

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

_____ Д.А. Таюрский

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Математический анализ

Направление подготовки: 15.03.03 - Прикладная механика

Профиль подготовки: Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

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): профессор, д.н. (доцент) Широкова Е.А. (Кафедра математического анализа, отделение математики), Elena.Shirokova@kpfu.ru

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
ОК-7	способностью к самоорганизации и самообразованию
ОПК-3	способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основные понятия и результаты по математическому анализу (пределы последовательностей и функций, непрерывность функции, дифференцируемость функции, производные первого и высших порядков, функции векторного аргумента, дифференциалы, приложения дифференциального исчисления к исследованию функций, интегрирование, интеграл Римана по отрезку, приложения интеграла, несобственные интегралы, числовые и степенные ряды, ряды Фурье, кратные интегралы, криволинейные и поверхностные интегралы, элементы теории поля.

Должен уметь:

Уметь раскрывать неопределенности. Уметь вычислять и применять для решения геометрических и механических задач производные и интегралы. Уметь применять приближение функций как в окрестности точки, так и на отрезке. Уметь представлять функции в виде рядов. Уметь применять формулы Грина, Стокса и Гаусса-Остроградского.

Должен владеть:

приемами вычисления пределов, производных и интегралов, методами исследования функций, методами анализа вопросов сходимости рядов, методами вычисления кратных, криволинейных и поверхностных интегралов.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- применять приемы и методы математического анализа для исследования механических процессов,
- изучать новые приемы и методы на основе классических методов математического анализа,
- применять информационные технологии на базе определений и методов математического анализа.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.Б.20 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 15.03.03 "Прикладная механика (Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры)". Осваивается на 1 курсе в 1, 2 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 12 зачетных(ые) единиц(ы) на 432 часа(ов).

Контактная работа - 218 часа(ов), в том числе лекции - 72 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 144 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 2 часа(ов).

Самостоятельная работа - 142 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 1 семестре; экзамен во 2 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-местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само-стоя-тельная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи-ческие занятия, всего	Практи-ческие в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Пределы последовательностей и функций.	1	8	0	0	0	12	0	15
2.	Тема 2. Производная и дифференциал функции. Применение производной к исследованию функций.	1	10	0	0	0	24	0	20
3.	Тема 3. Частная производная и дифференциал функции нескольких переменных. Применение дифференциального исчисления к исследованию функций нескольких переменных.	1	10	0	0	0	24	0	26
4.	Тема 4. Первообразные. Неопределенные интеграл. Первообразные. неопределенный интеграл	1	8	0	0	0	12	0	10
5.	Тема 5. Интеграл Римана. Геометрические и физические приложения интеграла Римана. Несобственный интеграл.	2	6	0	0	0	12	0	15
6.	Тема 6. Числовые и функциональные ряды. Равномерная сходимость функционального ряда. Степенные ряды.	2	6	0	0	0	12	0	8
7.	Тема 7. Кратные интегралы	2	6	0	0	0	12	0	10
8.	Тема 8. Криволинейные интегралы	2	2	0	0	0	12	0	8
9.	Тема 9. Поверхностные интегралы	2	6	0	0	0	12	0	14
10.	Тема 10. Элементы теории поля	2	4	0	0	0	6	0	8
11.	Тема 11. Теория Фурье	2	6	0	0	0	6	0	8
	Итого		72	0	0	0	144	0	142

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Пределы последовательностей и функций.

Пределы последовательностей. Арифметические свойства. Предел последовательности и его единственность. Теорема о сходимости ограниченной монотонной последовательности. Лемма о вложенных отрезках, лемма о конечном покрытии отрезка интервалами. Критерий Коши сходимости последовательности. Свойства предела функции, четыре замечательных эквивалентности.

Тема 2. Производная и дифференциал функции. Применение производной к исследованию функций.

Геометрический смысл производной и дифференциала. Арифметические свойства и производная от обратной функции. Теоремы Ролля, Коши и Лагранжа. Приложения: правило Лопиталья и формула Тейлора. Необходимый и достаточный признаки локального экстремума. Исследование выпуклости функции с помощью второй производной. Точки перегиба функции.

Тема 3. Частная производная и дифференциал функции нескольких переменных. Применение дифференциального исчисления к исследованию функций нескольких переменных.

Частная производная и дифференциал функции нескольких переменных. Условие дифференцируемости функции в точке. Дифференцируемость вектор-функции. Матрица Якоби, якобиан. Производные по направлению и градиент. Производные неявно заданных функций одной и нескольких переменных.

Производные и дифференциалы высших порядков. Необходимое условие локального экстремума, достаточное условие локального экстремума. Условный экстремум. Метод Лагранжа.

Тема 4. Первообразные. Неопределенные интеграл. Первообразные. неопределенный интеграл

Определение первообразной. Множество первообразных. Таблица интегралов. Приемы интегрирования: разложение, замена переменной, интегрирование по частям. Интегрирование рациональных дробей. рациональные дроби от тригонометрических функций. Универсальная тригонометрическая подстановка. интегрирование иррациональностей.

Тема 5. Интеграл Римана. Геометрические и физические приложения интеграла Римана. Несобственный интеграл.

Определение интеграла Римана. Необходимое условие интегрируемости функции на отрезке. Достаточное условие интегрируемости функции на отрезке в терминах колебаний. Свойства интеграла Римана и функций, интегрируемых на отрезке. Теорема о среднем. Геометрические приложения. Физические приложения интеграла Римана. несобственные интегралы.

Тема 6. Числовые и функциональные ряды. Равномерная сходимость функционального ряда. Степенные ряды.

Числовые и функциональные ряды. Общие свойства сходящихся числовых рядов. Достаточные признаки сходимости положительных числовых рядов (признаки Даламбера, Раабе, Коши и Гаусса). Критерий Коши сходимости ряда. Абсолютная и условная сходимость. Признаки Лейбница, Абеля и Дирихле. Сочетательное и переместительное свойства сходящихся рядов. Теорема Римана о перестановке условно сходящегося ряда. Признаки равномерной сходимости функционального ряда: Вейерштрасса, Абеля, Дирихле. Свойства сумм функциональных рядов: непрерывность, интегрируемость, дифференцируемость, возможность предельного перехода. Степенные ряды. Теорема Абеля. Функциональные свойства суммы ряда. Ряд Тейлора.

Тема 7. Кратные интегралы

Определение двойного интеграла. Простейшие свойства двойного интеграла. Сведение двойного интеграла к повторному. Замена переменных. Определение тройного интеграла. Простейшие свойства тройного интеграла. Сведение тройного интеграла к повторному. Замена переменных. Приложения двойных и тройных интегралов в геометрии и механике.

Тема 8. Криволинейные интегралы

Определение криволинейных интегралов 1-го и 2-го родов. Простейшие свойства криволинейных интегралов. Условия существования криволинейного интеграла. Сведение криволинейных интегралов к определенным. Формула Грина. Условия независимости криволинейного интеграла от пути. Приложения криволинейных интегралов в геометрии и механике.

Тема 9. Поверхностные интегралы

Определение поверхностных интегралов 1-го и 2-го родов. Простейшие свойства поверхностных интегралов. Условия существования поверхностного интеграла. Сведение поверхностных интегралов к двойным. Формулы Остроградского-Гаусса и Стокса. Приложения поверхностных первого и второго родов интегралов в геометрии и механике.

Тема 10. Элементы теории поля

Понятие скалярного и векторного полей. Градиент и потенциал. Условие существования потенциала. Оператор Гамильтона и гамильтонов формализм. Дивергенция векторного поля и формула Остроградского-Гаусса. Ротор векторного поля и формула Стокса. Разновидности полей: ламинарные, потенциальные, гармонические.

Тема 11. Теория Фурье

Формулы Фурье. Ряд Фурье. Условия сходимости ряда Фурье в точке. Понятие ортогональной системы функций. Унитарное пространство. Пространство Гильберта. Пространство Эрмита. Формула Парсеваля. Ряды Фурье четных и нечетных функций. Ряды Фурье по синусам и по косинусам. Метод Фурье решения уравнений математической физики.

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 №14-55-99бин/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)

Е.А.Широкова МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ (базовый уровень), 2019 - http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/23805/05_32_001127.pdf?sequence=1
 Е.А.Широкова МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ Учебное пособие, 2013 - <https://kpfu.ru/docs/F1293724029/ITISO.pdf>
 Луговая Г.Д., Скворцова Г.Ш. Функции одной вещественной переменной (пределы, производные, графики). Учебное пособие. Издание второе, исправленное. Казань: КФУ, 2012. - 85 с. - http://kpfu.ru/main_page?p_sub=13902
 Насыров С.Р., Шерстнев А.Н. Пределы и непрерывность отображений в евклидовых пространствах. - http://kpfu.ru/main_page?p_sub=13901
 Шерстнев А.Н. Конспект лекций по математическому анализу. Изд. пятое - http://kpfu.ru/main_page?p_sub=13901

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Выделить фундаментальные понятия и результаты: понятия функции, последовательности, бесконечно малой, предела, производной, дифференциала функций одной и нескольких переменных, монотонности, экстремума, выпуклости, первообразной, неопределенного интеграла, интеграла Римана, интегралов Дарбу, определение и вычисление длины, площади и объема.
лабораторные работы	Выделить и освоить методы решения типовых примеров на понятия предела, производной, дифференциала функций одной и нескольких переменных, интервалов монотонности, экстремумов, минимального и максимального значений, интервалов выпуклости, первообразной, неопределенного интеграла, интеграла Римана, длины, площади и объема.
самостоятельная работа	Решать самостоятельно простые примеры из задачников по темам предела, производной, дифференциала функций одной и нескольких переменных, интервалов монотонности, экстремумов, минимального и максимального значений, интервалов выпуклости, первообразной, неопределенного интеграла, интеграла Римана, длины, площади и объема.
экзамен	Запомнить основные определения, формулы и их доказательства на понятия предела, производной, дифференциала функций одной и нескольких переменных, интервалов монотонности, экстремумов, минимального и максимального значений, интервалов выпуклости, первообразной, неопределенного интеграла, интеграла Римана, длины, площади и объема.

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.

Компьютерный класс.

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 15.03.03 "Прикладная механика" и профилю подготовки "Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры".

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 15.03.03 - Прикладная механика

Профиль подготовки: Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

Основная литература:

1. Шерстнев А. Н. Конспект лекций по математическому анализу [Текст: электронный ресурс] / А. Н. Шерстнев . - Изд. 5-е . - Электр. дан. (1 файл: 2,66 Мб) . - (Казань : Казанский государственный университет, 2009) . - Режим доступа: открытый . - URL: http://libweb.kpfu.ru/ebooks/05-IMM/05_33_2009_000165.pdf
2. Насыров С.Р. Интеграл Римана на отрезке и его приложения [Электронный ресурс] / С.Р.Насыров. - Электрон. дан. - Казань: Казанский(Приволжский) федеральный университет, 2013. - 45 с. - URL: <http://kpfu.ru/docs/F2109211871/Nasyrov.SR.Integral.Rimana.na.otrezke.i.ego.prilozheniya.pdf>
3. Насыров С.Р. Производная и неопределенный интеграл [Электронный ресурс] / С.Р.Насыров. - Электрон. дан. - Казань: Казанский(Приволжский) федеральный университет, 2013. - 68с. - URL: <http://kpfu.ru/docs/F950801586/Nasyrov.SR.Proizvodnaya.i.neopredelennyj.integral.pdf>
4. Луговая Г.Д. Неопределенный интеграл [Электронный ресурс] / Г.Д.Луговая, Г.Ш.Скворцова. - Электрон. дан. - Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2013. - 46с. - URL: <http://kpfu.ru/docs/F348805300/Integraly.obsch.ispr.pdf>
5. Луговая Г.Д. Функции одной вещественной переменной [Электронный ресурс] / Г.Д. Луговая, Г.Ш. Скворцова. - Электрон. дан. - Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2012. - 85с. - URL: <http://kpfu.ru/docs/F1247874232/lim1.pdf>

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 // Электронно-библиотечная система 'Лань' : [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2226>
2. 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 2: Интегралы. Ряды. - 2009. - 504 с. - ISBN 978-5-9221-0307-7. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань': [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2227>
3. Сборник задач по математическому анализу : учебное пособие / Л.Д. Кудрявцев, А.Д. Кутасов, В.И. Чехлов, М.И. Шабунин. - 2-е изд., перераб. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, [б. г.]. - Том 3: Функции нескольких переменных. - 2003. - 472 с. - ISBN 5-9221-0308-3. - Текст: электронный // Электронно-библиотечная система 'Лань': [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2220>
4. Материалы для подготовки к экзамену по математическому анализу. Механико-математический факультет [Текст: электронный ресурс]: 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 .- Режим доступа: открытый . - URL: http://libweb.kpfu.ru/ebooks/05-IMM/05_33_2010_00005.4.pdf
5. Материалы для подготовки к экзамену по математическому анализу. Механико-математический факультет [Текст: электронный ресурс]: 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 .- Режим доступа: открытый . - URL: http://libweb.kpfu.ru/ebooks/05-IMM/05_33_2010_00005.5.pdf

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

Направление подготовки: 15.03.03 - Прикладная механика

Профиль подготовки: Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2021

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.