

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Должность: Ректор МИЭТ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Дата подписания: 31.08.2023 12:43:35

«Национальный исследовательский университет

Уникальный программный ключ:

«Московский институт электронной техники»

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c8f8bea882b8d602

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе



А.Г. Балашов

«18» 05 2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Математический анализ»

Направление подготовки - 01.03.04 «Прикладная математика»

Направленность (профиль) – «Компьютерная математика и математическое моделирование»

Москва 2023

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенции, формируемые в дисциплине	Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Индикаторы достижения подкомпетенций
ОПК-1. Способен применять знание фундаментальной математики и естественно-научных дисциплин при решении задач в области естественных наук и инженерной практике	ОПК-1. МА Способен использовать абстрактные модели и методы дифференциального и интегрального исчисления функций многих переменных при решении практических задач	<i>Знает</i> основные положения теории дифференциального и интегрального исчисления функций многих переменных и теории поля. <i>Умеет</i> вычислять пределы последовательностей и функций многих переменных, производные и дифференциалы, кратные, криволинейные и поверхностные интегралы. <i>Имеет опыт</i> построения и исследования простейших математических моделей реальных объектов и процессов с использованием теории дифференциального и интегрального исчисления функций многих переменных, теории поля.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания обязательного минимума содержания в объеме программ дисциплин «Основы математического анализа» и «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», в частности нужно знать основные положения теории дифференциального и интегрального исчисления функций одной переменной аналитической геометрии, теории билинейных и квадратичных форм, уметь вычислять пределы последовательностей и функций одной переменной, производные и дифференциалы, неопределенные интегралы, исследовать геометрические объекты и их свойства координатным методом; уметь исследовать и решать системы линейных алгебраических уравнений, оперировать с матрицами, иметь опыт построения и исследования простейших математических моделей реальных объектов и процессов с использованием дифференциального и интегрального исчисления функций одной переменной аппарата линейной алгебры и аналитической геометрии.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1	2	6	216	32	-	64	84	Экз (36)

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Интегральное исчисление функций одной переменной. Определенный и несобственный интегралы	8	-	16	26	Защита большого домашнего задания (БДЗ) № 1
					Контрольная работа (КР) № 1
2. Дифференциальное исчисление функций многих переменных	8	-	16	26	Контрольная работа (КР) № 2
					Коллоквиум
					Защита большого домашнего задания (БДЗ) № 2
3. Кратные интегралы	8	-	16	16	Защита большого домашнего задания (БДЗ) № 3
					Контрольная работа № 3
4. Элементы теории поля	8	-	16	16	Защита большого домашнего задания (БДЗ) № 4
					Контрольная работа № 4



#### 4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1-2	4	Определенный интеграл Римана. Определение и свойства. Интеграл с переменным верхним пределом. Формула Ньютона-Лейбница. Замена переменной и интегрирование по частям в определенном интеграле.
	3	2	Приложения определенного интеграла. Вычисление площадей плоских фигур, длин дуг, объемов тел вращения, площадей поверхностей вращения; физических величин – работы, массы, статических моментов, момента инерции.
	4	2	Несобственные интегралы. Исследование несобственных интегралов на сходимость. Гамма-функция.
2	5	2	Линейные нормированные пространства. Функции многих переменных. Предел, непрерывность, частные производные. Теорема о смешанных производных.
	6	2	Дифференциал и его применение. Дифференцирование сложной функции. Касательная плоскость и нормаль к поверхности. Производная по направлению. Градиент. Формула Тейлора.
	7	2	Неявные функции. Существование, дифференцирование.
	8	2	Свойства функций, непрерывных на компактах. Экстремум функции многих переменных. Условный экстремум.
3	9	2	Понятие кратного интеграла. Сведение кратного интеграла к повторному.
	10	2	Замена переменных в кратных интегралах. Полярная, цилиндрическая и сферическая системы координат.
	11	2	Применение кратных интегралов (вычисление площадей плоских фигур, объемов тел, площади поверхности, координат центра тяжести).
	12	2	Несобственные кратные интегралы. Интегралы, зависящие от параметра.
4	13	2	Криволинейные интегралы 1-го и 2-го рода. Существование и вычисление. Формула Грина.
	14	2	Поверхностные интегралы. Существование и вычисление. Площадь поверхности, заданной параметрически.
	15	2	Формулы Стокса и Гаусса-Остроградского
	16	2	Элементы теории поля. Оператор Гамильтона. Потенциальное и соленоидальное поля. Гармонические функции.

## 4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1-2	4	Определенный интеграл Римана. Определение и вычисление. Формула Ньютона-Лейбница. Замена переменной и интегрирование по частям в определенном интеграле.
	3-4	4	Приложения определенного интеграла. Вычисление площадей плоских фигур, длин дуг, объемов тел вращения, площадей поверхностей вращения; физических величин – работы, массы, статических моментов, момента инерции.
	5-7	6	Несобственные интегралы. Исследование несобственных интегралов на сходимость.
	8	2	Гамма-функция Эйлера. Контрольная работа № 1 на тему «Определенный и несобственный интеграл»
2	9-10	4	Функции многих переменных. Предел и непрерывность. Частные производные и дифференциал
	11-12	4	Дифференциал и частные производные высших порядков. Частные производные сложной функции. Производная по направлению, градиент.
	13	2	Неявные функции и системы неявных функций. Замена переменных в дифференциальных выражениях
	14	2	Экстремумы функций многих переменных
	15	2	Условный экстремум
	16	2	Контрольная работа № 2 на тему «Функции многих переменных»
3	17-18	4	Понятие кратного интеграла. Сведение кратного интеграла к повторному.
	19-20	4	Замена переменных в кратных интегралах. Полярная, цилиндрическая и сферическая системы координат.
	21-22	4	Применение кратных интегралов (вычисление площадей плоских фигур, объемов тел, площади поверхности, координат центра тяжести).
	23	2	Несобственные кратные интегралы.
	24	2	Контрольная работа № 3 на тему «Кратные интегралы».
4	25-26	4	Криволинейные интегралы 1-го и 2-го рода. Существование и вычисление. Формула Грина.
	27-28	4	Поверхностные интегралы. Существование и вычисление. Площадь поверхности, заданной параметрически.

	29-30	4	Формулы Стокса и Гаусса-Остроградского.
	31	2	Элементы теории поля. Оператор Гамильтона. Потенциальное и соленоидальное поля. Понятие гармонической функции.
	32	2	Контрольная работа № 4 на тему «Элементы теории поля».

#### 4.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

#### 4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	6	Выполнение текущих домашних работ по темам практических занятий 1 -8
	4	Подготовка к КР №1 по темам лекций 1-4 и практических занятий 1-8
	6	Выполнение БДЗ №1 по темам лекций 1-4 и практических занятий 1-8
	10	Подготовка к коллоквиуму по темам лекций 1-4 и практических занятий 1-8
2	6	Выполнение текущих домашних работ по темам практических занятий 9 -15
	4	Подготовка к КР №2 по темам лекций 5-8 и практических занятий 9-15
	6	Выполнение БДЗ №2 по темам лекций 5-8 и практических занятий 9-15
	10	Подготовка к коллоквиуму по темам лекций 5-8 и практических занятий 9-15
3	6	Выполнение текущих домашних работ по темам практических занятий 17 -23
	6	Выполнение БДЗ № 3 по темам лекций 9-12 и практических занятий 16-23
	4	Подготовка к КР №3 по темам лекций 9-12 и практических занятий 16-23
4	6	Выполнение текущих домашних работ по темам практических занятий 23 -31
	6	Выполнение БДЗ № 4 по темам лекций 9-12 и практических занятий 23-31
	4	Подготовка к КР №4 по темам лекций 9-12 и практических занятий 23-31

#### 4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

### 5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>):

#### Общее

- ✓ Методические рекомендации студентам по изучению курса «Математический анализ»



**Модуль 1 «Интегральное исчисление функций одной переменной. Определенный и несобственный интегралы»**

- ✓ Материалы для самостоятельной работы на практических занятиях 1-8 и выполнения текущих домашних работ
- ✓ Список типовых задач для подготовки к КР-1
- ✓ Методические указания к БДЗ № 1
- ✓ Теоретические материалы для подготовки к коллоквиуму (включают тексты лекций 1-4)

**Модуль 2 «Дифференциальное исчисление функций многих переменных»**

- ✓ Материалы для самостоятельной работы на практических занятиях 9-16 и выполнения текущих домашних работ
- ✓ Список типовых задач для подготовки к КР-2
- ✓ Методические указания к БДЗ № 2
- ✓ Список вопросов к коллоквиуму
- ✓ Теоретические материалы для подготовки к коллоквиуму (включают тексты лекций 5-8)

**Модуль 3 «Кратные интегралы»**

- ✓ Материалы для самостоятельной работы на практических занятиях 17-23 и выполнения текущих домашних работ
- ✓ Методические указания к БДЗ № 3
- ✓ Список типовых задач для подготовки к КР-3
- ✓ Список вопросов к экзамену
- ✓ Теоретические материалы для подготовки к экзамену (включают тексты лекций 9-16)

**Модуль 4 «Элементы теории поля»**

- ✓ Материалы для самостоятельной работы на практических занятиях 23-32 и выполнения текущих домашних работ
- ✓ Методические указания к БДЗ № 4
- ✓ Список типовых задач для подготовки к КР-4
- ✓ Список вопросов к экзамену
- ✓ Теоретические материалы для подготовки к экзамену (включают тексты лекций 9-16)

## **6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

### **Литература**

1. Бугров Я.С. Высшая математика: В 3-х т.: Учеб. для вузов. В 2-х кн.: Кн.1 : Дифференциальные уравнения. Кратные интегралы / Я.С. Бугров, С.М. Никольский. - 7-е изд., стер. - М. : Юрайт, 2020. - 288 с. - (Высшее образование). - URL: <http://www.biblio-online.ru/bcode/452424> (дата обращения: 15.03.2023).
2. Сборник задач по высшей математике: Учеб. пособие: [в 2-х ч.]. Ч. 2 / Под ред. А.С. Пospelова. - М. : Юрайт, 2011. - 624 с. - (Основы наук). - URL: <https://urait.ru/bcode/425219> (дата обращения: 15.03.2023).
3. Бронштейн И.Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов: Учеб. пособие / И.Н. Бронштейн, К.А. Семендяев. - СПб. : Лань, 2010. - 608 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/678> (дата обращения: 15.03.2023).

4. Никольский С.М. Курс математического анализа : Учебник / С.М. Никольский. - 6-е стер. изд. - М. : Физматлит, 2001. - 592 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/2270> (дата обращения: 15.03.2023).

#### **Периодические издания**

1. МАТЕМАТИЧЕСКИЙ СБОРНИК / Российская академия наук, ФГБУН Математический институт им. В.А. Стеклова РАН. - М. : ФГБУН МИ им. В.А. Стеклова РАН, 1866 - . -  
URL: [http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=sm&option\\_lang=rus](http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=sm&option_lang=rus)
2. КВАНТ: Научно-популярный физико-математический журнал / Российская академия наук, Математический институт им. В.А. Стеклова РАН, Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН . - М. : РАН, 1970 - . -  
URL: [http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=kvant&option\\_lang=rus](http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=kvant&option_lang=rus)

### **7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

1. Лань : Электронно-библиотечная система Издательства Лань. - СПб., 2011-. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 15.03.2023). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ
2. eLIBRARY.RU : Научная электронная библиотека: сайт. - Москва, 2000 -. - URL: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 15.03.2023). - Режим доступа: для зарегистрированных пользователей
3. Math-Net.Ru: общероссийский математический портал: сайт. – Москва, Математический институт им. В. А. Стеклова РАН, 2020. – URL: <http://www.mathnet.ru/> (дата обращения: 15.03.2023). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

### **8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В ходе реализации обучения используется смешанное обучение, основанное на интеграции технологий традиционного и электронного обучения, замещении части традиционных учебных форм занятий формами и видами взаимодействия в электронной образовательной среде.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС.

Применяются следующие модели обучения: семинар-тренинг и семинар-дискуссия.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: раздел ОРИОКС «Домашние задания», «Новости», раздел MOODLE «Задания», электронная почта.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются внутренние электронные ресурсы в формах видео-лекций, тестирования в ОРИОКС и MOODLE.

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются внешние электронные ресурсы в формах: электронных компонентов сервиса ВКонтакте



## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень программного обеспечения</b>
Учебная аудитория	Учебная доска Мультимедийное оборудование (компьютер с ПО и возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронно-образовательную среду МИЭТ; телевизоры; акустическое оборудование (микрофон, звуковые колонки))	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC
Учебная аудитория	Учебная доска	ПО не требуется
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC

## **10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ**

ФОС по подкомпетенции ОПК-1. МА Способен использовать абстрактные модели и методы дифференциального и интегрального исчисления функций многих переменных при решении практических задач

Фонд оценочных средств представлен отдельным документом и размещен в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **11.1. Особенности организации процесса обучения**

Работа по изучению дисциплины состоит из контактной и самостоятельной работы. Основной формой контактной работы являются лекции и семинары (практические занятия). Посещение лекций и семинаров обязательно. Выполнение текущих домашних заданий, состоящих из задач, аналогичных разобранным на семинаре, является обязательным. Дополнительной формой аудиторной работы являются консультации. Консультации проводятся лектором еженедельно, их посещение для студентов необязательно. На консультациях обсуждаются решения задач, теоретический материал по теме, переписываются контрольные работы и в некоторых случаях защищаются БДЗ.

При подготовке к практическим занятиям, выполнению БДЗ, подготовке к контрольным работам, коллоквиуму и экзамену, рекомендуется изучить теоретический и практический материал, изложенный в методических материалах, представленных в ОРИОКС.

БДЗ содержат практико-ориентированные задания на опыт деятельности.

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется балльная накопительная система. При переписывании контрольной работы, сдаче БДЗ позже установленного срока, передаче коллоквиума возможно лишь выставление минимального балла.

### **11.2. Система контроля и оценивания**

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система.

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме до 57 баллов), активность в семестре (в сумме до 8 баллов) и сдача экзамена (до 35 баллов).

Текущий контроль успеваемости осуществляется с помощью самостоятельной и трех контрольных работ, индивидуальных больших домашних заданий, коллоквиума.

Промежуточный контроль успеваемости проводится в виде устного экзамена, включающего теоретические вопросы и практические задания.

За каждое задание контрольного мероприятия возможно начисление неполного балла за его выполнение. Контрольное мероприятие считается выполненным, если суммарно набрано не менее 40% от максимально возможного балла. В противном случае выставляется 0 баллов.

По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступен в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/> .

Мониторинг успеваемости студентов проводится в течение семестра трижды: по итогам 1-8, 9 – 12, 13 – 18 учебных недель.

**Дополнительные сведения о системе контроля.**

Если на момент начала экзаменационной сессии студент имеет неудовлетворительную оценку не менее, чем по двум мероприятиям из числа контрольных работ, БДЗ и коллоквиума, то его баллы за активность обнуляются.

**РАЗРАБОТЧИК:**

Доцент каф. ВМ-1, к.ф.-м.н.



/Соколова Т.В./



Рабочая программа дисциплины «Математический анализ» по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика», направленность (профиль) «Компьютерная математика и математическое моделирование» разработана на кафедре ВМ-1 и утверждена на заседании кафедры ВМ-1 25.04 2023 года, протокол № 11

Заведующий кафедрой ВМ-1



/Прокофьев А.А./

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК



/ И.М.Никулина /

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

/ Директор библиотеки



/ Т.П.Филиппова /