МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

**УТВЕРЖДАЮ:**
**Проректор по учебной работе**
_____ **П.Е. Троян**
«18» 05 2016 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

**Уровень основной образовательной программы** академический бакалавриат

**Направление(я) подготовки (специальность)** 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

**Профиль(и)** «Оптические системы и сети связи»

**Форма обучения** очная

**Факультет** РТФ (радиотехнический факультет)

**Кафедра** **СВЧ и КР**(сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники)

**Курс** 1 **Семестр** 2

**Учебный план набора 2013, 2014, 2015 года.**

**Распределение рабочего времени:**

| № | Виды учебной работы | Семестр 1 | Семестр 2 | Семестр 3 | Семестр 4 | Семестр 5 | Семестр 6 | Семестр 7 | Семестр 8 | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | | 36 | | | | | | | 36 | часов |
| 2 | Лабораторные работы | | | | | | | | | | часов |
| 3 | Практические занятия | | 64 | | | | | | | 64 | часов |
| 4 | Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная) | | | | | | | | | | часов |
| 5 | Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4) | | 100 | | | | | | | 100 | часов |
| 6 | Из них в интерактивной форме | | 22 | | | | | | | 22 | часов |
| 7 | Самостоятельная работа студентов (СРС) | | 80 | | | | | | | 80 | часов |
| 8 | Всего (без экзамена) (Сумма 5,7) | | 180 | | | | | | | 180 | часов |
| 9 | Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена | | 36 | | | | | | | 36 | часов |
| 10 | Общая трудоемкость (Сумма 8,9) | | 216 | | | | | | | 216 | часов |
| | (в зачетных единицах) | | 6 | | | | | | | 6 | ЗЕТ |

**Зачет** не предусмотрено **Диф. зачет** не предусмотрено

**Экзамен 2 семестр**

**Томск 2016**

Согласована на портале № 16185

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 282 от « 18 » 4 2016 г.

**Лист согласований**

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» утвержденного приказом министерства образования и науки РФ 06.03..2015г., №174

рассмотрена и утверждена на заседании кафедры 18 апреля 2016 г., протокол № 282.

Разработчик: зав. кафедрой математики _____ А.Л. Магазинникова

Зав. обеспечивающей кафедрой математики _____ А.Л. Магазинникова

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РТФ _____ К.Ю.Попова

Зав. профилирующей кафедрой СВЧиКР _____ С.Н.Шарангович

Зав. выпускающей кафедрой СВЧиКР _____ С.Н.Шарангович

Эксперты:
профессор кафедры математики ТУСУР _____ А.А.Ельцов

профессор кафедры СВЧиКР ТУСУР _____ А.Е.Мандель.



Согласована на портале № 16185

**1. Цели и задачи дисциплины:** целью курса является изучение основ математического анализа; методов, способов и средств получения, хранения, переработки математической информации, принятых в математическом анализе, включая методы решения задач математического анализа. В задачи курса входят: овладение методами, способами и средствами получения, хранения, переработки математической информации, принятыми в математическом анализе; методами исследования математических задач, развитие логического и алгоритмического мышления студентов, выработка у студентов способности к самоорганизации и самообразованию, в частности, умения работать с математической литературой.

**2. Место дисциплины в структуре ООП:** математический анализ относится к базовой части дисциплин математического и естественнонаучного цикла. Для изучения курса необходимо твердое знание студентами базового курса математики средней школы, а также курса линейной алгебры и аналитической геометрии. Математический анализ призван дать студентам математический аппарат, который будет использоваться в дальнейшем при изучении дисциплин математического и естественнонаучного цикла, профессионального цикла, в учебно-исследовательской и научно-исследовательской работе.

**3. Требования к результатам освоения дисциплины:**
процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:
ОК-7 - «Выпускник должен обладать способностью к самоорганизации и самообразованию»
ОПК-3 - «Выпускник должен обладать способностью владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации»

В результате изучения дисциплины студент должен:
**знать:** основные понятия математического анализа; методы, способы и средства получения, хранения, переработки математической информации, принятые в математическом анализе, включая методы решения типовых задач математического анализа.

**уметь:** применять методы, способы и средства получения, хранения, переработки математической информации, принятые в математическом анализе, для решения типовых задач, для освоения других дисциплин, предусмотренных учебным планом, и решения профессиональных задач. Пользоваться при необходимости математической литературой.

**владеть:** методами, способами и средствами получения, хранения, переработки математической информации, принятыми в математическом анализе, включая основные методы решения типовых задач; навыками самоорганизации и самообразования для изучения вопросов, касающихся математического анализа.



Согласована на портале № 16185

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестры | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | |
| **Аудиторные занятия (всего)** | 100 | | 100 | | |
| В том числе: | - | | - | - | - |
| Лекции | 36 | | 36 | | |
| Лабораторные работы (ЛР) | | | | | |
| Практические занятия (ПЗ) | 54 | | 54 | | |
| Семинары (С) | | | | | |
| Коллоквиумы (К) | 2 | | 2 | | |
| Курсовой проект/(работа) (аудиторная нагрузка) | | | | | |
| *Другие виды аудиторной работы* | | | | | |
| Контрольные работы | 8 | | 8 | | |
| **Самостоятельная работа (всего)** | 80 | | 80 | | |
| В том числе: | - | | - | - | - |
| Курсовой проект (работа) (самостоятельная работа) | | | | | |
| Расчетно-графические работы | | | | | |
| Реферат | | | | | |
| *Другие виды самостоятельной работы* | | | | | |
| Подготовка к практическим занятиям | 54 | | 54 | | |
| Подготовка к контрольным работам | 16 | | 16 | | |
| Подготовка к коллоквиуму | 10 | | 10 | | |
| | | | | | |
| Вид промежуточной аттестации -экзамен | 36 | | 36 | | |
| Общая трудоемкость час | 216 | | 216 | | |
| Зачетные Единицы Трудоемкости | 6 | | 6 | | |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Лекции | Лаборат. занятия | Практич. занятия | Курсовой П/Р (КРС) | Самост. работа студента | Всего час. (без экзам) | Формируемые компетенции (ОК, ПК) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Введение в анализ (включая функции комплексного переменного). | 10 | | 20 | | 24 | 54 | ОК-7, ОПК-3 |
| 2. | Дифференциальное исчисление (включая функции комплексного переменного). | 10 | | 20 | | 24 | 54 | ОК-7, ОПК-3 |
| 3. | Интегральное исчисление функций одной и многих переменных (включая функции комплексного переменного). Элементы теории поля. | 16 | | 24 | | 32 | 72 | ОК-7, ОПК-3 |
| | ВСЕГО | 36 | | 64 | | 80 | 180 | |



Согласована на портале № 16185

## 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

| № п/п | Наименование разделов | Содержание разделов | Трудоемкость (час.) | Формируемые компетенции (ОК, ПК) |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Введение в анализ (включая функции комплексного переменного). | Понятие функции, включая функции комплексной переменной, способы задания функции, Композиция функций, обратная функция. Последовательность и ее предел. Непрерывность функции. Предел функции. Неопределенные выражения. Классификация точек разрыва. Бесконечно малые и бесконечно большие функции и их свойства. Сравнение бесконечно малых, порядок малости. Главная часть бесконечно малой. Сравнение бесконечно больших функций, порядок роста. Главная часть бесконечно большой. | 10 | ОК-7, ОПК-3 |
| 2. | Дифференциальное исчисление (включая функции комплексного переменного). | Понятие дифференцируемой функции. Дифференциал функции. Инвариантность формы дифференциала первого порядка. Производная матрица и ее строение. Понятие частной производной. Производная по направлению. Градиент. Условия дифференцируемости функции. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора. Приложения дифференциала в приближенных вычислениях. Правило Лопиталя. Геометрический и механический смысл производной. Исследование функции. | 10 | ОК-7, ОПК-3 |
| 3. | Интегральное исчисление функций одной и многих переменных (включая функции комплексного переменного). Элементы теории поля. | Неопределённый интеграл и его свойства. Методы интегрирования: подведение под знак дифференциала, интегрирование по частям, интегрирование рациональных дробей.<br>Определённый интеграл и его свойства. Приложения определенного интеграла.<br>Понятие интеграла по фигуре (многообразию). Криволинейные интегралы I и II рода. Их физический смысл, свойства и вычисление. Независимость криволинейного интеграла II рода от пути интегрирования. Потенциальное векторное поле. Интеграл функции комплексной переменной. Двойной интеграл и его свойства. Вычисление интеграла в декартовых координатах. Замена переменных в двойном интеграле, переход к полярной системе координат. Поверхностные интегралы I и II рода. Их физический смысл, свойства и вычисление. Тройной интеграл и его свойства. Вычисление интеграла в декартовых координатах. Замена переменных в тройном интеграле, переход к цилиндрической или сферической системе координат.<br>Поток и дивергенция векторного поля. Формула Остроградского-Гаусса. Циркуляция и ротор векторного поля. Формула Стокса. | 16 | ОК-7, ОПК-3 |



Согласована на портале № 16185

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

| № п/п | Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин | № № разделов данной дисциплины из табл.5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 |
| **Предшествующие дисциплины** | | | | |
| 1. | Линейная алгебра и аналитическая геометрия. | + | + | + |
| **Последующие дисциплины** | | | | |
| 1 | Основы функционального анализа | + | + | + |
| 2 | Дискретная математика | + | + | + |
| 3 | Теория вероятностей и математическая статистика | + | + | + |
| 4 | Физика | + | + | + |
| 5 | Информационные технологии | + | + | + |
| 6 | Инженерная и компьютерная графика | + | + | + |
| 7 | Основы теории цепей | + | + | + |
| 8 | Метрология и радиоизмерения | + | + | + |
| 9 | Радиоматериалы и радиокомпоненты | + | + | + |
| 10 | Электроника | + | + | + |
| 11 | Электродинамика и распространение радиоволн | + | + | + |
| 12 | Радиотехнические цепи и сигналы | + | + | + |
| 13 | Схемотехника аналоговых электронных устройств | + | + | + |
| 14 | Цифровые устройства и микропроцессоры | + | + | + |
| 15 | Радиоавтоматика | + | + | + |
| 16 | Основы компьютерного проектирования РЭС | + | + | + |
| 17 | Устройства СВЧ и антенны | + | + | + |
| 18 | Цифровая обработка сигналов | + | + | + |
| 19 | Основы конструирования и технологии производства РЭС | + | + | + |
| 20 | Радиотехнические системы | + | + | + |

### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Перечень компетенций | Виды занятий | | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Л | Лаб | Пр. | КР/КП | СРС | |
| ОК-7, ОПК-3 | + | | + | | + | Опрос на лекции, на практическом занятии. Коллоквиум. Контрольная работа. Экзамен. |

Л – лекция, Пр – практические и семинарские занятия, Лаб – лабораторные работы, КР/КП – курсовая работа/проект, СРС – самостоятельная работа студента



Согласована на портале № 16185

## 6. Методы и формы организации обучения

**Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах**

| Методы / Формы | Лекции (час) | Практические/семинарские Занятия (час) | Всего |
|---|---|---|---|
| Обсуждение материала в ходе мультимедийных презентаций | 8 | | 8 |
| Работа в группах | | 5 | 5 |
| Выступление в роли обучающего | | 5 | 5 |
| Метод мозгового штурма | | 4 | 4 |
| Итого интерактивных занятий | 8 | 14 | 22 |

## 7. Лабораторный практикум не предусмотрено

## 8. Практические занятия (семинары)

| № п/п | № раздела дисциплины из табл. 5.1 | Тематика практических занятий (семинаров) | Трудоемкость (час.) | Компетенции ОК, ПК |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | Понятие функции, включая функции комплексной переменной, способы задания функции, Композиция функций, обратная функция. Последовательность и ее предел. Непрерывность функции. Предел функции. Неопределенные выражения. Классификация точек разрыва. Бесконечно малые и бесконечно большие функции и их свойства. Сравнение бесконечно малых, порядок малости. Главная часть бесконечно малой. Сравнение бесконечно больших функций, порядок роста. Главная часть бесконечно большой. | 20 | ОК-7, ОПК-3 |
| 2 | 2 | Понятие дифференцируемой функции. Дифференциал функции. Инвариантность формы дифференциала первого порядка. Производная матрица и ее строение. Понятие частной производной. Производная по направлению. Градиент. Условия дифференцируемости функции. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора. Приложения дифференциала в приближенных вычислениях. Правило Лопиталя. | 20 | ОК-7, ОПК-3 |
| 3 | 3 | Неопределённый интеграл и его свойства. Методы интегрирования: подведение под знак дифференциала, интегрирование по частям, интегрирование рациональных дробей.<br>Определённый интеграл и его свойства. Приложения определенного интеграла.<br>Понятие интеграла по фигуре (многообразию). Криволинейные интегралы I и II рода. Их физический смысл, свойства и вычисление. Независимость криволинейного интеграла II рода от пути интегрирования. Потенциальное векторное поле. Интеграл функции комплексной переменной. Двойной интеграл и его свойства. Вычисление интеграла в декартовых координатах. Замена переменных в двойном интеграле, переход к полярной системе координат. Поверхностные интегралы I и II рода. Их физический смысл, свойства и вычисление. Тройной интеграл и его свойства. Вычисление интеграла в декартовых координатах. Замена переменных в тройном интеграле, переход к цилиндрической или сферической системе координат.<br>Поток и дивергенция векторного поля. Формула Остроградского-Гаусса. Циркуляция и ротор векторного поля. Формула Стокса. | 24 | ОК-7, ОПК-3 |



Согласована на портале № 16185

## 9. Самостоятельная работа

| № п/п | № раздела дисциплины из табл. 5.1 | Тематика самостоятельной работы *(детализация)* | Трудоемкость (час.) | Компетенции ОК, ПК | Контроль выполнения работы |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | Изучение теоретического материала, решение задач. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольной работе. Темы: Понятие функции, включая функции комплексной переменной, способы задания функции. Композиция функций, обратная функция. Последовательность и ее предел. Непрерывность функции. Предел функции. Неопределенные выражения. Классификация точек разрыва. Бесконечно малые и бесконечно большие функции. Сравнение бесконечно малых, порядок малости. Главная часть бесконечно малой. Сравнение бесконечно больших функций, порядок роста. Главная часть бесконечно большой. | 24 | ОК-7, ОПК-3 | Опрос на лекции, практическом занятии. Коллоквиум. Контрольная работа. Экзамен. |
| 2 | 2 | Изучение теоретического материала, решение задач. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольной работе. Темы: Понятие дифференцируемой функции. Дифференциал функции. Производная матрица и ее строение. Понятие частной производной. Производная по направлению. Градиент. Производные и дифференциалы высших порядков. Формула Тейлора. Приложения дифференциала в приближенных вычислениях. Правило Лопиталя. Полное исследование функции. | 24 | ОК-7, ОПК-3 | Опрос на лекции, практическом занятии. Коллоквиум. Контрольная работа. Индивидуальное задание. Экзамен. |
| 3 | 3 | Изучение теоретического материала, решение задач. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к контрольной работе. Темы: Неопределённый интеграл и его свойства. Методы интегрирования: подведение под знак дифференциала, интегрирование по частям, интегрирование рациональных дробей. Определённый интеграл и его свойства. Приложения определенного интеграла. Понятие интеграла по фигуре (многообразию). Криволинейные интегралы I и II рода. Их физический смысл, свойства и вычисление. Независимость криволинейного интеграла II рода от пути интегрирования. Потенциальное векторное поле. Интеграл функции комплексной переменной. Двойной интеграл и его свойства. Вычисление интеграла в декартовых координатах. Замена переменных в двойном интеграле, переход к полярной системе координат. Поверхностные интегралы I и II рода. Их физический смысл, свойства и вычисление. Тройной интеграл и его свойства. Вычисление интеграла в декартовых координатах. Замена переменных в тройном интеграле, переход к цилиндрической или сферической системе координат. Поток и дивергенция векторного поля. Формула Остроградского-Гаусса. Циркуляция и ротор векторного поля. Формула Стокса. | 32 | ОК-7, ОПК-3 | Опрос на лекции, практическом занятии. Коллоквиум. Контрольная работа. Индивидуальное задание. Экзамен. |



Согласована на портале № 16185

**10. Примерная тематика курсовых проектов (работ)** не предусмотрено

**11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов**

**Таблица 11.1** Балльные оценки для элементов контроля.

| | Максимальный балл на 1 к.т. | Максимальный балл между 1 и 2 к.т. | Максимальный балл между 2 -й к.т. и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| Контрольные работы, тесты. | 10 | 15 | 15 | 40 |
| Индивидуальное задание | | | 10 | 10 |
| Коллоквиум. | 5 | 5 | | 10 |
| Работа на практических занятиях | | | 10 | 10 |
| Итого максимум за период: | 15 | 27 | 28 | 70 |
| Сдача экзамена (максимум) | | | | 30 |
| Нарастающим итогом: | 15 | 42 | 70 | 100 |

**Таблица 11.2** Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| **Баллы на дату контрольной точки** | **Оценка** |
|---|---|
| ≥ 90 % от максимальной суммы баллов на дату КТ | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 4 |
| От 50% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 3 |
| < 50 % от максимальной суммы баллов на дату КТ | 2 |

**Таблица 11.3** – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| **Оценка (ГОС)** | **Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен** | **Оценка (ECTS)** |
|---|---|---|
| 5 (отлично) (зачтено) | **90 - 100** | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | **85 – 89** | B (очень хорошо) |
| | **75 – 84** | C (хорошо) |
| | **70 - 74** | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | **65 – 69** | |
| | **50 - 64** | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно), (не зачтено) | **Ниже 50 баллов** | F (неудовлетворительно) |



Согласована на портале № 16185

**12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:**

**12.1** Основная литература.

1. Магазинников Л. И. Дифференциальное исчисление [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л. И. Магазинников, А. Л. Магазинников ; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Электрон. текстовые дан. - Томск : [б. и.], 2007. - on-line, 191 с. - http://edu.tusur.ru/training/publications/2246
2. Ельцов А.А. Интегральное исчисление. Дифференциальные уравнения : учебное пособие / А.А. Ельцов, Т.А. Ельцова ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 263[1] с. Экземпляры всего:100.
3. Бермант А.Ф. Краткий курс математического анализа / И.Г Араманович, С-Петербург Изд-во: Лань, 2010. 736стр. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2660
4. Петрушко И.М. Курс высшей математики. Теория функций комплексной переменной. / Петрушко И.М., Елисеев А.Г. и др. С-Петербург Изд-во: Лань, 2010. 368 стр. http://lanbook.com/books/526
5. Магазинников Л.И. Практикум по дифференциальному исчислению: Учебное пособие / Л.И. Магазинников, А.Л. Магазинников; Министерство образования Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск: ТУСУР, 2007. - 212 с. (99 экз.)

**12.2** Дополнительная литература.

1. Бугров Я.С. Высшая математика: учебник для вузов: В 3 т. / Я.С. Бугров, С.М. Никольский; ред. В.А. Садовничий. Т. 2: Дифференциальное и интегральное исчисление.- 7-е изд., стереотип. - М.: Дрофа, 2005. - 509[2] с. (31 экз.)
2. Ельцов А.А. Практикум по интегральному исчислению и дифференциальным уравнениям: учебное пособие / А.А. Ельцов, Т.А. Ельцова; Федеральное агентство по образованию (М.), Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск: ТУСУР, 2005. - 204 с. (285 экз.)

**12.3** ***Практические занятия проводятся по учебным пособиям:***

1. Магазинников Л.И. Высшая математика I. Практикум по дифференциальному исчислению: Учебное пособие / Л.И. Магазинников, А.Л. Магазинников; Министерство образования Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск: ТУСУР, 2007. - 212 с. Экземпляров в библиотеке ТУСУРа: 99.
2. Ельцов А.А. Интегральное исчисление. Дифференциальные уравнения : учебное пособие / А.А. Ельцов, Т.А. Ельцова ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 263[1] с. Экземпляры всего:100.
3. Петрушко И.М. Курс высшей математики. Теория функций комплексной переменной. / Петрушко И.М., Елисеев А.Г. и др. С-Петербург Изд-во: Лань, 2010. 368 стр. http://lanbook.com/books/526

***Задания на контрольные работы и индивидуальные задания приведены в каждом из следующих учебных пособий:***

1. Магазинников Л.И. Высшая математика I. Практикум по дифференциальному исчислению: Учебное пособие / Л.И. Магазинников, А.Л. Магазинников; Министерство образования Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск: ТУСУР, 2007. - 212 с. Экземпляров в библиотеке ТУСУРа: 99.
2. Ельцов А.А. Интегральное исчисление. Дифференциальные уравнения : учебное пособие / А.А. Ельцов, Т.А. Ельцова ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный



Согласована на портале № 16185

университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 263[1] с. Экземпляры всего:100.
3. Петрушко И.М. Курс высшей математики. Теория функций комплексной переменной. / Петрушко И.М., Елисеев А.Г. и др. С-Петербург Изд-во: Лань, 2010. 368 стр. http://lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=45&pl1_id=526

***Программное обеспечение.*** Система дистанционного образования MOODLE(методические материалы: текстовые, аудио и видеофайлы, индивидуальные задания, тесты и т.д.),
Mathcad, Octave.

**12.4. Необходимые базы данных, информационно-справочные и поисковые системы** ссылки с сайта кафедры на математические ресурсы и он-лайн тренажёры.

**13. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**
Возможность работать в компьютерном классе из расчёта один компьютер на студента. Лекционные аудитории, оснащённые техникой для мультимедийных презентаций. Возможность работать на практических занятиях с применением устройств «Символ-Тест» для самоконтроля.



БИБЛИОТЕКА ТУСУР

Согласована на портале № 16185

**Приложение к рабочей программе**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

**УТВЕРЖДАЮ**
**Проректор по учебной работе**
_____ **П. Е. Троян**

« » 2016 г.

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

**Уровень основной образовательной программы** академический бакалавриат

**Направление подготовки** 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

**Профиль** Микроволновая техника и антенны

**Форма обучения** очная

**Факультет** Радиотехнический (РТФ)

**Кафедра** Сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧ и КР)

**Курс** 1 **Семестр** 2

**Учебный план набора 2013, 2014, 2015 года.**

**Зачет** не предусмотрен **Диф. зачет** не предусмотрен

**Экзамен** 2 семестр

**Томск 2016**

Согласована на портале № 16185

# 1 Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения. ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов. Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций приведен в таблице 1.

**Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций**

| Код | Формулировка компетенции | Этапы формирования компетенции |
|---|---|---|
| **ОК-7** | способность к самоорганизации и самообразованию | **Должен знать** основные понятия математического анализа; методы, способы и средства получения, хранения, переработки математической информации, принятые в математическом анализе, включая методы решения типовых задач математического анализа. **Должен уметь** применять методы, способы и средства получения, хранения, переработки математической информации, принятые в математическом анализе, для решения типовых задач, для освоения других дисциплин, предусмотренных учебным планом, и решения профессиональных задач. Пользоваться при необходимости математической литературой. **Должен владеть** методами, способами и средствами получения, хранения, переработки математической информации, принятыми в математическом анализе, включая основные методы решения типовых задач; навыками самоорганизации и самообразования для изучения вопросов, касающихся математического анализа. |
| **ОПК-3** | способность владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации | |

# 2 Реализация компетенций

## 1 Компетенция ОК-7

**ОК-7: способность к самоорганизации и самообразованию.**

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.



Согласована на портале № 16185

**Таблица 2 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания**

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Содержание этапов** | Знает основные понятия математического анализа; методы, способы и средства получения, хранения, переработки математической информации, принятые в математическом анализе, включая методы решения типовых задач математического анализа. | Умеет применять методы, способы и средства получения, хранения, переработки математической информации, принятые в математическом анализе, для решения типовых задач, для освоения других дисциплин, предусмотренных учебным планом, и решения профессиональных задач. Пользоваться при необходимости математической литературой. | Владеет методами, способами и средствами получения, хранения, переработки математической информации, принятыми в математическом анализе, включая основные методы решения типовых задач; навыками самоорганизации и самообразования для изучения вопросов, касающихся математического анализа. |
| **Виды занятий** | • Лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Семинары;<br>• Групповые консультации;<br>• Самостоятельная работа студентов; | • Практические занятия;<br>• Групповые консультации;<br>• Выполнение домашнего задания;<br>• Самостоятельная работа студентов; | • Практические занятия;<br>• Групповые консультации;<br>• Выполнение индивидуального задания;<br>• Самостоятельная работа студентов; |
| **Используемые средства оценивания** | • Тест;<br>• Сообщение на семинаре;<br>• Ответ на коллоквиуме;<br>• Контрольная работа;<br>• Экзамен; | • Контрольная работа;<br>• Оформление домашнего задания;<br>• Конспект материала, вынесенного на самостоятельную работу;<br>• Экзамен; | • Контрольная работа;<br>• Оформление и защита индивидуального задания;<br>• Экзамен. |



Согласована на портале № 16185

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

**Таблица 3 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам**

| **Показатели и критерии** | **Знать** | **Уметь** | **Владеть** |
|---|---|---|---|
| **Отлично (высокий уровень)** | Обладает системными и глубокими знаниями в пределах изучаемой дисциплины с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует выполняемую работу, проводит оценку выполненной работы, модифицирует этапы работы |
| **Хорошо (базовый уровень)** | Обладает знаниями основных понятий на уровне определений и взаимосвязей между ними в пределах изучаемой дисциплины | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения типовых задач с элементами исследования | Оперирует основными методами решения задач и исследований |
| **Удовлетворительно (пороговый уровень)** | Обладает знаниями основных понятий на уровне названий и обозначений, алгоритмов решения типовых задач | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых типовых задач | Работает при прямом наблюдении и контроле |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.



Согласована на портале № 16185

**Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах**

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Отлично (высокий уровень)** | • раскрывает сущность математических понятий, проводит их характеристику;<br>• анализирует связи между различными математическими понятиями;<br>• обосновывает выбор математического метода, план, этапы решения задачи; | • свободно применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях;<br>• умеет математически показать и аргументированно доказать положения изучаемой дисциплины; | • свободно оперирует методами изучаемой дисциплины;<br>• организует коллективное выполнение работы, затрагивающей изучаемую дисциплину;<br>• свободно владеет разными способами представления математической информации. |
| **Хорошо (базовый уровень)** | • дает определения основных понятий и приводит примеры их применения;<br>• понимает связи между различными понятиями;<br>• аргументирует выбор метода решения задачи;<br>• составляет план решения задачи; | • способен различить стандартные и новые ситуации при решении задач;<br>• умеет корректно выражать и аргументированно обосновывать положения изучаемой дисциплины; | • критически осмысливает полученные знания;<br>• способен работать в коллективе, задачи которого затрагивают изучаемую дисциплину; |



Согласована на портале № 16185

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Удовлетворительно (пороговый уровень)** | • воспроизводит основные факты, идеи;<br>• распознает основные математические объекты;<br>• знает алгоритмы решения типовых задач; | • умеет применять алгоритмы решения типовых задач на практике;<br>• умеет работать со справочной литературой;<br>• умеет оформлять результаты своей работы; | • поддерживает разговор на темы изучаемой дисциплины;<br>• владеет основной терминологией изучаемой дисциплины. |

## 2 Компетенция ОПК-3

**ОПК-3: способность владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации.**

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

**Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания**

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Содержание этапов** | Знает основные понятия математического анализа; методы, способы и средства получения, хранения, переработки математической информации, принятые в математическом анализе, включая методы решения типовых задач математического анализа. | Умеет применять методы, способы и средства получения, хранения, переработки математической информации, принятые в математическом анализе, для решения типовых задач, для освоения других дисциплин, предусмотренных учебным планом, и решения профессиональных задач. Пользоваться при необходимости математической литературой. | Владеет методами, способами и средствами получения, хранения, переработки математической информации, принятыми в математическом анализе, включая основные методы решения типовых задач; навыками самоорганизации и самообразования для изучения вопросов, касающихся математического анализа. |



Согласована на портале № 16185

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Виды занятий** | • Лекции;<br>• Практические занятия;<br>• Семинары;<br>• Групповые консультации;<br>• Самостоятельная работа студентов; | • Практические занятия;<br>• Групповые консультации;<br>• Выполнение домашнего задания;<br>• Самостоятельная работа студентов; | • Практические занятия;<br>• Групповые консультации;<br>• Выполнение индивидуального задания;<br>• Самостоятельная работа студентов; |
| **Используемые средства оценивания** | • Тест;<br>• Сообщение на семинаре;<br>• Ответ на коллоквиуме;<br>• Контрольная работа;<br>• Экзамен; | • Контрольная работа;<br>• Оформление домашнего задания;<br>• Конспект материала, вынесенного на самостоятельную работу;<br>• Экзамен; | • Контрольная работа;<br>• Оформление и защита индивидуального задания;<br>• Экзамен. |



Согласована на портале № 16185

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 6.

**Таблица 6 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам**

| **Показатели и критерии** | **Знать** | **Уметь** | **Владеть** |
|---|---|---|---|
| **Отлично (высокий уровень)** | Обладает системными и глубокими знаниями в пределах изучаемой дисциплины с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует выполняемую работу, проводит оценку выполненной работы, модифицирует этапы работы |
| **Хорошо (базовый уровень)** | Обладает знаниями основных понятий на уровне определений и взаимосвязей между ними в пределах изучаемой дисциплины | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения типовых задач с элементами исследования | Оперирует основными методами решения задач и исследований |
| **Удовлетворительно (пороговый уровень)** | Обладает знаниями основных понятий на уровне названий и обозначений, алгоритмов решения типовых задач | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых типовых задач | Работает при прямом наблюдении и контроле |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 7.



Согласована на портале № 16185

**Таблица 7 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах**

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Отлично (высокий уровень)** | • раскрывает сущность математических понятий, проводит их характеристику;<br>• анализирует связи между различными математическими понятиями;<br>• обосновывает выбор математического метода, план, этапы решения задачи; | • свободно применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях;<br>• умеет математически показать и аргументированно доказать положения изучаемой дисциплины; | • свободно оперирует методами изучаемой дисциплины;<br>• организует коллективное выполнение работы, затрагивающей изучаемую дисциплину;<br>• свободно владеет разными способами представления математической информации. |
| **Хорошо (базовый уровень)** | • дает определения основных понятий и приводит примеры их применения;<br>• понимает связи между различными понятиями;<br>• аргументирует выбор метода решения задачи;<br>• составляет план решения задачи; | • способен различить стандартные и новые ситуации при решении задач;<br>• умеет корректно выражать и аргументированно обосновывать положения изучаемой дисциплины; | • критически осмысливает полученные знания;<br>• способен работать в коллективе, задачи которого затрагивают изучаемую дисциплину; |



Согласована на портале № 16185

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| **Удовлетворительно (пороговый уровень)** | • воспроизводит основные факты, идеи;<br>• распознает основные математические объекты;<br>• знает алгоритмы решения типовых задач; | • умеет применять алгоритмы решения типовых задач на практике;<br>• умеет работать со справочной литературой;<br>• умеет оформлять результаты своей работы; | • поддерживает разговор на темы изучаемой дисциплины;<br>• владеет основной терминологией изучаемой дисциплины. |



Согласована на портале № 16185

## 3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы: типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в составе:

**Тест**: итоговый тест по элементарным знаниям и практическим навыкам

1. Найдите область определения функции $f(x) = \ln(x^2 - 1)$, $x \in \mathbb{R}$. Изобразите область определения на числовой оси.

2. Укажите точки разрыва функции

$$f(x) = \begin{cases} \dfrac{x+3}{x^2-9} & \text{при } x < 0, \\ \dfrac{x-1}{x^2-4} & \text{при } x > 0, \end{cases} \qquad x \in \mathbb{R}.$$

3. Найдите область определения функции $f(z) = \dfrac{z-1}{z^2+4}$, $z \in \mathbb{C}$.

4. Укажите функции, которые являются чётными. Ответ обоснуйте:

а) $f(x) = \cos(2x)$; б) $f(x) = \sin(2x)$; в) $f(x) = (x-1)^2$;

г) $f(x) = \sin(2x+2)$; д) $f(x) = \cos(2x+2)$; е) $f(x) = 2x^2$.

---

5. Укажите пределы, в которых присутствует неопределённость $\dfrac{0}{0}$ :

а) $\lim\limits_{x\to 3} \dfrac{x^2+1}{2x-6}$; б) $\lim\limits_{x\to 3} \dfrac{\sin x}{x}$; в) $\lim\limits_{x\to 3} \dfrac{x-3}{\ln(x^2-2x-2)}$; г) $\lim\limits_{x\to\infty} \dfrac{4x+1}{3x+2}$.

6. Укажите функции, бесконечно большие при $x \to -\infty$. Ответ обоснуйте:

а) $f(x) = \cos(2x)$; б) $f(x) = e^{2x}$; в) $f(x) = e^{-2x}$; г) $f(x) = \dfrac{1}{x}$; д) $f(x) = 2x^2$.

7. Найдите $\lim\limits_{x\to 0} \dfrac{\ln(1+\sin(2x))}{\operatorname{tg}(4x)}$.

---

8. Найдите производную и дифференциал функции $y = x\sin(5x^2)$.

9. Найдите градиент функции $u(x,y) = y\sqrt{5x^2+y}$. Вычислите его значение в точке $M(0,1)$.

10. Удовлетворяет ли функция $y(x) = \dfrac{1}{8}x^4 - \dfrac{1}{3}x^3 + \dfrac{1}{2}x^2$ уравнению $y''' = 3x - 2$?

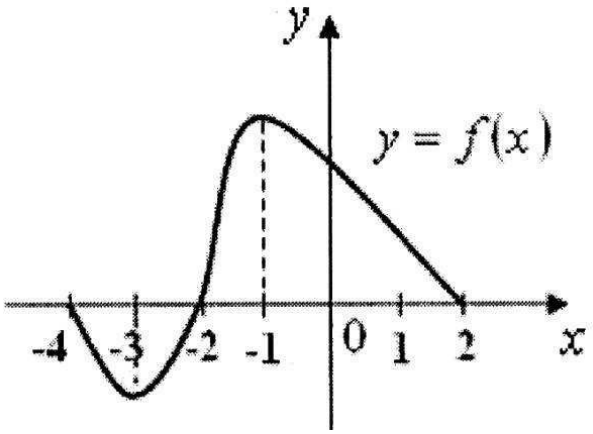
11. Дана функция $u(x,y) = \dfrac{x+1}{5y}$. Найдите $\dfrac{\partial^2 u}{\partial x \partial y}$.

---



Согласована на портале № 16185

12. Дан график функции $f(x)$. Укажите промежуток, на котором выполняются три условия: $f(x) < 0$, $f'(x) > 0$, $f''(x) > 0$.




13. Найдите асимптоты графика функции $f(x) = \dfrac{x^3}{x^2 - 4x + 3}$.

14. Значение функции $y = \sqrt[5]{x^4}$ в точке $x_0 + \triangle x$ можно вычислить по формуле

1. $\sqrt[5]{(x_0 + \triangle x)^4} = \sqrt[5]{x_0^4} + \dfrac{1}{5\sqrt[5]{x_0}} \triangle x + o(\triangle x)$
3. $\sqrt[5]{(x_0 + \triangle x)^4} = \sqrt[5]{x_0^4} + \dfrac{4}{5\sqrt[5]{x_0}} \triangle x + o(\triangle x)$
2. $\sqrt[5]{(x_0 + \triangle x)^4} = \sqrt[5]{x_0^4} - \dfrac{4}{5\sqrt[5]{x_0}} \triangle x + o(\triangle x)$
4. $\sqrt[5]{(x_0 + \triangle x)^4} = \sqrt[5]{x_0^4} - \dfrac{1}{5\sqrt[5]{x_0}} \triangle x + o(\triangle x)$

15. Найдите точки экстремума функции $f(x) = x^{2/3} + x^{5/3}$.

---

16. Вычислите площадь фигуры, ограниченной линиями: $y = x^2 + 1$, $y = 2$, $x = 0$.

17. Найдите первообразную функции $f(x) = \dfrac{1}{(x-2)^2(x+3)}$.

18. Известно, что $\int\limits_0^1 f(x)\,dx = \sqrt{3}$, $\int\limits_0^1 g(x)\,dx = \sqrt{3} - 1$. Чему равен

$$\int\limits_0^1 [(\sqrt{3}+2)f(x) + (\sqrt{3}-1)g(x)]\,dx?$$

---

19. Пусть $\iint\limits_D f(x,y)dxdy = \int\limits_{-1}^{-2} dx \int\limits_2^3 f(x,y)dy$. Тогда область интегрирования $D$ данного интеграла имеет вид

1) треугольника
2) окружности
3) квадрата
4) прямоугольника



Согласована на портале № 16185

20. Установите соответствие между данными интегралами и названиями из списка:

1. $\int\limits_L (x+y)\,dl$, по контуру $L:\ x^2+y^2=9$;
2. $\iint\limits_D e^{x+y}\,dxdy$, $D$ — фигура, ограниченная линиями $x=0$, $x=1$, $y=0$, $y=2$;
3. $\iint\limits_S x\,dydz + 2y\,dxdz + z\,dxdy$, $S$ — часть плоскости $x+y+3z-2=0$ в первом октанте.

а) Неопределённый интеграл
б) Определённый интеграл
в) Двойной интеграл
г) Тройной интеграл
д) Криволинейный интеграл первого рода
е) Криволинейный интеграл второго рода
ж) Поверхностный интеграл первого рода
з) Поверхностный интеграл второго рода.

21. Запишите исходное соотношение для вычисления работы векторного поля

$$\mathbf{f} = \sqrt{y}\,\mathbf{i} + \frac{x}{2\sqrt{y}}\,\mathbf{j}$$

по перемещению материальной точки вдоль кривой $L$: $x=2y^2$ от точки $O(0,0)$, до точки $B(8,2)$.

---

22. Вычислите интеграл. Если функция аналитическая, используйте формулу Ньютона-Лейбница:

$$\int\limits_L z\,dz; \quad L \text{ — отрезок прямой, между точками } O(0,0),\ B(1,2).$$

23. Является ли функция $f(z)=z+\bar{z}$ аналитической? Ответ обоснуйте.

24. Дана функция $f(z)=e^{z+2}$. Найдите $|f(z)|$, $\arg f(z)$.

25. Вычислите значение производной функции $f(z)=\cos(3z+6i)$ в точке $z_0=1-2i$.

---

**Контрольные работы** по темам:

1. Введение в анализ;
2. Дифференциальное исчисление;
3. Интегральное исчисление. Элементы теории поля.



Согласована на портале № 16185

*Демо-варианты контрольных работ.*

*Тема:* Введение в анализ

**Вариант демо-1**

1. Исследовать на непрерывность данную функцию. Охарактеризовать её точки разрыва.

$$f(x) = \frac{\sin(x+1)}{x^2-1} + \frac{\operatorname{arctg}(x-2)}{\sqrt{x^2-4x+4}}$$

(581.РП) В ответ вводить все точки разрыва (слева направо), указывая следом за точкой тип разрыва (1;2; у).

2. Выделить главную часть бесконечно малой $\alpha(x) = \dfrac{\sin^3(3x)}{(x+3)\left(\sqrt{4+3x^2}-2\right)}$ при $x \to 0$. (071.РП) В ответ ввести сначала $c$, затем $k$.

Найти пределы

3. $\lim\limits_{x\to 4}\left(\dfrac{x-3}{2x-7}\right)^{\frac{x+3}{4-x}}$;

4. $\lim\limits_{x\to \infty}\left(\dfrac{x-3}{2x-7}\right)^{\frac{x^2-3}{2x-7}}$

*Тема:* Дифференциальное исчисление

**Вариант демо-1**

1. Дана функция $u = x^3y - xy^3 - 3z^2$. Найдите:

а) (Д01.РП) $\operatorname{grad} u$ и координаты вектора $\operatorname{grad} u$ в точке $M(1,1,-1)$;

б) (371) $\dfrac{\partial u}{\partial \mathbf{a}}$ в точке $M$ в направлении вектора $\mathbf{a}\{2,-2,-1\}$.

2. К каким из четырёх основных классов относятся данные функции? Ответ обоснуйте. Найдите дифференциалы данных функций:

а) $f(x) = x \cdot \arcsin\dfrac{x}{2}$;

б) $f(x,y) = \begin{bmatrix} \sqrt{x^2+y^2} \\ x^2/y^2 \end{bmatrix}$.

3. Докажите, что функция $z = \operatorname{arctg}\dfrac{y}{x}$ удовлетворяет уравнению $\dfrac{\partial^2 z}{\partial y^2} + \dfrac{\partial^2 z}{\partial x^2} = 0$.

4. Исследуйте функцию на аналитичность всеми возможными способами. Если какой-то из способов применить сложно (невозможно), обоснуйте почему.

а) $\operatorname{Re}(z + 2\bar{z})$;

б) $\dfrac{z}{z^2+9}$.



Согласована на портале № 16185

5. Найдите с помощью правила Лопиталя:

а) $\lim\limits_{x\to 0}\dfrac{e^{3x}-1}{\arcsin 4x}$; б) $\lim\limits_{x\to+\infty} x\sin\dfrac{4}{x}$; в) $\lim\limits_{x\to+\infty}\left(2^x+x\right)^{1/x}$.

---

**Вариант демо-2**

1. Дана функция $u=\operatorname{arctg}\dfrac{yz+1}{x}$. Найдите:

а) (СР2.РП) $\operatorname{grad} u$ и координаты вектора $\operatorname{grad} u$ в точке $A(1,2,-3)$;

б) (6Т2) $\dfrac{\partial u}{\partial \mathbf{a}}$ в точке $A$ в направлении вектора $\mathbf{a}\{3,0,-4\}$.

2. К каким из четырёх основных классов относятся данные функции? Ответ обоснуйте. Найдите дифференциалы данных функций:

а) $f(x,y)=x^y$; б) $f(t)=e^{t^2}\cdot\mathbf{i}+\sin^2 t\cdot\mathbf{j}+\cos^2 t\cdot\mathbf{k}$.

3. Докажите, что функция $z=y\ln x$ удовлетворяет уравнению $\dfrac{\partial z}{\partial x}-y\cdot\dfrac{\partial^2 z}{\partial x\partial y}=0$.

4. Исследуйте функцию на аналитичность всеми возможными способами. Если какой-то из способов применить сложно (невозможно), обоснуйте почему:

а) $\operatorname{Im}(z^2+z)$; б) $\sin(2z+1)$.

5. Найдите с помощью правила Лопиталя:

а) $\lim\limits_{x\to+\infty}\dfrac{\pi-2\operatorname{arctg} x}{e^{3/x}-1}$; б) $\lim\limits_{x\to\pi/2}\left(\dfrac{x}{\operatorname{ctg} x}-\dfrac{\pi}{2\cos x}\right)$; в) $\lim\limits_{x\to 0} x^{1/\ln(e^x-1)}$.

*Тема:* Интегралы. Элементы теории поля.

**Вариант демо-1**

1. Вычислите интегралы. Для аналитических функций используйте формулу Ньютона-Лейбница.

а) $\int\limits_L \cos(2z+1)\,dz$; $L$ — отрезок прямой, между точками $O(0,0)$, $B(1,3)$.

б) $\int\limits_L z\operatorname{Im} z\,dz$; $L$ — $|z|=2$.

2. Найдите поток векторного поля $\bar f = z\bar i + x\bar j + y\bar k$ через часть плоскости $2x+3y+z=1$, расположенную в первом октанте ($\gamma$ — острый).

3. Найдите $div\,\bar f$ и $rot\,\bar f$ в точке $M(1,2,-1)$, если $\mathbf{f}=x^2\,\mathbf{i}+2y\,\mathbf{j}+z\,\mathbf{k}$.



Согласована на портале № 16185

4. Какой из данных интегралов удобнее вычислять в полярной системе координат (ответ обоснуйте)? Вычислите этот интеграл.

а) $\iint\limits_D e^{x+y}\,dxdy$, если $D$ — фигура, ограниченная линиями $y = 4$, $y = 6$, $3x - 2y + 4 = 0$, $3x - 2y + 1 = 0$.

б) $\iint\limits_D \sqrt{9 - x^2 - y^2}\,dxdy$, $D$ — фигура $x^2 + y^2 \leqslant x$.

5. Вычислить поток векторного поля $\mathbf{f} = x^2\,\mathbf{i} + 2y\,\mathbf{j} + z\,\mathbf{k}$ через поверхность: $z = x^2 + y^2$, $z = 1$.

**Выполнение индивидуального задания** по темам:

1. Исследование функции;
2. Приложения определённого интеграла.

*Тема:* Исследование функции

**Вариант демо-1**

Охарактеризовать данное отображение. Провести полное исследование модуля и аргумента данной функции. *Примечание:* $j$ — стандартное обозначение мнимой единицы в радиотехнических дисциплинах, $\omega \in (0, +\infty)$.

$$z(\omega) = 10 + j\omega \cdot 10^{-4}.$$

*Тема:* Приложения определённого интеграла

**Вариант демо-1**

1. Фигура $D$ ограничена кривыми

$$y = x^4, \quad y = \sqrt{x}$$

а) изобразите фигуру $D$ на рисунке;
б) поясните, можно ли считать $D$ простейшей областью I типа; простейшей областью II типа;
в) найдите площадь фигуры $D$ (если можно, то двумя способами).

2. Вычислите длину дуги кривой

$$\begin{cases} x = 2(t - \sin t), \\ y = 2(1 - \cos t), \end{cases} \quad 0 \leq t \leq \frac{\pi}{2}$$

*Дополнительное задание*: изобразите данную кривую на рисунке.

**Темы лабораторных работ**: не предусмотрены.



Согласована на портале № 16185

**Темы для самостоятельной работы**:

1. Элементарные функции;
2. Исследование функции;
3. Предел последовательности. Предел функции;
4. Дифференциал функции. Применение дифференциала в приближённых вычислениях.

**Темы курсового проекта**: не предусмотрен.

**Темы семинаров**:

1. Основные элементарные функции. Предел функции;
2. Понятие дифференцируемой функции. Дифференциалы и их применение в приближённых вычислениях;
3. Интеграл по многообразию (фигуре).

**Темы коллоквиума**:

1. Введение в анализ (включая функции комплексного переменного);
2. Дифференциальное исчисление (включая функции комплексного переменного);
3. Интегральное исчисление функций одной и мно-гих переменных (включая функции комплексного переменного). Элементы теории поля.

**Темы домашних заданий**:

1. Введение в анализ (включая функции комплексного переменного);
2. Дифференциальное исчисление (включая функции комплексного переменного);
3. Интегральное исчисление функций одной и мно-гих переменных (включая функции комплексного переменного). Элементы теории поля.

**Экзаменационные вопросы**:

1. Опишите класс основных элементарных функций. Для каждой из основных элементарных функций требуется проводить характеристику по плану исследования функции и строить график ($a$, $b$, $c$ — действительные числа).



Согласована на портале № 16185

1. $f(x) = ax + b$ 2. $f(x) = ax^2 + bx + c$ 3. $f(x) = ax^3$

4. $f(x) = \dfrac{a}{x}$ 5. $f(x) = \sqrt{x}$ 6. $f(x) = \sqrt[3]{x}$

7. $f(x) = \cos x$ 8. $f(x) = \sin x$ 9. $f(x) = \operatorname{tg} x$

10. $f(x) = \operatorname{ctg} x$ 11. $f(x) = \arccos x$ 12. $f(x) = \arcsin x$

13. $f(x) = \operatorname{arctg} x$ 14. $f(x) = \operatorname{arcctg} x$ 15. $f(x) = a^x$

16. $f(x) = e^x$ 17. $f(x) = \operatorname{ch} x$ 18. $f(x) = \operatorname{sh} x$

19. $f(x) = \log_a x$ 20. $f(x) = \lg x$ 21. $f(x) = \ln x$

22. Охарактеризуйте множества $\mathbb{N}$, $\mathbb{Z}$, $\mathbb{Q}$, $\mathbb{R}$, $\mathbb{C}$. Поясните, какие числа называют рациональными, иррациональными. В чём заключаются свойства непрерывности, плотности и упорядоченности множества действительных чисел?

23. Сформулируйте понятия ограниченного множества, неограниченного множества. Символы $\infty$, $-\infty$, $+\infty$. Операции с символами $\infty$, $-\infty$, $+\infty$. Запишите в виде неравенств: $x \in (a, +\infty)$, $x \in [a, +\infty)$, $x \in (-\infty, a)$, $x \in (-\infty, a]$, каждый из указанных промежутков изобразите на числовой оси.

24. Понятие функции $f : X \in R_n \to Y \in R_m$. Как описать область определения и область значений функции при различных значениях $m$ и $n$? (Можно ответить на примере $m = 1, 2, 3$ и $n = 1, 2, 3$). Понятие графика функции. В каких случаях имеет смысл говорить о графике функции?

25. Охарактеризуйте четыре класса функций $f : X \in R_n \to Y \in R_m$ при различных значениях $m$ и $n$. Для каждого класса приведите пример (рекомендуем взять функции из других дисциплин, чтобы у примера был практический смысл).

26. Дайте определение и приведите примеры монотонно убывающей, монотонно возрастающей функций.

27. Дайте определение и приведите примеры четной, нечетной функций и функции общего вида; периодической функции.

28. Дайте определение и приведите примеры функций: ограниченной, неограниченной; ограниченной сверху, неограниченной сверху; ограниченной снизу, неограниченной снизу.

29. Дайте определение функции комплексного переменного. Покажите, что задание функции $f(z)$ сводится к заданию двух функций двух вещественных переменных на каком-нибудь примере.

30. Дайте определение композиции функций. Приведите примеры. Как найти область определения сложной функции?

31. Понятие обратной функции. В каких случаях для данной функции может быть введена обратная функция? Приведите примеры обратных функций.



Согласована на портале № 16185

32. Понятие последовательности. Виды последовательностей. Приведите примеры числовой и векторной последовательностей.

33. Дайте определение окрестности конечной точки $x_0$ в $\mathbb{R}$. Сформулируйте понятия односторонних окрестностей в $\mathbb{R}$. Окрестности бесконечно удалённой точки в $\mathbb{R}$. Окрестности конечной и бесконечно удалённой точек в $R_2$ и $R_3$.

34. Понятия внутренней и граничной точки множества, границы множества, открытого и замкнутого множеств.

35. Понятие предельной точки множества. Предельные точки в $\mathbb{N}$ и $\mathbb{R}$.

36. Определение предела последовательности. Чем различаются определения для числовой и векторной последовательностей?

37. Сформулируйте теорему о пределе векторной последовательности. Теоремы о пределе комплексной последовательности.

38. Дайте определения на языке окрестностей и неравенств, приведите рисунок для понятий:

| | | |
|---|---|---|
| 1. $\lim\limits_{x\to x_0} f(x) = A$ | 2. $\lim\limits_{x\to x_0-0} f(x) = A$ | 3. $\lim\limits_{x\to x_0+0} f(x) = A$ |
| 4. $\lim\limits_{x\to x_0} f(x) = -\infty$ | 5. $\lim\limits_{x\to x_0} f(x) = +\infty$ | 6. $\lim\limits_{x\to x_0-0} f(x) = -\infty$ |
| 7. $\lim\limits_{x\to x_0+0} f(x) = -\infty$ | 8. $\lim\limits_{x\to x_0-0} f(x) = +\infty$ | 9. $\lim\limits_{x\to x_0+0} f(x) = +\infty$ |
| 10. $\lim\limits_{x\to -\infty} f(x) = A$ | 11. $\lim\limits_{x\to +\infty} f(x) = A$ | 12. $\lim\limits_{x\to -\infty} f(x) = -\infty$ |
| 13. $\lim\limits_{x\to +\infty} f(x) = -\infty$ | 14. $\lim\limits_{x\to -\infty} f(x) = +\infty$ | 15. $\lim\limits_{x\to +\infty} f(x) = +\infty$ |

39. Дайте определение предела функции $f(z)$ при $z \to z_0$.

40. Дайте определение непрерывной функции $f(z)$. Сформулируйте теорему о непрерывности функции $f(z)$.

41. Сформулируйте теорему о пределе векторной функции. Теоремы о пределе комплексной функции комплексного аргумента.

42. Сформулируйте теорему о связи предела с односторонними пределами.

43. Сформулируйте три определения непрерывной функции в точке $x_0$.

44. Теорема о непрерывности суммы, произведения и частного функций. Сформулируйте теоремы о непрерывности сложной функции, основных элементарных функций.

45. Приведите классификацию точек разрыва функции: $f : X \subseteq \mathbb{R} \to Y \subseteq \mathbb{R}$.

46. Дайте определения бесконечно малой и бесконечно большой функций. Приведите примеры бесконечно малых и бесконечно больших функций в конечной и бесконечно удалённой точках.



Согласована на портале № 16185

47. Сформулируйте и докажите теорему о связи бесконечно малой и бесконечно большой функций.

48. Сформулируйте теорему о произведении бесконечно малой и ограниченной функций.

49. Понятие эквивалентных бесконечно малых и бесконечно больших функций.

50. Главная часть бесконечно малых и бесконечно больших функций. Как её выделить?

51. Качественное сравнение бесконечно малых функций.

52. Качественное сравнение бесконечно больших функций.

53. Объясните, как применяют эквивалентные бесконечно малые и бесконечно большие функции при отыскании пределов. Сформулируйте теорему, лежащую в основе этого метода.

54. Как определяют бесконечно малые и бесконечно большие функции в случае $f : X \subseteq R_n \to Y \subseteq R_m$?

55. Дайте определение дифференцируемой функции. Понятия производной матрицы и дифференциала.

56. Строение производной матрицы в случае $f : X \subseteq R \to Y \subseteq R$. Необходимое и достаточное условие дифференцируемости функции $f : X \subseteq R \to Y \subseteq R$.

57. Строение производной матрицы в случае $f : X \subseteq R_n \to Y \subseteq R$. Понятие частных производных. Градиент.

58. Строение производной матрицы в случае $f : X \subseteq R \to Y \subseteq R_m$. Необходимое и достаточное условие дифференцируемости функции $f : X \subseteq R \to Y \subseteq R_m$.

59. Строение производной матрицы в случае $f : X \subseteq R_n \to Y \subseteq R_m$. Необходимые и достаточные условия дифференцируемости функций
$f : X \subseteq R_n \to Y \subseteq R$ и $f : X \subseteq R_n \to Y \subseteq R_m$.

60. Сформулируйте линейное свойство производной. Приведите примеры применения этого свойства.

61. Сформулируйте правила дифференцирования произведения и частного. Приведите примеры применения этих правил.

62. Сформулируйте теорему о дифференцировании сложной функции. Приведите примеры применения этой теоремы.

63. Понятие производной по направлению. Запишите формулу вычисления производной по направлению.

64. Понятие дифференцируемой функции комплексного переменного. Производная. Дифференциал.

65. Условия дифференцируемости функции комплексного переменного (условия Коши-Римана и $\dfrac{\partial f}{\partial \bar{z}} = 0$).

66. Понятие аналитической функции. Простейшие свойства аналитических функций.



Согласована на портале № 16185

67. Понятие производных высших порядков функций $f : X \subseteq R \to Y \subseteq R$ и $f : X \subseteq R \to Y \subseteq R_m$.

68. Понятие частных производных высших порядков. Для каких классов функций вводят это понятие?

69. Сформулируйте теорему о равенстве смешанных частных производных.

70. Геометрический и механический смысл производной функции $f : X \subseteq R \to Y \subseteq R$.

71. Как записать дифференциал для функций $f : X \subseteq R \to Y \subseteq R$ и $f : X \subseteq R \to Y \subseteq R_m$?

72. Как записать дифференциал для функции $f : X \subseteq R_n \to Y \subseteq R$?

73. Как записать дифференциал для функции $f : X \subseteq R_n \to Y \subseteq R_m$?

74. В чем заключается свойство инвариантности формы записи первого дифференциала функции $f : X \subseteq R \to Y \subseteq R$?

75. Как определяются дифференциалы $d^2f$, $d^3f$, ..., $d^nf$? Запишите общий вид дифференциалов $d^2f$, $d^3f$, ..., $d^nf$ для функций $f : X \subseteq R \to Y \subseteq R$, если $x$ — независимая переменная.

76. Запишите выражение для $d^2f$, если $f : X \subseteq R_2 \to Y \subseteq R$.

77. Запишите формулу Тейлора порядка $n$ для функций $f : X \subseteq R \to Y \subseteq R$ и $f : X \subseteq R_n \to Y \subseteq R$ в дифференциальной форме.

78. Запишите формулу Тейлора порядка $n$ для функций $f : X \subseteq R \to Y \subseteq R$, используя в записи производные.

79. Поясните, как применяют дифференциал и формулу Тейлора в приближённых вычислениях.

80. Получите формулу Маклорена для функции $e^x$.

81. Сформулируйте правило Лопиталя раскрытия неопределенности $\frac{0}{0}$.

82. Сформулируйте правило Лопиталя раскрытия неопределенности $\frac{\infty}{\infty}$.

83. Как раскрыть неопределенности $0 \cdot \infty$, $0^0$, $1^\infty$, $\infty^0$ с помощью правила Лопиталя?

84. Дайте определение точек экстремума для функций $f(x)$ и $f(x_1, x_2, \ldots, x_n)$.

85. Сформулируйте необходимое условие экстремума для функций $f(x)$ и $f(x_1, x_2, \ldots, x_n)$.

86. Сформулируйте достаточные условия экстремума для функций $f(x)$, связанные со знаком $f'(x)$.

87. Сформулируйте необходимые и достаточные условия выпуклости вниз (вверх) графика функции, связанные со второй производной.

88. Понятие точки перегиба и правило их отыскания.

89. Опишите правило дифференцирования обратных функций. Приведите примеры применения этого правила.



Согласована на портале № 16185

90. Покажите на двух-трёх примерах как получены производные из основной таблицы.

91. Объясните параметрический способ задания функций. Опишите правило дифференцирования параметрически заданных функций.

92. Поясните неявный способ задания функций $f : X \subseteq R \to Y \subseteq R$. Правило их дифференцирования.

93. Поясните неявный способ задания функций $f : X \subseteq R_2 \to Y \subseteq R$. Правило отыскания частных производных функций, заданных неявно.

94. Запишите уравнение касательной к кривой при различных способах её задания.

95. Уравнение касательной плоскости и нормали к поверхности.

96. Определение первообразной. Докажите, что любые две первообразные одной и той же функции отличаются на константу.

97. Понятие неопределённого интеграла. Свойства неопределённого интеграла.

98. Функции какого класса имеют первообразные? Что означают слова "неберущийся интеграл"?

99. Таблица интегралов. Как убедиться в справедливости формул таблицы?

100. Простейшие методы интегрирования: непосредственное интегрирование, метод подведения под знак дифференциала. Приведите примеры.

101. Формула интегрирования по частям. В каких случаях её применяют? Приведите примеры.

102. Отыскание интегралов типа $\int \cos\alpha x \cos\beta x\,dx$, $\int \cos\alpha x \sin\beta x\,dx$, $\int \sin\alpha x \sin\beta x\,dx$.

103. Какая функция называется дробной рациональной? Дайте определение правильной и неправильной рациональных дробей.

104. Какие рациональные дроби называются элементарными? Методы интегрирования элементарных дробей.

105. Как представить рациональную дробь в виде суммы элементарных?

106. Правила интегрирования выражений $\int \sin^m x \cos^n x\,dx$, $m$ и $n$ целые, $m > 0$, $n > 0$. Интегралы типа $\int R(\sin x, \cos x)\,dx$.

107. Интегралы типа $\int R(x, \sqrt[r_1]{x}, \sqrt[r_2]{x}, \ldots, \sqrt[r_n]{x})\,dx$, $r_i$ — целые положительные числа. Интегралы типа

$$\int R\left(x, \left(\frac{ax+b}{cx+d}\right)^{p_1/q_1}, \left(\frac{ax+b}{cx+d}\right)^{p_2/q_2}, \ldots, \left(\frac{ax+b}{cx+d}\right)^{p_n/q_n}\right) dx.$$

108. Интегралы, содержащие $\sqrt{a^2-x^2}$, $\sqrt{x^2+a^2}$, $\sqrt{x^2-a^2}$.



Согласована на портале № 16185

109. Как найдены интегралы дополнительной таблицы:

1. $\int e^{ax}\,dx$;
2. $\int \cos(ax)\,dx$;
3. $\int \sin(ax)\,dx$;
4. $\int \dfrac{dx}{a^2+x^2}$;
5. $\int \dfrac{dx}{\sqrt{a^2-x^2}}$;
6. $\int \operatorname{tg} x\,dx$;
7. $\int \operatorname{ctg} x\,dx$;
8. $\int \dfrac{dx}{\sin x}$;
9. $\int \dfrac{dx}{\cos x}$;
10. $\int \dfrac{dx}{x^2-a^2}$;
11. $\int \ln x\,dx$;
12. $\int \operatorname{arctg} x\,dx$.

110. Понятие определённого интеграла. Построение интегральной суммы. Геометрический смысл определённого интеграла.

111. Какие функции интегрируемы по Риману?

112. Свойства определённого интеграла, выраженные равенствами.

113. Свойства определённого интеграла, выраженные неравенствами.

114. Теоремы о среднем (свойства определённого интеграла).

115. Интеграл с переменным верхним пределом. Свойства функции $I(x) = \int\limits_a^x f(t)\,dt$.

116. Понятие интеграла, зависящего от параметра.

117. Доказательство формулы Ньютона-Лейбница.

118. Формула интегрирования по частям для определённого интеграла.

119. Замена переменных в определённом интеграле.

120. Вычисление площадей фигур в декартовых координатах.

121. Вычисление длины дуги кривой в декартовых координатах.

122. Понятие интеграла по фигуре. Построение интегральной суммы.

123. Свойства интеграла по фигуре.

124. Вычисление криволинейных интегралов первого рода.

125. Ориентированные кривые. Вычисление криволинейных интегралов второго рода.

126. Понятие векторного поля. Работа векторного поля.

127. Циркуляция векторного поля. Ротор векторного поля.

128. Условия независимости криволинейных интегралов от пути интегрирования.

129. Потенциальные поля. Отыскание потенциала поля.

130. Как строится интегральная сумма Римана от функции $f(z)$? Дайте определение интеграла Римана от функции $f(z)$.



Согласована на портале № 16185

131. Получите вычислительные формулы для $\int\limits_L f(z)\,dz$. Общий случай.

132. Теорема Коши для односвязной области. Независимость интеграла аналитической функции от пути интегрирования.

133. Существование первообразной для аналитической функции. Формула Ньютона-Лейбница.

134. Геометрический смысл двойного интеграла. Вычисление двойного интеграла в декартовых координатах.

135. Двойной интеграл в полярных координатах. Переход из декартовой системы координат в полярную.

136. В каких случаях двойной интеграл выражается через повторный с постоянными пределами интегрирования?

137. Геометрический смысл тройного интеграла. Тройной интеграл в декартовых координатах.

138. Тройной интеграл в цилиндрической системе координат. Переход из декартовой системы координат в цилиндрическую.

139. Тройной интеграл в сферической системе координат. Переход из декартовой системы координат в сферическую.

140. В каких случаях тройной интеграл выражается через повторный с постоянными пределами интегрирования?

141. Формула для вычисления площади поверхности.

142. Вычислительные формулы для поверхностного интеграла первого рода.

143. Вычислительные формулы для поверхностного интеграла второго рода.

144. Поток векторного поля через поверхность. Дивергенция векторного поля.

145. Интегральные формулы: Грина, Стокса, Остроградского-Гаусса.

## 4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:
методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, в составе согласно пункту 12 рабочей программы:

### Основная литература

1. Магазинников, Л.И. Дифференциальное исчисление [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л.И. Магазинников, А.Л. Магазинников ; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Электрон. текстовые дан. - Томск: [б. и.], 2007. - on-line, 191 с. - http://edu.tusur.ru/training/publications/2246



Согласована на портале № 16185

2. Ельцов, А.А. Интегральное исчисление. Дифференциальные уравнения : учебное пособие / А.А. Ельцов, Т.А. Ельцова ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 263[1] с. Экземпляры всего:100.

3. Бермант, А.Ф. Краткий курс математического анализа / И.Г Араманович. С-Петербург.: Лань, 2010. - 736 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2660

4. Петрушко, И.М. Курс высшей математики. Теория функций комплексной переменной. / И.М. Петрушко, А.Г. Елисеев и др. С-Петербург.: Лань, 2010. - 368 с. http://lanbook.com/books/526

5. Магазинников, Л.И. Практикум по дифференциальному исчислению: Учебное пособие / Л.И. Магазинников, А.Л. Магазинников; Министерство образования Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск: ТУСУР, 2007. - 212 с. (99 экз.)

**Дополнительная литература**

1. Бугров, Я.С. Высшая математика: учебник для вузов: В 3 т. / Я.С. Бугров, С.М. Никольский; ред. В.А. Садовничий. Т. 2: Дифференциальное и интегральное исчисление.- 7-е изд., стереотип. - М.: Дрофа, 2005. - 509 с. (31 экз.)

2. Ельцов, А.А. Практикум по интегральному исчислению и дифференциальным уравнениям: учебное пособие / А.А. Ельцов, Т.А. Ельцова; Федеральное агентство по образованию (М.), Том-ский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск: ТУСУР, 2005. - 204 с. (285 экз.)

**Практические занятия проводятся по учебным пособиям:**

1. Магазинников, Л.И. Практикум по дифференциальному исчислению: Учебное пособие / Л.И. Магазинников, А.Л. Магазинников; Министерство образования Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск: ТУСУР, 2007. - 212 с. (99 экз.)

2. Ельцов, А.А. Интегральное исчисление. Дифференциальные уравнения : учебное пособие / А.А. Ельцов, Т.А. Ельцова ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 263 с. Экземпляры всего:100.

3. Петрушко, И.М. Курс высшей математики. Теория функций комплексной переменной. / И.М. Петрушко, А.Г. Елисеев и др. С-Петербург.: Лань, 2010. - 368 с. http://lanbook.com/books/526



Согласована на портале № 16185

**Задания на контрольные работы и индивидуальные задания приведены в каждом из следующих учебных пособий:**

1. Магазинников, Л.И. Практикум по дифференциальному исчислению: Учебное пособие / Л.И. Магазинников, А.Л. Магазинников; Министерство образования Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск: ТУСУР, 2007. - 212 с. (99 экз.)

2. Ельцов, А.А. Интегральное исчисление. Дифференциальные уравнения : учебное пособие / А.А. Ельцов, Т.А. Ельцова ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 263 с. Экземпляры всего:100.

3. Петрушко, И.М. Курс высшей математики. Теория функций комплексной переменной. / И.М. Петрушко, А.Г. Елисеев и др. С-Петербург.: Лань, 2010. - 368 с. http://lanbook.com/books/526



Согласована на портале № 16185