ctg} x)^{\operatorname{tg} x}$

2. $\lim_{x \rightarrow 0+} \frac{\ln(1-\cos 2x)}{\ln \sin x}$

3. Написать разложение по степеням x с остатком $o(x^4)$ для функции

$$f(x) = \frac{x+1}{\sqrt{1-3x}}.$$

4. Построить эскиз графика функции (с исследованием) $y = \frac{x}{(1+x^2)^2}$.

4.1.3. Тестирование

4.1.3.1. Порядок проведения

Тестирование проводится в часы аудиторной работы. Время выполнения - 15 минут. В билете 2 заданий, оцениваются каждый по 5 баллов.

Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.

Тема тестирования
Тема 5. Дифференцирование.

4.1.3.2. Критерии оценивания

Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- уверенно справился с заданиями.

Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- решил основные все основные задания, но допустил некоторые неточности в решении.

Баллы в интервале 56-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- допустил отдельные серьезные неточности, но принципиально справился частично или полностью с основными заданиями.

Баллы в интервале 0-55% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- не решил большинство заданий, допустил грубые ошибки, свидетельствующие о слабой подготовке.

4.1.3.3. Содержание оценочного средства

Типовой билет

1. Продифференцировать функцию

$$f(x) = \operatorname{arccotg} \frac{x^5 + 1}{x^2 + 1} + \sin \frac{1}{\log_2 \operatorname{ctg}^5 x}.$$

2. Продифференцировать функцию

$$f(x) = [\arcsin(\ln^2 3x)]^{1/\arccos x}.$$

4.1.4. Письменное домашнее задание

4.1.4.1. Порядок проведения

Письменное домашнее задание выдается сроком на 7 дней. В билете 3 задания, оцениваются в 6, 6 и 7 баллов.

Работа выполняется в письменном виде и сдается преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.

Темы контрольной работы

Тема 8. Первообразная и неопределенный интеграл.

4.1.4.2. Критерии оценивания

Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- уверенно справился с заданиями.

Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- решил основные все основные задания, но допустил некоторые неточности в решении.

Баллы в интервале 56-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- допустил отдельные серьезные неточности, но принципиально справился частично или полностью с основными заданиями.

Баллы в интервале 0-55% от максимальных ставятся, если обучающийся:

- не решил большинство заданий, допустил грубые ошибки, свидетельствующие о слабой подготовке.

4.1.4.3. Содержание оценочного средства Вариант задания.

Типовой билет

Вычислить неопределенные интегралы:

1. $\int \frac{(x^2 + 2x)dx}{2x^3 - x + 3}$

2. $\int \frac{(2x^4 + x^2 + 1)dx}{(x^2 + 1)^2(x^2 + 2)^2}$

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

4.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.2.1. ЗАЧЕТ

4.2.1.1. Порядок проведения

Если студент по результатам текущего контроля в семестре набирает менее 36 баллов, ему предлагается решить 2 типовые задачи из числа предлагаемых на контрольных работах. Студент, продемонстрировавший умение решать типовые задачи берет билет с двумя вопросами. На подготовку к ответу дается 40 минут. Студент может делать записи при подготовке к ответу и пользоваться ими при ответе. Преподаватель выслушивает устный ответ студента по обоим вопросам, задает уточняющие вопросы.

4.2.1.2. Критерии оценивания.

Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся, если обучающийся:

свободно владеет основными понятиями, дает полные ответы на вопросы, указывает верные способы решения нестандартных задач.

Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающийся:

владеет основными понятиями, дает ответы на вопросы, допуская отдельные погрешности и неточности, умеет решать типовые задачи.

Баллы в интервале 56-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:

в целом, владеет основными понятиями, допуская серьезные неточности в формулировках, решает лишь простейшие типовые задачи.

Баллы в интервале 0-55% от максимальных ставятся, если обучающийся:

не дает правильных ответов на вопросы, показывает слабое владение основными понятиями, не умеет решать типовые задачи.

4.2.1.3. Оценочные средства

Вопросы к зачету:

Тема 1. Понятие функции. Действительные числа. Аксиоматическое определение поля действительных чисел. Понятие функции. Суперпозиция функций, обратная функция. Монотонные функции.

Элементарные функции. Построение графиков функций.

Тема 2. Предел числовой последовательности. Понятие числовой последовательности. Предел последовательности. Критерий Коши существования предела. Арифметические свойства. Монотонные последовательности. Теорема о существовании предела монотонной ограниченной последовательности. Подпоследовательности. Теорема Больцано-Вейерштрасса.

Тема 3. Предел и непрерывность функций. Определение предела функции. Критерий Коши существования предела. Арифметические свойства. Замечательные пределы. Понятие непрерывности функции. Понятие равномерной непрерывности. Свойства функций, непрерывных на отрезке. Вычисление пределов функций.

Тема 4. Дифференцирование. Понятие дифференцируемости функции в точке. Понятие производной и дифференциала. Таблица производных элементарных функций. Основные теоремы дифференциального исчисления (Ролля, Лагранжа, Коши). Производная обратной функции. Техника дифференцирования. Производная обратной функции. Производная функции, заданной параметрически.

Тема 5. Приложения понятия производной. Правило Лопиталю. Формула Тейлора. Касательная к кривой. Понятие локального экстремума. Локальный экстремум. Отыскание наибольшего и наименьшего значения функции.

Тема 6. Исследование функций с помощью производной. Монотонность функции. Локальный экстремум. Выпуклость функции, точки перегиба. Исследование функций и построение графиков.

4.2.2. ЭКЗАМЕН

4.2.2.1. Порядок проведения

Если студент по результатам текущего контроля в семестре набирает менее 36 баллов, ему предлагается решить 2 типовые задачи из числа предлагаемых на контрольных работах. Студент, продемонстрировавший умение решать типовые задачи берет билет с двумя вопросами. На подготовку к ответу дается 40 минут. Студент может делать записи при подготовке к ответу и пользоваться ими при ответе. Преподаватель выслушивает устный ответ студента по обоим вопросам, задает уточняющие вопросы.

4.2.2.2. Критерии оценивания.

Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся, если обучающийся:

свободно владеет основными понятиями, дает полные ответы на вопросы, указывает верные способы решения нестандартных задач.

Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающийся:

владеет основными понятиями, дает ответы на вопросы, допуская отдельные погрешности и неточности, умеет решать типовые задачи.

Баллы в интервале 56-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:

в целом, владеет основными понятиями, допуская серьезные неточности в формулировках, решает лишь простейшие типовые задачи.

Баллы в интервале 0-55% от максимальных ставятся, если обучающийся:

не дает правильных ответов на вопросы, показывает слабое владение основными понятиями, не умеет решать типовые задачи.

4.2.2.3. Оценочные средства

Вопросы к экзамену:

Тема 7. Первообразная и неопределенный интеграл. Понятие первообразной и неопределенного интеграла. Таблица первообразных. Методы интегрирования. Методы интегрирования.

Тема 8. 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 существовании первообразной у непрерывной функции. Суммы Дарбу и интегралы Дарбу. Критерий Дарбу интегрируемости функции по Риману. Теорема Лебега.

Вычисление определенного интеграла. Геометрические приложения интеграла Римана (вычисление площадей, объемов, длин дуг).

Тема 9. Отображения в евклидовых пространствах. Линейные отображения.

Евклидовы пространства. Топология евклидова пространства (предельные точки, точки прикосновения, открытые 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. Открытые и замкнутые шары, предельные точки, точки прикосновения, изолированные точки, открытые и замкнутые множества. Функции многих переменных. Двойные и повторные пределы. Непрерывность.

Тема 10. Дифференцирование отображений. Понятие дифференцируемости отображения. Касательное отображение. Связь дифференцируемости и непрерывности. Дифференцирование суперпозиции. Частные производные. Матрица Якоби. Условия дифференцируемости отображений. Оценочная формула Лагранжа. Формула Тейлора. Частные производные. Дифференцирование сложных и неявных функций. Формула Тейлора.

Тема 11. Локальный экстремум функции. Теорема о существовании неявной функции.

Метод Лагранжа. Локальный экстремум. Локальный относительный экстремум. Метод Лагранжа. Теорема о существовании неявной функции. Исследование функций многих переменных на локальный экстремум. Метод Лагранжа.

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Профиль подготовки: Робототехника и искусственный интеллект

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

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: 23.09.2023).- 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: 23.09.2023).- 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: 23.09.2023).- 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: 23.09.2023).- 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: 23.09.2023).- 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/lim1.pdf>(дата обращения: 23.09.2023).- 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: 23.09.2023).- 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: 23.09.2023).- 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: 23.09.2023).- 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: 23.09.2023).- 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-ИММ/05_33_2010_00005.5.pdf (дата обращения: 23.09.2023).- Режим доступа: открытый.

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

Профиль подготовки: Робототехника и искусственный интеллект

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

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.