МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Е.Б. Алиев
_____ 18 февраля 2022 г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Математический анализ

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика
Профиль подготовки: Физика квантовых систем и квантовые технологии
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2022

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

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. (доцент) Даишев Р.А. (Кафедра теории относительности и гравитации, Отделение физики), Rinat.Daishev@mail.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
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- понятие функции одной независимой переменной, его основные свойства;
- определения производной и дифференциала функции одной независимой переменной;
- основные правила дифференцирования;
- основные методы интегрирования;
- дифференциальное и интегральное исчисление функции многих переменных;
- приложения двойного и тройного интегралов.

Должен уметь:

- вычислять пределы, используя замечательные пределы и их следствия;
- дифференцировать неявные функции, функции заданные параметрически;
- вычислять производные и дифференциалы высших порядков;
- вычислять частные производные и дифференциалы первого и высших порядков;
- вычислять определенные и неопределенные интегралы, несобственные интегралы;
- вычислять двойные и тройные интегралы;
- проводить исследование сходимости числовых, степенных, функциональных рядов.

Должен владеть:

навыками обобщения полученных знаний, конкретного и объективного изложения своих знаний в письменной и устной форме.

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания на практике.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.06 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.03.02 "Физика (Физика квантовых систем и квантовые технологии)" и относится к обязательной части ОПОП ВО.

Осваивается на 1, 2 курсах в 1, 2, 3 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 14 зачетных(ые) единиц(ы) на 504 часа(ов).

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Контактная работа - 288 часа(ов), в том числе лекции - 126 часа(ов), практические занятия - 162 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 108 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 1 семестре; экзамен во 2 семестре; экзамен в 3 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	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
1.	Тема 1. Элементы теории множеств	1	2	0	0	0	0	0	10
2.	Тема 2. Теория пределов	1	6	0	3	0	0	0	11
3.	Тема 3. Понятие функции. Предельное значение функции. Непрерывность	1	8	0	12	0	0	0	11
4.	Тема 4. Производная и дифференциал функции	1	10	0	18	0	0	0	11
5.	Тема 5. Неопределенный интеграл.	1	10	0	21	0	0	0	11
6.	Тема 6. Определенный интеграл	2	12	0	12	0	0	0	8
7.	Тема 7. Функции нескольких переменных.	2	16	0	15	0	0	0	7
8.	Тема 8. Теория рядов. Числовые ряды.	2	8	0	8	0	0	0	7
9.	Тема 9. Теория рядов. Функциональные ряды.	2	8	0	7	0	0	0	7
10.	Тема 10. Ряды Фурье.	2	10	0	12	0	0	0	7
11.	Тема 11. Несобственные интегралы и интегралы, зависящие от параметра	3	10	0	15	0	0	0	6
12.	Тема 12. Двойной и n-кратные интегралы.	3	12	0	15	0	0	0	6
13.	Тема 13. Криволинейные интегралы и поверхностные интегралы. Элементы тории поля	3	14	0	24	0	0	0	6
	Итого		126	0	162	0	0	0	108

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Элементы теории множеств

Элементы теории множеств. Операции над множествами и их свойства. Подмножества. Отображения множеств. Инъекция, сюръекция, биекция. Композиция отображений. Числовые множества. Метод математической индукции. Комплексные числа, алгебраические операции с комплексными числами. Верхние и нижние грани числовых множеств.

Тема 2. Теория пределов

Теория пределов. Числовые последовательности. Сходящиеся последовательности. Бесконечно малые , бесконечно большие последовательности. Основные теоремы о пределах последовательностей. Число е. Монотонные последовательности. Подпоследовательности. Предельные точки последовательности. Критерий Коши сходимости последовательности.

Тема 3. Понятие функции. Предельное значение функции. Непрерывность

Понятие функции. Предельное значение функции. Непрерывность. Понятие функции. Понятие предельного значения функции. Понятие непрерывности функции. Классификация бесконечно-малых функций. Непрерывность элементарных функций. Замечательные пределы. Классификация точек разрыва. Понятие равномерной непрерывности функций. Верхняя и нижняя грани функции. Основные теоремы о непрерывных функциях на сегменте.

Тема 4. Производная и дифференциал функции

Производная и дифференциал функции. Определение производной. Основные правила дифференцирования. Производные элементарных функций. Дифференциал. Производные, дифференциалы высших порядков. Основные теоремы о дифференцируемых функциях (Ферма, Ролля, Лагранжа, Коши). Правила раскрытия неопределенностей. Формула Тейлора. Различные виды остаточного члена в формуле Тейлора. Применение формулы Тейлора в приближенных вычислениях. Применение дифференциального исчисления к исследованию поведения функции и построению графиков: признак монотонности функции, возрастание и убывание функции, экстремум, направление выпуклости, точки перегиба, асимптоты, построение графика.

Тема 5. Неопределенный интеграл.

Неопределенный интеграл. Неопределенный интеграл. Основные методы и формулы интегрирования. Алгебра многочленов. Разложения рациональной дроби на простейшие. Интегрирование рациональных дробей. Интегрирование некоторых иррациональностей. Интегрирование дифференциального бинома. Интегрирование некоторых тригонометрических и гиперболических выражений.

Тема 6. Определенный интеграл

Определенный интеграл. Понятие определенного интеграла. Суммы Дарбу и их свойства. Существование определенного интеграла для непрерывных и кусочно-непрерывных функций. Свойства определенного интеграла. Оценки интегралов. Формулы среднего значения. Связь с неопределенным интегралом. Формула Ньютона-Лейбница. Геометрические и физические приложения. Первоначальные сведения о несобственных интегралах.

Тема 7. Функции нескольких переменных.

Функции нескольких переменных. Понятие функции нескольких переменных. Предельное значение функции. Непрерывность. Частные производные. Дифференцируемость функции. Дифференциал. Дифференцируемость сложной функции. Частные производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора. Локальный экстремум функции нескольких переменных. Градиент. Производная по направлению. Неявные функции. Зависимость функций. Условный экстремум. Замена переменных.

Тема 8. Теория рядов. Числовые ряды.

Теория рядов. Числовые ряды. Критерий Коши сходимости. Ряды с неотрицательными членами. Гармонический ряд. Признаки сходимости: признак Даламбера, радикальный и интегральный признаки Коши, признак сравнения, признак сравнения с гармоническим рядом. Абсолютно и условно сходящиеся ряды. Признак Дирихле-Абеля.

Тема 9. Теория рядов. Функциональные ряды.

Функциональные последовательности и ряды. Равномерная сходимость функционального ряда. Критерий равномерной сходимости. Теоремы о равномерно сходящихся рядах. Признак Дирихле-Абеля. Признак Вейерштрасса. Степенные ряды. Радиус сходимости степенного ряда. Теорема Абеля. Разложение функций в степенные ряды.

Тема 10. Ряды Фурье.

Ряды Фурье. Разложение функций в тригонометрический ряд Фурье. Ряд Фурье по ортогональной системе элементов евклидова пространства. Сходимость и равномерная сходимость тригонометрического ряда Фурье. Почленное дифференцирование ряда Фурье. Комплексная форма ряда Фурье. Понятие обобщенной функции. Интеграл Фурье и его комплексная форма.

Тема 11. Несобственные интегралы и интегралы, зависящие от параметра

Несобственные интегралы и интегралы, зависящие от параметра. Несобственные интегралы и признаки сходимости. Собственные интегралы, зависящие от параметра. Несобственные интегралы, зависящие от параметра и их равномерная сходимость. Свойства равномерно сходящихся несобственных интегралов, зависящих от параметра. Классы несобственных интегралов, зависящих от параметра, вычисляемых с помощью дифференцирования и интегрирования по параметру. Эйлеровы интегралы.

Тема 12. Двойной и n-кратные интегралы.

Двойные и n - кратные интегралы. Двойной интеграл и его основные свойства. Вычисление двойного интеграла. Замена переменных в двойном интеграле. Геометрические и физические приложения двойного интеграла. Тройные и n - кратные интегралы. Их свойства и способы вычислений. Понятие о несобственных кратных интегралов.

Тема 13. Криволинейные интегралы и поверхностные интегралы. Элементы тории поля

Криволинейные интегралы. Криволинейные интегралы 1-го и 2-го родов. Сведение криволинейных интегралов к обыкновенным. Основные свойства, приложения. Механические и физические приложения кратных интегралов (работа, длина дуги). Формула Грина. Криволинейный интеграл от полного дифференциала. признак полного дифференциала.

Поверхностные интегралы. Задание поверхности с помощью векторных функций. Односторонние и двусторонние поверхности. Понятие площади поверхности. Понятие поверхностных интегралов 1-го рода, 2-го рода. Вычисление поверхностных интегралов, их приложения. Формулы Остроградского и Стокса и их приложения.

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

МИР МАТЕМАТИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ - https://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/calculus.htm

Сайт кафедры теории относительности и гравитации - http://toig-kazan.narod.ru/education.htm

Сайт кафедры теории относительности и гравитации - https://kpfu.ru/physics/struktura/kafedry/kafedra-teorii-otnositelnosti-i-gravitacii/uchebnaya-rabota

Свободно распространяемые книги издательства МЦНМО - https://mccme.ru/free-books/

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)

Allmath.ru - математический портал - http://www.allmath.ru/mathan.htm

exponenta.ru - образовательный математический сайт - http://www.exponenta.ru/

Зорич В.А. Математический анализ. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. - http://www.apmath.spbu.ru/ru/education/courses/common/analysis.html

Учебные материалы по математическому анализу - http://www.chem.msu.su/rus/teaching/chirskii/welcome.html

Фомин, В.И. Математический анализ I : учебное пособие / В.И. Фомин. ? Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. - http://www.tstu.ru/education/elib/pdf/2008/fomin-a.pdf

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий студенту необходимо вести конспектирование учебного материала. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой - в ходе подготовки к практическим занятиям изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы.
практические занятия	Подготовку к практическому занятию надо начинать с изучения рекомендованной литературы. Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале. Заканчивать подготовку следует составлением плана (конспекта) по изучаемому материалу (вопросу). Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам.
самостоя-тельная работа	Самостоятельная работа студента является основным средством овладения учебным материалом во время, свободное от обязательных учебных занятий. Самостоятельная работа студентов осуществляется в аудиторной и внеаудиторной формах. Самостоятельная работа студентов в аудиторное время может включать: – конспектирование (составление тезисов) лекций; – выполнение контрольных работ;– решение задач;– работу со справочной и методической литературой;– защиту выполненных работ;– участие в оперативном (текущем) опросе по отдельным темам изучаемой дисциплины и др.Самостоятельная работа студентов во внеаудиторное время может состоять из:– повторение лекционного материала;– подготовки к семинарам (практическим занятиям);– изучения учебной и научной литературы;– решения задач, выданных на практических занятиях;– подготовки к контрольным работам, тестированию и т.д.
экзамен	Основным условием успешной сдачи той или иной формы итогового контроля по учебной дисциплине является систематическая работа над учебной дисциплиной в течении года. Однако накануне, в период экзаменационной сессии, необходима целенаправленная подготовка. Хотя такая подготовка - процесс индивидуальный, тем не менее, существуют некоторые правила, знания которых могут быть полезны для всех. Так, начинать повторение материала рекомендуется за месяц-полтора до начала сессии. Подготовку следует вести, исходя из требований программы учебной дисциплины. Этим документом разрешено пользоваться на зачете. Если в распоряжении студента есть несколько дней непосредственно на такую подготовку, то целесообразно определить график прохождения вопросов из расчета, чтобы осталось время на повторение наиболее трудных.

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.

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 03.03.02 "Физика" и профилю подготовки "Физика квантовых систем и квантовые технологии".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.О.06 Математический анализ

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика
Профиль подготовки: Физика квантовых систем и квантовые технологии
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2022

Основная литература:

1. Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. В 3-х тт. Том 1 / Г. М. Фихтенгольц. - 17-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 608 с. - ISBN 978-5-507-45809-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/284078 (дата обращения: 13.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления: в 3-х тт. : учебник для вузов : в 2 томах / Г. М. Фихтенгольц. - 16-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022 - Том 2 : Курс дифференциального и интегрального исчисления - 2022. - 800 с. - ISBN 978-5-8114-9785-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/199928 (дата обращения: 13.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления В 3-х тт. : учебник для вузов : в 3 томах / Г. М. Фихтенгольц. - 13-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022 - Том 3 - 2022. - 656 с. - ISBN 978-5-507-44238-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/221270 (дата обращения: 13.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Демидович, Б. П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу / Б. П. Демидович. - 25-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 624 с. - ISBN 978-5-507-47148-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/332675 (дата обращения: 13.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Ильин, В. А. Основы математического анализа : учебник : в 2 частях / В. А. Ильин, Э. Г. Позняк. - 7-е изд., стереот. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2021 - Часть 1 - 2021. - 648 с. - ISBN 978-5-9221-0902-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/185611 (дата обращения: 13.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Ильин, В. А. Основы математического анализа : учебник : в 2 частях / В. А. Ильин, Э. Г. Позняк. - 5-е изд., стереот. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2022 - Часть II - 2022. - 464 с. - ISBN 978-5-9221-0537-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/228335 (дата обращения: 13.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Запорожец, Г. И. Руководство к решению задач по математическому анализу : учебное пособие / Г. И. Запорожец. - 8-е изд.,стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 464 с. - ISBN 978-5-8114-0912-9. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/210752 (дата обращения: 13.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Берман, Г. Н. Сборник задач по курсу математического анализа / Г. Н. Берман. - 11-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 492 с. - ISBN 978-5-507-46033-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/295943 (дата обращения: 13.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Кудрявцев, Л. Д. Краткий курс математического анализа : учебник / Л. Д. Кудрявцев. - 4-е изд., перераб. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2021 - Том 1 : Дифференциальное и интегральное исчисления функций одной переменной. Ряды - 2021. - 444 с. - ISBN 978-5-9221-1585-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/185644 (дата обращения: 13.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Кудрявцев, Л. Д. Краткий курс математического анализа : учебник / Л. Д. Кудрявцев. - 3-е изд., перераб. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, [б. г.]. - Том 2 : Дифференциальное и интегральное исчисления функций многих переменных. Гармонический анализ - 2003. - 424 с. - ISBN 5-9221-0185-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/2225 (дата обращения: 13.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. 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: 13.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Сборник задач по математическому анализу : учебное пособие : в 3 томах / Л. Д. Кудрявцев, А. Д. Кутасов, В. И. Чехлов, М. И. Шабунин. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2021 - Том 2 : Интегралы. Ряды - 2021. - 504 с. - ISBN 978-5-9221-0307-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/185639 (дата обращения: 13.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

5.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 // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/2220 (дата обращения: 13.05.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.О.06 Математический анализ

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

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика квантовых систем и квантовые технологии

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

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 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.