

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Трехгорный технологический институт –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ТТИ НИЯУ МИФИ)**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Директор ТТИ НИЯУ МИФИ  
\_\_\_\_\_ Т.И. Улитина  
«31» августа 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ИНТЕГРАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ И ФУНКЦИИ**  
**МНОГИХ ПЕРЕМЕННЫХ»**

**Направление подготовки:** 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

**Профиль подготовки:** Технология машиностроения

**Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр

**Форма обучения:** очно-заочная

## **1 ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина «Интегральное исчисление и функции многих переменных» обеспечивает приобретение знаний и умений в соответствии с государственным образовательным стандартом, содействует фундаментализации образования, формированию мировоззрения и развитию системного мышления. В этом курсе изучаются теоретические и практические вопросы из следующих разделов: интегрируемость функций; функции многих переменных и их дифференцируемость. Дисциплина является базовой для изучения всех математических и специальных дисциплин. Знания и практические навыки, полученные по дисциплине «Интегральное исчисление и функции многих переменных», используются обучаемыми при изучении общепрофессиональных дисциплин, а также при выполнении тестов, контрольных и домашних работ.

### **1.1 Цели дисциплины**

Цель дисциплины «Интегральное исчисление и функции многих переменных» – обеспечение и подготовка базы для овладения дальнейшими разделами высшей математики, всеми спецпредметами, предписанными государственными стандартами, развитие мышления.

Указанные разделы высшей математики являются основной частью необходимого технического образования. Они вводятся для овладения классическим математическим аппаратом, широко применяемым в научных исследованиях.

### **1.2 Задачи дисциплины**

Задачами дисциплины «Интегральное исчисление и функции многих переменных» являются обучение студентов методам работы с функциями многих переменных; основным приемам и методам интегрального исчисления функций одного действительного переменного; применениям их к конкретным физическим задачам.

## **2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО**

Дисциплина «Интегральное исчисление и функции многих переменных» (Б1.Б.8) относится к базовой части рабочего учебного плана. Дисциплина изучается во 2 семестре.

### **3 КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **3.1 Общекультурные и профессиональные компетенции**

Изучение дисциплины «Интегральное исчисление и функции многих переменных» направлено на формирование у студентов следующих компетенций:

##### **универсальных (УК):**

- Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (УК–1);
- Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни (УК-6);

##### **универсальных естественно-научных (УКЕ):**

- Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах (УКЕ-1).

#### **3.2 Перечень результатов образования, формируемых дисциплиной, с указанием уровня их освоения**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

##### **знать:**

– методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа;

– основные приемы эффективного управления собственным временем; основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни;

– основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

##### **уметь:**

- применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников;
- эффективно планировать и контролировать собственное время; использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения;
- использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи.

**владеть:**

- методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач;
- методами управления собственным временем; технологиями приобретения, использования и обновления социо-культурных и профессиональных знаний, умений, и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни;
- методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами.

### 3.3 Воспитательная работа

| Направление/<br>цели                                    | Создание условий,<br>обеспечивающих  | Использование воспитательного потенциала<br>учебных дисциплин   |
|---|--|---|
| <b>Естественнонаучный и общепрофессиональный модули</b> |  |   |
| <b>Профессиональное и трудовое воспитание</b>           | - формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду<br><b>(В14)</b> | 1.Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для:<br>- формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач.<br>- формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей |



| Семестр 2        |          |       |    |   |    |    |             |              |     |
|------------------|----------|-------|----|---|----|----|-------------|--------------|-----|
| 1                | Раздел 1 | 1-9   | 9  | - | 10 | 21 | T1 – 4, 10  | KP1 – 9, 15  | 25  |
| 2                | Раздел 2 | 10-19 | 9  | - | 10 | 22 | T2 – 14, 10 | KP2 – 18, 15 | 25  |
| Итого            |          |       | 18 | - | 20 | 43 | 20          | 30           | 50  |
| Экзамен          |          |       | 27 |   |    |    |             |              | 50  |
| Итого за семестр |          |       |    |   |    |    |             |              | 100 |

КР- контрольная работа  
Т-тестирование

## 4.1 Содержание лекций

### 2 семестр

#### Раздел 1

Первообразная функция и неопределённый интеграл. Определенный интеграл и его приложения

Первообразная функция и неопределённый интеграл. Таблица основных интегралов. Непосредственное интегрирование. Интегрирование посредством замены переменного и по частям. Интегрирование рациональных, иррациональных и тригонометрических функций. “Берущиеся” и “неберущиеся” интегралы. Разбиение отрезка, характеристика разбиения. Интегральные суммы. Предел интегральных сумм. Определение интегрируемой функции и определённого интеграла. Ограниченность интегрируемой функции. Свойства определённого интеграла: линейность, аддитивность, интегрируемость произведения интегрируемых функций, свойства, выражаемые неравенствами. Теоремы о среднем. Интеграл с переменным верхним пределом, его непрерывность и дифференцируемость. Основная теорема интегрального исчисления. Формула Ньютона-Лейбница. Вычисление определённого интеграла по частям и при помощи подстановки. Некоторые применения определённых интегралов. Понятие длины дуги гладкой кривой и её вычисление. Понятие площади плоской фигуры. Вычисление площади в декартовых и полярных координатах. Объём и боковая поверхность тела вращения. Некоторые физические приложения определённого интеграла (масса тела, координаты центра масс, работа силового поля и др.).

#### Раздел 2

Несобственные интегралы. Дифференцирование функций многих переменных

Несобственные интегралы I и II рода. Определение и свойства. Признаки сходимости несобственных интегралов. Функции нескольких переменных. Предел и непрерывность функции двух переменных. Понятие дифференцируемой функции и полного дифференциала. Частные производные и производные по направлению. Необходимые условия дифференцируемости функции. Достаточные условия дифференцируемости функции. Инвариантность формы полного дифференциала первого порядка. Существование производной по любому направлению у дифференцируемой функции. Понятие гладкой поверхности. Способы задания поверхности (параметрический, в явном виде). Нормаль и касательная плоскость к поверхности. Градиент функции, его основные свойства. Частные производные высших порядков, условия их независимости от порядка дифференцирования. Дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора. Экстремумы функций. Необходимые условия экстремума функции класса. Достаточные условия экстремума функции класса двух и большего числа переменных.

## **4.2 Тематический план практических работ**

### **2 семестр**

1. Непосредственное интегрирование. Замена переменных. Интегрирование по частям.
2. Интегрирование рациональных функций.
3. Интегрирование иррациональных и тригонометрических функций.
4. Определенный интеграл. Формула Ньютона-Лейбница. Способы вычисления определенного интеграла.
5. Приложения определенного интеграла.
6. Несобственные интегралы I и II рода.
7. Признаки сходимости несобственных интегралов.
8. Функции нескольких переменных, предел и непрерывность.
9. Производные и дифференциалы функции нескольких переменных. Дифференцирование неявных функций. Касательная плоскость и нормаль к поверхности.
10. Экстремум функции двух переменных.
11. Формула Тейлора для функции двух переменных.

## 4.3 Самостоятельная работа студентов

### 2 семестр

- 1 Непосредственное интегрирование. Замена переменных. Интегрирование по частям.
- 2 Интегрирование рациональных функций.
- 3 Интегрирование иррациональных и тригонометрических функций.
- 4 Определенный интеграл. Формула Ньютона-Лейбница. Способы вычисления определенного интеграла.
- 5 Приложения определенного интеграла.
- 6 Несобственные интегралы I и II рода.
- 7 Признаки сходимости несобственных интегралов.
- 8 Функции нескольких переменных, предел и непрерывность.
- 9 Производные и дифференциалы функции нескольких переменных. Дифференцирование неявных функций. Касательная плоскость и нормаль к поверхности.
- 10 Экстремум функции двух переменных.
- 11 Формула Тейлора для функции двух переменных.

## 5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с компетентностным подходом выпускник вуза должен не просто обладать определенной суммой знаний, а уметь при помощи этих знаний решать конкретные задачи производства.

Учитывая требования ОС НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», реализация компетентностного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Лекционные занятия проводятся в специализированной аудитории с применением мультимедийного проектора в виде учебной презентации. Учебные материалы предъявляются обучающимся для ознакомления и изучения, основные моменты лекционных занятий конспектируются. Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения с обязательным составлением и контролем конспекта.



**6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО  
КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО  
ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ  
ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

**Перечень оценочных средств, используемых для текущей аттестации**

| Код | Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства   | Представление оценочного средства в фонде |
|-----|----------------------------------|--|---|
| КР1 | Контрольная работа №1            | Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу              | Комплект контрольных заданий по вариантам |
| КР2 | Контрольная работа №2            |  |   |
| T1  | Тест №1                          | Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. | Фонд тестовых заданий                     |
| T2  | Тест №2                          |  |   |

**Расшифровка компетенций через планируемые результаты обучения**

Связь между формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения представлена в следующей таблице:

| Код   | Проектируемые результаты освоения дисциплины и индикаторы формирования компетенций |           |             | Средства и технологии оценки |
|-------|--|-----------|-------------|------------------------------|
|       | Знать (З)  | Уметь (У) | Владеть (В) |                              |
| УК-1  | З-УК-1   | У-УК-1    | В-УК-1      | T1, T2, КР1, КР2, Э          |
| УК-6  | З-УК-6   | У-УК-6    | В-УК-1      | T1, T2, КР1, КР2, Э          |
| УКЕ-1 | З-УКЕ-1  | У-УКЕ-1   | В-УКЕ-1     | T1, T2, КР1, КР2, Э          |

**Этапы формирования компетенций**

| Раздел    | Темы занятий  | Коды компетенций      | Знания, умения и навыки                         | Виды аттестации           |                            |                          |
|-----------|---|-----------------------|---|---------------------------|----------------------------|--------------------------|
|           |   |                       |   | Текущий контроль – неделя | Рубежный контроль – неделя | Промежуточная аттестация |
| 2 семестр |   |                       |   |                           |                            |                          |
| Раздел 1  | Первообразная функция и неопределённый интеграл. Определённый интеграл и его приложения | УК-1<br>УК-6<br>УКЕ-1 | З-УК-1<br>З-УК-6<br>З-УКЕ-1<br>У-УК-1<br>У-УК-6 | T1-4                      | КР1-9                      | экзамен                  |

|          |  |                       |   |       |        |  |
|----------|--|-----------------------|---|-------|--------|--|
|          |  |                       | У-<br>УКЕ-1<br>В-УК-1<br>В-УК-6<br>В-<br>УКЕ-1  |       |        |  |
| Раздел 2 | Несобственные интегралы. Дифференцирование функций многих переменных | УК-1<br>УК-6<br>УКЕ-1 | 3-УК-1<br>3-УК-6<br>3-УКЕ-1<br>У-УК-1<br>У-УК-6<br>У-<br>УКЕ-1<br>В-УК-1<br>В-УК-6<br>В-<br>УКЕ-1 | Т2-14 | КР2-18 |  |

### Шкала оценки образовательных достижений

| Код | Вид оценочного средства | Критерии   | Балл | Макс. балл – мин. балл |
|-----|-------------------------|--|------|------------------------|
| Т1  | Тестовое задание №1     | выставляется студенту, если 10 тестовых вопросов выполнено правильно   | 10   | 10 – 6                 |
|     |                         | выставляется студенту, если 9 тестовых вопросов выполнено правильно  | 9    |                        |
|     |                         | выставляется студенту, если 8 тестовых вопросов выполнено правильно  | 8    |                        |
|     |                         | выставляется студенту, если 7 тестовых вопросов выполнено правильно  | 7    |                        |
|     |                         | выставляется студенту, если 6 тестовых вопросов выполнено правильно  | 6    |                        |
|     |                         | при ответе студента менее, чем на 6 вопросов тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе | < 6  |                        |
| Т2  | Тестовое задание №2     | выставляется студенту, если 10 тестовых вопросов выполнено правильно   | 10   | 10 – 6                 |
|     |                         | выставляется студенту, если 9 тестовых вопросов выполнено правильно  | 9    |                        |
|     |                         | выставляется студенту, если 8 тестовых вопросов выполнено правильно  | 8    |                        |
|     |                         | выставляется студенту, если 7 тестовых вопросов выполнено правильно  | 7    |                        |
|     |                         | выставляется студенту, если 6 тестовых   | 6    |                        |

|     |                       |   |       |         |
|-----|-----------------------|---|-------|---------|
|     |                       | вопросов выполнено правильно  |       |         |
|     |                       | при ответе студента менее, чем на 6 вопросов тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течение семестра или на зачетной неделе  | < 6   |         |
| КР1 | Контрольная работа №1 | выставляется студенту, если все 5 задач решены верно  | 15    | 15 – 9  |
|     |                       | выставляется студенту, если 4 задачи решены верно, а решение 5 содержит недочеты  | 13    |         |
|     |                       | выставляется студенту, если 3 задачи решено верно, а другие решены частично   | 11    |         |
|     |                       | выставляется студенту, если 3 задачи решены верно, а оставшиеся либо не решены, либо содержат грубые ошибки   | 9     |         |
|     |                       | выставляется студенту, во всех остальных случаях  | < 9   |         |
| КР2 | Контрольная работа №2 | выставляется студенту, если все 5 задач решены верно  | 15    | 15 – 9  |
|     |                       | выставляется студенту, если 4 задачи решены верно, а решение 5 содержит недочеты  | 13    |         |
|     |                       | выставляется студенту, если 3 задачи решено верно, а другие решены частично   | 11    |         |
|     |                       | выставляется студенту, если 3 задачи решены верно, а оставшиеся либо не решены, либо содержат грубые ошибки   | 9     |         |
|     |                       | выставляется студенту, во всех остальных случаях  | < 9   |         |
|     |                       | выставляется студенту, во всех остальных случаях  | < 9   |         |
| Э   | Экзамен               | выставляется студенту при правильно написанном билете и при ответе на все дополнительные вопросы по курсу с незначительными неточностями, которые студент должен устранить в процессе беседы с преподавателем, в рамках которой он демонстрирует углубленное понимание предмета и владение ключевыми знаниями, умениями и навыками, предусмотренными данной дисциплиной | 40-50 | 50 – 30 |
|     |                       | выставляется студенту при правильно написанном билете и при ответе на часть дополнительных вопросов по курсу с демонстраций базовых знаний, умений и навыков, предусмотренных данной дисциплиной  | 35-39 |         |
|     |                       | выставляется студенту при написанных ответах на вопросы билета (допускается содержание некоторых неточностей) и   | 30-34 |         |

|  |  |     |  |
|--|--|-----|--|
|  | демонстрации базовых знаний, умений и навыков по данной дисциплине   |     |  |
|  | если студент не написал ответ хотя бы на один из вопросов билета и не может ответить на дополнительные компетентностно-ориентированные вопросы | <30 |  |

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля, и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

| Оценка по 5-балльной шкале | Сумма баллов за разделы | Оценка ECTS |
|----------------------------|-------------------------|-------------|
| 5 – «отлично»              | 90-100                  | A           |
| 4 – «хорошо»               | 85-89                   | B           |
|                            | 75-84                   | C           |
|                            | 70-74                   | D           |
| 3 – «удовлетворительно»    | 65-69                   | E           |
|                            | 60-64                   |             |
| 2 – «неудовлетворительно»  | Ниже 60                 | F           |

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице, указанной ниже

| Сумма баллов | Оценка ECTS | Уровень приобретенных знаний по дисциплине  |
|--------------|-------------|---|
| 90-100       | A           | “Отлично” - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.                                 |
| 85-89        | B           | “Очень хорошо” - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному. |
| 75-84        | C           | “Хорошо” - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения   |

|         |   |  |
|---------|---|--|
|         |   | учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.   |
| 65-74   | D | “Удовлетворительно” - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки. |
| 60-64   | E | “Посредственно” - теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному.   |
| Ниже 60 | F | “Неудовлетворительно” - очень слабые знания, недостаточные для понимания курса, имеется большое количество основных ошибок и недочетов.  |

### Вопросы к экзамену

- Функции нескольких переменных. Предел и непрерывность функции двух переменных.
- Непрерывность функции двух переменных. Частные производные.
- Дифференцируемость и полный дифференциал функции двух переменных.
- Частные производные высших порядков. Равенство смешанных производных.
- Частные производные высших порядков. Дифференциалы высших порядков для функции двух переменных.
- Дифференцируемость функции двух и более переменных. Теорема о дифференцируемой функции и связи ее с существованием частных производных.
- Экстремум функции двух переменных.
- Функции многих переменных. Касательная плоскость и нормаль к поверхности.
- Формула Тейлора для функции двух переменных.
- Понятие неопределенного интеграла, свойства.
- Первообразная и неопределенный интеграл. Интегрирование по частям.
- Интегрирование рациональных функций.
- Интегрирование тригонометрических функций. Универсальная тригонометрическая подстановка.

- Интегрирование иррациональных функций. Интеграл Эйлера. Дробно–линейная подстановка.
- Определенный интеграл, его геометрический и физический смысл. Формула Ньютона-Лейбница.
- Определенный интеграл, его основные свойства.
- Несобственные интегралы I рода (с бесконечными пределами). Определение, геометрический смысл. Признак сравнения.
- Несобственные интегралы I рода (с бесконечными пределами). Признаки сходимости Коши и Дирихле.
- Несобственные интегралы II рода (от неограниченных функций). Определение, признак сравнения.
- Несобственные интегралы II рода (от неограниченных функций). Признак Коши.

## **7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1 Основная литература**

1. Башуров, В.В. Поиск решения математических задач // учебная книга инженера-физика / В.В. Башуров и др. – Москва: НИЯУ МИФИ, 2013. – 220 с.: ил.
2. Башуров, В.В. Методика решения математических задач // учебно-методическое пособие / В. В. Башуров, И.А. Комлева. – Москва: НИЯУ МИФИ, 2011. – 140 с.: ил.
3. Шипачев, В.С. Высшая математика: учеб.для вузов / В. С. Шипачев. – Изд. 8-е, стер. – Москва: Высшая школа, 2007. - 479 с.
4. Королев, А. В. Дифференциальные и разностные уравнения : учебник и практикум для вузов / А. В. Королев. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 280 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9896-2.

### **7.2 Дополнительная литература**

1. Бронштейн, И.Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов: справочник / И.Н. Бронштейн, К.А. Семендяев. – Электрон.дан. – СПб.: Лань, 2010. - 608 с.

2. Вдовин, А.Ю. Справочник по математике для бакалавров: учебное пособие / А.Ю. Вдовин, Н.Л. Воронцова, Л.А. Золкина [и др.]. – Электрон.дан. – СПб.: Лань, 2014. – 80 с.
3. Геворкян, П.С. Высшая математика. Основы математического анализа: учебник для вузов/ Геворкян П.С.– Электрон.текстовые данные. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. – 239 с.
4. Гусак, А.А. Справочник по высшей математике / Гусак А.А., Гусак Г.М., Бричикова Е.А.– Электрон.текстовые данные. — Минск: ТетраСистемс, 2009.
5. Тер-Крикоров, А.М. Курс математического анализа: Электрон.дан. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2012. – 678 с.
6. Аксенов, А. П. Дифференциальные уравнения в 2 ч. Часть 1 : учебник для вузов / А. П. Аксенов. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 241 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-7420-1.
7. Аксенов, А. П. Дифференциальные уравнения в 2 ч. Часть 2 : учебник для вузов / А. П. Аксенов. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 359 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-7422-5.
8. Боровских, А. В. Дифференциальные уравнения в 2 ч. Часть 1 : учебник и практикум для вузов / А. В. Боровских, А. И. Перов. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 327 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01777-9
9. Боровских, А. В. Дифференциальные уравнения в 2 ч. Часть 2 : учебник и практикум для вузов / А. В. Боровских, А. И. Перов. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 274 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02097-7.
10. Зайцев, В. Ф. Дифференциальные уравнения с частными производными первого порядка : учебное пособие для вузов / В. Ф. Зайцев, А. Д. Полянин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 416 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02377-0
11. Дифференциальные уравнения. Устойчивость и оптимальная стабилизация : учебное пособие для вузов / А. Н. Сесекин [и др.]; ответственный редактор А. Н. Сесекин ; под научной редакцией А. Ф. Шорикова. — Москва :

Издательство Юрайт, 2020. — 119 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08215-9

### 7.3 Периодические издания

1. Вестник Томского государственного университета. Математика и механика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8342.html>, свободный. – статья в интернете.
2. Вестник Новосибирского государственного университета. Математика, механика, информатика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8524>, свободный. – статья в интернете.
3. Вестник Российского университета дружбы народов. Серия Математика. Информатика. Физика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/32515.html>, свободный. – статья в интернете.

### 7.4 Интернет-ресурсы

1. Математика в помощь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mathtest.ru/> свободный. – статья в интернете.
2. Центр инженерных технологий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.exponenta.ru/>, свободный. – статья в интернете.
3. Ким-Тян Л.Р. Интегральное исчисление функций многих переменных. Векторный анализ : курс лекций / Ким-Тян Л.Р., Недосекина И.С.. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2018. — 96 с. — ISBN 978-5-906846-98-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/78568.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей
4. Забарин, В. И. Дифференциальное и интегральное исчисление функций многих переменных. Ч. II : учебно-методическое пособие / В. И. Забарин. — Кемерово : КемГУ, 2012. — 108 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/44332> — Режим доступа: для авториз. пользователей.



## **8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

### **ДИСЦИПЛИНЫ**

Для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, групповые и индивидуальные консультации, текущего контроля, промежуточной аттестации используются учебные аудитории, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду вуза.

ТТИ НИЯУ МИФИ обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Сведения о наличии оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий представлены на официальном сайте ТТИ НИЯУ МИФИ: <http://tti-mephi.ru/ttimephi/sveden/objects>