

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 29.06.2023 14:00:25  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b



**СПбГЭТУ «ЛЭТИ»**  
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

Приложение к ОПОП  
«Промышленная электроника»

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет  
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»  
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

---

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

«МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ»

для подготовки бакалавров

по направлению

11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

по профилю

«Промышленная электроника»

Санкт-Петербург

2023

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

ассистент, к.т.н. Староверов Н.Е.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭПУ  
13.01.2023, протокол № 1

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ФЭЛ, 20.01.2023, протокол № 1

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФЭЛ
Обеспечивающая кафедра	ЭПУ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	11
Курс	1, 2
Семестр	3, 2, 1
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	119
Практические занятия (академ. часов)	119
Иная контактная работа (академ. часов)	3
Все контактные часы (академ. часов)	241
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	155
Всего (академ. часов)	396
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Дифф. зачет (курс)	1
Дифф. зачет (курс)	1
Экзамен (курс)	2

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ»**

Излагаются основные идеи и методы комплексных чисел, математической логики, введения в анализ, дифференциального исчисления функций одной и нескольких переменных; интегрального исчисления функций одной переменной и нескольких переменных; операционного исчисления; теории числовых и степенных рядов; интегрального исчисления нескольких переменных; теории поля; рядов Фурье; функционального анализа, а также их приложений. Рассмотренные темы используются при освоении кусов физики и теоретических основ электротехники, являющихся базисом инженерного образования в области промышленной электроники.

### **SUBJECT SUMMARY**

#### **«MATHEMATICAL ANALYSIS»**

The main ideas and methods of complex numbers, mathematical logic, introduction to analysis, differential calculus of functions of one and several variables are outlined; integral calculus of functions of one variable and several variables; operational calculus; theories of numerical and power series; integral calculus of several variables; field theory; Fourier series; functional analysis, as well as their applications. The topics discussed are used in the development of physics and the theoretical foundations of electrical engineering, which are the basis of engineering education in the field of industrial electronics.

## **3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **3.1 Цели и задачи дисциплины**

#### 1. Цели дисциплины:

-приобретение знаний основных положений и теорем математического анализа и отвечающих им методов расчета;

-формирование умений решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования;

-приобретение навыков построения и применения моделей, возникающих в инженерной практике и проведения расчетов по таким моделям.

2. Задачи дисциплины: формирование знаний, умений и навыков построения и применения моделей, возникающих в инженерной практике и проведения расчетов по таким моделям.

3. Приобретение знаний основных положений и теорем математического анализа и отвечающих им методов расчета.

4. Формирование умений решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.

5. Приобретение навыков построения и применения моделей, возникающих в инженерной практике и проведения расчетов по таким моделям.

### **3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина изучается на основе знаний, полученных при освоении школьной программы.

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Компоненты электронной техники»
2. «Материаловедение»
3. «Управление личными финансами»
4. «Цифровая обработка сигналов»

### 3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

<b>Код компетенции/ индикатора компетенции</b>	<b>Наименование компетенции/индикатора компетенции</b>
ОПК-1	Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности
<i>ОПК-1.1</i>	<i>Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы</i>

## 4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Содержание разделов дисциплины

#### 4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	2			0
2	Тема 1. Комплексные числа, многочлены и рациональные дроби.	12	12		15
3	Тема 2. Введение в анализ	12	12		20
4	Тема 3. Дифференциальное исчисление функции одной переменной	14	14		20
5	Тема 4. Интегральное исчисление функции одной переменной	14	14		20
6	Тема 5. Несобственные интегралы	14	14		20
7	Тема 6. Числовые и степенные ряды	13	13		15
8	Тема 8. Интегральное исчисление нескольких переменных.	14	14		15
9	Тема 9. Теория функций комплексного переменного (ФКП)	14	14		15
10	Тема 10. Ряды Фурье	8	10		15
11	Заключение	2	2	3	0
	Итого, ач	119	119	3	155
	Из них ач на контроль	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	396/11			

#### 4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Предмет дисциплины и ее задачи. Структура и содержание дисциплины, ее связь с другими дисциплинами учебного плана и место в подготовке бакалавра по программе «Промышленная электроника». Основные термины и определения.



№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
2	Тема 1. Комплексные числа, многочлены и рациональные дроби.	Комплексные числа: определение, алгебраическая форма записи, геометрическая интерпретация, модуль и аргумент комплексного числа, тригонометрическая форма записи. Сопряженные числа и их свойства. Комплексная экспонента и ее свойства. Показательная форма записи комплексных чисел. Свойства модуля и аргумента. Решение уравнения $z^n=a$ . Решение квадратных уравнений. Многочлены. Делимость многочленов. Корни многочлена. Разложение на линейные множители. Многочлены с вещественными коэффициентами, свойства корней, разложение на вещественные множители. Рациональная дробь. Разложение дроби в сумму простейших дробей.
3	Тема 2. Введение в анализ	Логическая символика. Множества, операции над множествами. Границы числовых множеств. Функции, основные определения. Суперпозиция функций, обратная функция. Окрестность точки. Предел функции, предел последовательности. Предел суперпозиции. Арифметические свойства пределов. Общие свойства пределов. Символы $\infty$ , $0$ , $0$ . Односторонние пределы. Бесконечные пределы и пределы на бесконечности. Предел и монотонность. Число "е". Непрерывность функций. Классификация точек разрыва. Функции, непрерывные на отрезке.
4	Тема 3. Дифференциальное исчисление функции одной переменной	Дифференцируемость. Производная. Касательная. Дифференцируемость суперпозиции функций и обратной функции. Правила вычисления производных. Понятие экстремума. Теорема Ферма. Теоремы о среднем (Ролля, Коши, Лагранжа). Правило Лопиталья. Производные высших порядков. Формула Тейлора n-го порядка с остаточным членом в форме Пеано и Лагранжа. Монотонность, экстремум, выпуклость функции, точки перегиба. Асимптоты графика функции.
5	Тема 4. Интегральное исчисление функции одной переменной	Первообразная функция. Таблица первообразных. Неопределенный интеграл, его свойства. Основные приемы интегрирования. Интегрирование рациональных и некоторых тригонометрических и иррациональных функций. Определенный интеграл, его свойства, геометрическая и физическая интерпретация. Теорема о среднем и ее обобщения. Интеграл как функции пределов. Формула Ньютона-Лейбница. Преобразования интегралов. Некоторые специальные функции. Численное интегрирование.
6	Тема 5. Несобственные интегралы	Несобственный интеграл. Признаки сходимости. Вычисление. Интеграл, зависящий от параметра. Гамма-функция. Приложение интегралов. Интеграл Фурье.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
7	Тема 6. Числовые и степенные ряды	Числовые ряды. Основные понятия. Положительные ряды. Признаки сравнения. Признаки Даламбера и Коши. Знакопеременный ряд. Признак Лейбница. Абсолютная и условная сходимости. Степенные ряды. Дифференцируемость и интегрируемость степенных рядов. Ряд Тейлора. Разложение функций в ряд Тейлора.
8	Тема 8. Интегральное исчисление нескольких переменных.	Числовые ряды. Основные понятия. Положительные ряды. Признаки сравнения. Признаки Даламбера и Коши. Знакопеременный ряд. Признак Лейбница. Абсолютная и условная сходимости. Степенные ряды. Дифференцируемость и интегрируемость степенных рядов. Ряд Тейлора. Разложение функций в ряд Тейлора.
9	Тема 9. Теория функций комплексного переменного (ФКП)	Числовые ряды. Основные понятия. Положительные ряды. Признаки сравнения. Признаки Даламбера и Коши. Знакопеременный ряд. Признак Лейбница. Абсолютная и условная сходимости. Степенные ряды. Дифференцируемость и интегрируемость степенных рядов. Ряд Тейлора. Разложение функций в ряд Тейлора.
10	Тема 10. Ряды Фурье	Общая теория рядов Фурье (РФ). Тригонометрический РФ (ТРФ). Теорема Дирихле. ТРФ для четных и нечетных функций. ТРФ в комплексной форме.
11	Заключение	Двойной интеграл (ДИ). Определение. Свойства. Вычисление ДИ. Изменение порядка интегрирования в ДИ. Замена переменных в ДИ. ДИ в полярных координатах. Вычисление объема и площади поверхности. Тройной интеграл (ТИ). Определение. Свойства. Вычисление. ТИ в цилиндрических и сферических координатах. Криволинейные интегралы и поверхностные интегралы 1-го и 2-го рода. Элементы теории поля. Формула Стокса. Независимость криволинейного интеграла от пути интегрирования. Формула Гаусса-Остроградского. Потенциальное и соленоидальное векторное поле.

## 4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

## 4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Элементы теории множеств и математической логики.	2
2. Основные свойства элементарных функций (повторение).	3

<b>Наименование практических занятий</b>	<b>Количество ауд. часов</b>
3. Предел функции и последовательности.	3
4. Вычисление пределов.	3
5. Вычисление пределов. Понятие о-малое, эквивалентность.	3
6. Вычисление пределов.	3
7. Непрерывность функции. Точки разрыва.	3
8. Точки разрыва.	3
9. Дифференцирование.	3
10. Дифференцирование. Касательная.	3
11. Правило Лопиталю.	2
12. Формула Тейлора.	2
13. Исследование функции. Построение графиков.	4
14. Интегрирование.	8
15. Несобственные интегралы.	4
16. Несобственные интегралы. Признаки сходимости.	5
17. Численное интегрирование.	3
18. Интеграл Фурье.	3
19. Геометрические приложения интеграла.	3
20. Вычисление интеграла с помощью специальных функций.	2
21. Положительные ряды. Признаки сравнения.	2
22. Признаки Даламбера и Коши.	2
23. Абсолютная и условная сходимости рядов.	2
24. Область сходимости степенного ряда.	2
25. Ряд Тейлора.	2
26. Тригонометрические ряды Фурье.	2
27. Тригонометрические ряды Фурье от четных и нечетных функций.	3
28. Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные уравнения.	3
29. Линейные ОДУ 1-го порядка. Уравнение Бернулли.	3
30. Уравнения, допускающие понижение порядка.	3
31. Функция-оригинал. Преобразование Лапласа. Операционное исчисление.	3
32. Решение систем линейных ОДУ и линейных ОДУ с разрывными коэффициентами операционным методом.	3
33. Фундаментальная система решений. Структура общего решения однородного и неоднородного уравнений.	3
34. Решение линейных ОДУ с постоянными коэффициентами и специальной правой частью. Метод неопределенных коэффициентов.	3
35. Решение линейных ОДУ с постоянными коэффициентами. Метод вариации произвольных постоянных.	3
36. Двойной интеграл. Изменение порядка интегрирования в ДИ.	3
37. Замена переменных в ДИ. ДИ в полярных координатах.	3
38. Геометрические приложения ДИ.	3

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
39. Тройной интеграл.	3
40. Криволинейные интегралы 2-го рода.	3
Итого	119

#### 4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

#### 4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

#### 4.6 Индивидуальное домашнее задание

Примерные темы индивидуальных домашних заданий (ТР – типовых расчетов):

1 семестр:

Типовой расчет «Построение графика функции»

2 семестр:

Типовой расчет «Решение задачи Коши для линейных систем дифференциальных уравнений и линейных дифференциальных уравнений операционным методом»

3 семестр

Типовой расчет «Решение краевой задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений».

Цель выполнения ИДЗ - решение математических задач.

Отчет по ИДЗ выполняется в свободной форме, может быть сдан преподавателю в электронном виде по электронной почте либо в печатном виде передан на занятии. Отчет должен содержать подробное решение всех задач индивидуального домашнего задания.

#### **4.7 Доклад**

Доклад не предусмотрен.

#### **4.8 Кейс**

Кейс не предусмотрен.

#### **4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	50
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	20
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	0
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	30
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	55
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>155</b>

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
Основная литература		
1	Бугров, Яков Степанович. Высшая математика в 3 т. Т. 1. Дифференциальное и интегральное исчисление в 2 кн. Книга 2 [Текст] : Учебник / Бугров Я. С., Никольский С. М., 2019. -246 с.	неогр.
2	Математический анализ (функции одной вещественной переменной) [Электронный ресурс] : учеб. пособие / [А. Л. Белопольский, А. С. Бондарев, М. Л. Доценко [и др.], 2013. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
3	Типовые расчеты по дисциплине "Математический анализ" [Электронный ресурс] : учеб. пособие / [С.А. Колбина [и др.]], 2008. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
4	Комплексные числа, многочлены и рациональные дроби [Электронный ресурс] : учеб. электрон. изд. / А. Л. Белопольский [и др.], 2013. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
5	Кратные, криволинейные и поверхностные интегралы [Электронный ресурс] : учеб. электрон. изд. / [Е. З. Борович [и др.], 2012. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
6	Основы интегрального исчисления (функции одной вещественной переменной) [Электронный ресурс] : метод. указ. / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ", 2013. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
7	Борович, Елена Зеноновна. Ряды Фурье [Текст] : учеб. пособие / Е.З. Борович, Е.В. Фролова, С.И. Челкак, 2010. -55, [1] с.	неогр.
8	Бугров, Яков Степанович. Высшая математика в 3 т. Т. 3 в 2 книгах. Дифференциальные уравнения. Кратные интегралы. Ряды. Функции комплексного переменного [Текст] : Учебник / Бугров Я. С., Никольский С. М., 2016. -507 с.	неогр.
9	Математический анализ в примерах и задачах [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ". Ч.2 / А. Л. Белопольский [и др.], 2019. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
10	Математический анализ в примерах и задачах [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие : в 2 ч. / Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ". Ч.1 / Н. А. Бодунов [и др.], 2018. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
Дополнительная литература		
1	Владимирский, Борис Михайлович. Математика. Общий курс [Текст] : учеб. для вузов / Б. М. Владимирский, А. Б. Горстко, Я. М. Ерусалимский, 2002. -954 с.	270

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
-------	--------------------------------------	-------------------

## 5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	В. В. Горяйнов, Е. С. Половинки Лекции по теории функции комплексного переменного <a href="https://mipt.ru/education/chair/mathematics/study/uchebniki/%D0%9B_%D0%A2%D0%A4%D0%9A%D0%9F_%D0%93%D0%BE%D1%80%D1%8F%D0%B9%D0%BD%D0%BE%D0%B2_%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%BA%D0%B8%D0%BD_2022.pdf">https://mipt.ru/education/chair/mathematics/study/uchebniki/%D0%9B_%D0%A2%D0%A4%D0%9A%D0%9F_%D0%93%D0%BE%D1%80%D1%8F%D0%B9%D0%BD%D0%BE%D0%B2_%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%BA%D0%B8%D0%BD_2022.pdf</a>
2	В.Г.Власов Конспект лекций по высшей математике <a href="https://www.istu.edu/docs/education/faculty/zvf/ood/magistratyra/matematika/uchebnye_materialy/konspekt_lekciy_123_semestra_vlasov.pdf">https://www.istu.edu/docs/education/faculty/zvf/ood/magistratyra/matematika/uchebnye_materialy/konspekt_lekciy_123_semestra_vlasov.pdf</a>

## 5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=12751>



## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Математический анализ» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: экзамен, зачет с оценкой.

#### Экзамен

Оценка	Описание
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач.

#### Зачет с оценкой

Оценка	Описание
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач.

## Особенности допуска

Для допуска к дифф. зачету/экзамену необходимо, чтобы были зачтены все контрольные работы и типовые расчеты.

Экзаменационный билет содержит 2 теоретических и 1 практический вопросы. Оценка по итогам экзамена выставляется как средний балл, полученный за ответы по всем экзаменационным вопросам.

## 6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### Вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Ряд Тейлора. Разложение функции в ряд Тейлора.
2	Тригонометрический ряд Фурье.
3	Теорема Дирихле.
4	Теорема существования и единственности решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка. Метод вариации.
5	Преобразование Лапласа. Основные теоремы операционного исчисления.
6	Оригиналы правильных рациональных дробей.
7	Операционный метод решения дифференциальных уравнений.
8	Нормальные системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Сведение дифференциального уравнения $n$ -го порядка к системе первого порядка.
9	Системы линейных дифференциальных уравнений. Фундаментальная система решений.
10	Структура общего решения однородной и неоднородной систем линейных дифференциальных уравнений.
11	Линейное дифференциальное уравнение $n$ -го порядка. Фундаментальная система решений.
12	Структура общего решения однородного и неоднородного дифференциального уравнения.
13	Решение линейных дифференциальных уравнений $n$ -го порядка с постоянными коэффициентами.
14	Метод вариации произвольных постоянных для линейных систем и уравнений.
15	Метод неопределенных коэффициентов решения линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Принцип суперпозиции.
16	Двойной интеграл. Определение. Свойства.
17	Сведение двойного интеграла к повторному.
18	Замена переменных в двойном интеграле.
19	Вычисление объема.
20	Криволинейный интеграл 1-го порядка. Определение. Свойства.

21	Криволинейный интеграл 2-го порядка. Определение. Свойства.
22	Формула Грина.
23	Тройной интеграл. Определение. Свойства. Вычисление.
24	Сведение тройного интеграла к повторному.
25	Тройной интеграл в цилиндрических и сферических координатах.
26	Постановка краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения.
27	Функции комплексного переменного (ФКП).
28	Предел, непрерывность ФКП. Примеры отображений.
29	Дифференцируемость ФКП.
30	Теорема Коши.
31	Ряд Лорана. Теорема Лорана.
32	Особые точки. Нули и плюса функции.
33	Вычет. Определение.
34	Основная теорема о вычетах.
35	Оператор Штурма-Лиувилля, его простейшие свойства. Задача Штурма-Лиувилля.
36	Свойства собственных чисел и собственных функций оператора Штурма-Лиувилля.
37	Решение краевой задачи для ОДУ методом Фурье.
38	Сеточные функции. Аппроксимация производных.

### Форма билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический  
 университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина)»

---

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина **Математический анализ**

1. Функции непрерывные на отрезке. Теоремы Вейерштрасса.
2. Вычисление площади фигуры, ограниченной параметрически заданной кривой.

3. Задача.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Н.Н. Потрахов

## Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Определение предела. Переход к пределу в неравенстве.
2	Теорема о сжатой функции.
3	Предел суперпозиции.
4	Теорема о пределе монотонной ограниченной функции.
5	Число $e$
6	Эквивалентность функций. Замена на эквивалентную под знаком предела.
7	Основные теоремы о непрерывных функциях (непрерывность суммы, произведения, отношения, непрерывность композиции).
8	Основные теоремы о непрерывных функциях (непрерывность суммы, произведения, отношения, непрерывность композиции).
9	Непрерывность обратной функции.
10	Функции непрерывные на отрезке. Теоремы Вейерштрасса.
11	Теорема Больцано-Коши (со следствием).
12	Дифференцируемость функции. Единственность дифференциала. Непрерывность дифференцируемой функции.
13	Производная. Связь производной с дифференциалом.
14	Дифференцируемость композиции и обратной функции.
15	Дифференцируемость суммы, произведения и обратной функции.
16	Теорема Ферма.
17	Теоремы Ролля, Коши и Лагранжа.
18	Теорема Лопиталья.
19	Производные высших порядков. Формула Тейлора с остатком в форме Пеано.
20	Достаточное условие экстремума.
21	Выпуклость функции. Точка перегиба. Необходимое и достаточное условие перегиба.
22	Выпуклость функции. Точка перегиба. Необходимое и достаточное условие перегиба.
23	Интегральные суммы. Определенный интеграл. Теорема единственности. Линейность и аддитивность (без доказательства).
24	Интеграл с переменным верхним пределом. Теорема Барроу. Формула Ньютона-Лейбница.
25	Первообразная и неопределенный интеграл.
26	Формулы замены переменной и интегрирования по частям в определенном и неопределенном интеграле.
27	Вычисление площади фигуры, ограниченной параметрически заданной кривой.
28	Приближенное вычисление определенного интеграла. Оценка погрешности формулы трапеции.
29	Определение несобственного интеграла. Формулы замены переменных и интегрирование по частям для несобственного интеграла.
30	Абсолютная и условная сходимость.
31	Теорема сравнения для несобственных интегралов.
32	Теорема сравнения для несобственных интегралов.

33	Определение и основные свойства функции $\operatorname{erf}(x)$ .
34	Определение и основные свойства $\Gamma$ -функции.
35	Интеграл Фурье.
36	Положительные числовые ряды. Признак сравнения.
37	Положительные числовые ряды. Интегральный признак сходимости.
38	Признак Даламбера сходимости числового ряда.
39	Признак Коши сходимости числового ряда.
40	Знакопередающийся ряд. Признак Лейбница.
41	Абсолютная и условная сходимости.
42	Степенные ряды. Радиус сходимости степенного ряда.
43	Дифференцируемость и интегрируемость степенных рядов.

## Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

1 семестр:

### Контрольная работа «Дифференцирование и вычисление пределов»

#### Вариант 4

1. Найти  $\lim_{n \rightarrow +\infty} \sqrt[n]{5^n - 3^n}$ .
2. Найти  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\cos x - \sqrt{1 - x^2}}{\sin x - x}$ .
3. Найти точку разрыва функции  $f(x) = \operatorname{tg} \frac{\pi}{2(x^2 + 1)}$ , определить тип разрыва и изобразить эскиз графика функции в окрестности точки разрыва.
4. 
$$\begin{cases} x = (1 + \cos^2 t)^2, \\ y = \frac{\cos t}{\sin^2 t}, \end{cases} \quad t \in (0, \pi/2]. \quad \text{Найти } \frac{dy}{dx}(9/4).$$

### Контрольная работа «Интегрирование».

#### Вариант 2.

- 1)  $\int_0^{\pi/4} \cos 3x \sin 5x \, dx;$     2)  $\int (2x + 1) \log_2 x \, dx;$     3)  $\int_0^{\pi/4} \frac{\sin x \, dx}{(2 \cos x - 1)^3}.$
- 4) Найдите площадь фигуры, ограниченной линиями  $y = x^2 - 1$  и  $y = -x^2 + 2x + 5$ .

2 семестр:

## Контрольная работа «Ряды и ОДУ»

### 7 вариант

1. Исследуйте на сходимость ряд  $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n^2 - 1}{4^n \sqrt{n}}$ .
2. Определите интервал и радиус сходимости ряда  $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{2^{2n}(x+1)^n}{\sqrt{n^2+1}}$  и исследуйте сходимость в граничных точках.
3. Разложите функцию  $f(x) = \begin{cases} \pi/2, & x \in [0; \pi/2] \\ \pi - x, & x \in [\pi/2; \pi] \end{cases}$  в ряд Фурье по синусам на интервале  $[0; \pi]$ . Изобразите график суммы ряда Фурье.
4. Найдите общее решение уравнения  $xy''' - y'' = x^2 e^x$ .
5. Решите задачу Коши  $xy' = y + \frac{x^3}{y^2}$ ,  $y(1) = 0$ .

## Контрольная работа «Кратные и криволинейные интегралы».

Контрольная работа «Кратные и криволинейные интегралы»

### Вариант 10.

1. Поменяйте порядок интегрирования:  $\int_0^1 dy \int_{-\sqrt{y}}^0 f(x, y) dx + \int_1^e dy \int_{-1}^{-\ln y} f(x, y) dx$ .
2. Вычислите интеграл  $\iint_{(S)} (4xy + 16x^3y^3) dx dy$  по области  $S: x = 1, y = x^3, y = -\sqrt[3]{x}$ .
3. Вычислите интеграл  $\oint_L xy^2 dy - x^2y dx$ , где  $L$  — окружность  $x^2 + y^2 = 4$ .
4. Найдите объем тела, ограниченного поверхностями:  $x^2 + y^2 = 2y, z = xy, z = 0, (x > 0)$ .

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

### 6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
1	Тема 2. Дифференциальное исчисление функции одной переменной Тема 1. Комплексные числа, многочлены и рациональные дроби.	
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		Контрольная работа
10	Тема 2. Введение в анализ Тема 3. Дифференциальное исчисление функции одной переменной	
11		
12		
13		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
14	Тема 4. Интегральное исчисление функции одной переменной	
15		
16		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
17	Тема 4. Интегральное исчисление функции одной переменной	
18		
19		
20		Контрольная работа
21	Тема 5. Несобственные интегралы	
22		
23		
24		
25		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
26	Тема 6. Числовые и степенные ряды	
27		
28		
29		
30		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
31	Тема 8. Интегральное исчисление нескольких переменных.	
32		
33		
34		
35		
36		Контрольная работа

37	Тема 9. Теория функций комплексного переменного (ФКП)	
38		
39		
40		
41		
42		
43		Контрольная работа
44	Тема 10. Ряды Фурье	
45		
46		
47		
48		
49		
50		
51		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ

#### 6.4 Методика текущего контроля

##### на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий), по результатам которого студент получает допуск на экзамен/дифф. зачет.

##### на практических (семинарских) занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий), по результатам которого студент получает допуск на экзамен/дифф. зачет.

Текущий контроль включает в себя выполнение:

- выполнение контрольных работ (согласно календарному плану).

Каждая задача контрольной работы оценивается в 2 балла при верном решении, 1 балл при решении с недочетами, 0 баллов при неверном решении или отсутствии решения. Для допуска к экзамену/дифф. зачету по каждой задаче нужно получить минимум 1 балл.

**1 семестр:**



### ***Контрольная работа «Дифференцирование и вычисление пределов»***

Контрольная работа состоит из четырех задач:

1. Вычисление предела: раскрытие неопределенности  $\infty-\infty$ .
2. Вычисление предела: раскрытие неопределенности  $0/0$  или  $\infty/\infty$ .
3. Односторонние пределы в точке разрыва функции.
4. Дифференцирование функции, заданной параметрически.

Максимальная оценка за работу **8 баллов**, для зачета необходимо набрать не менее **4 баллов**.

### ***Контрольная работа «Интегрирование».***

Контрольная работа состоит из четырех задач:

1. Табличное интегрирование (определенный интеграл).
2. Формула интегрирования по частям (неопределенный интеграл).
3. Формула замены переменной (определенный интеграл).
4. Геометрические приложения интеграла.

Максимальная оценка за работу **8 баллов**, для зачета необходимо набрать не менее **4 баллов**.

### **2 семестр:**

### ***Контрольная работа «Ряды и ОДУ»***

Контрольная работа состоит из пяти задач:

1. Исследование числового ряда на сходимость.
2. Нахождение области сходимости степенного ряда.
3. Разложение функции в тригонометрический ряд Фурье.
4. Нахождение общего решения дифференциального уравнения, допускающего понижение порядка.

5. Решение задачи Коши для линейного дифференциального уравнения или уравнения Бернулли.

Максимальная оценка за работу **10 баллов**, для зачета необходимо набрать не менее **5 баллов**.

***Контрольная работа «Кратные и криволинейные интегралы».***

Контрольная работа состоит из четырех задач:

1. Изменение порядка интегрирования в двойном интеграле.
2. Вычисление двойного интеграла с использованием формулы замены переменных.
3. Вычисление криволинейного интеграла (по определению или с помощью формулы Грина).
4. Нахождение объема тела. Для зачета необходимо набрать **6 баллов**.

Максимальная оценка за работу **8 баллов**, для зачета необходимо набрать не менее **4 баллов**.

**3 семестр:**

Контрольная работа «Теория функции комплексного переменного»:

За первую задачу ставится:

2 балла - все решено верно

1 балл - правильно написан криволинейный интеграл для  $\text{Im } f(z)$  ( $\text{Re } f(z)$ ), ошибка при его вычислении

0 баллов - все неверно

За вторую задачу ставится:

2 балла - все решено верно

1 балл - правильно написана параметризация контура, ошибка при вычислении определенных интегралов

0 баллов - все неверно

За третью задачу ставится:

2 балла - все решено верно

1 балл - арифметические ошибки

0 баллов - все неверно

За четвертую задачу ставится:

2 балла - все решено верно

1 балл - правильно применена теорема о вычетах, ошибка при нахождении вычетов

0 баллов - все неверно

Максимальная оценка за работу **8 баллов**, для допуска к зачету необходимо набрать не менее **4 баллов**.

- выполнение индивидуальных домашних заданий (типовых расчетов).

Примерные темы индивидуальных домашних заданий (ТР – типовых расчетов):

**1 семестр:**

***ТР-2.2. «Построение графика функции»***

Необходимо провести полное исследование и построить график функции. Максимальная оценка за работу: **10 баллов**. Для допуска к экзамену необходимо набрать **5 баллов**.

Задания оцениваются в 2 балла:

- Точки пересечения с осями координат; четность, нечетность, периодичность функции.

- Точки разрыва функции; вертикальные и наклонные асимптоты.

- Исследование по первой производной (монотонность, экстремумы).
- Исследование по второй производной (выпуклость, вогнутость, точки перегиба).
- Схематическое построение графика функции.

### ***ТР-2.3. «Интегрирование дробно-рациональной функции»***

Максимальная оценка за работу: **5 баллов**. Для зачета необходимо набрать **3 балла**.

Первое задание оценивается в 2 балла: правильное разложение - в 1 балл, первообразная - в 1 балл.

Второе задание оценивается в 3 балла: правильное разложение - в 1 балл, первообразная - в 1 балл, двойная подстановка - в 1 балл.

### **2 семестр:**

### ***ТР-2.9. «Решение задачи Коши для линейных систем дифференциальных уравнений и линейных дифференциальных уравнений операционным методом»***

Первое задание (задача Коши для системы двух ДУ) оценивается в 3 балла: изображение - 1 балл, за каждую искомую функцию по 1 баллу.

Второе задание (задача Коши для линейного ОДУ второго порядка с разрывными коэффициентами) оценивается в 3 балла: уравнение для нахождения изображения 1 балл, изображение искомой функции - 1 балл, решение уравнения - 1 балл.

Максимальная оценка за работу **6 баллов**, необходимо набрать **4 балла**.

### ***ТР-2.10. «Решение задачи Коши для линейных дифференциальных уравнений со специальной правой частью»***

Полное решение первой задачи - 3 балла, допущена ошибка при подстановке начальных условий (все остальное правильно) - 2 балла, правильно опре-

делена структура частного решения неоднородного уравнения и правильно найдено общее решение однородного уравнения - 1 балл.

Второе задание можно решать методом вариации (интегралы можно считать на компьютере). Полное решение второй задачи - 3 балла, допущена ошибка при подстановке начальных условий (все остальное правильно) - 2 балла, правильно определена ФСР и написаны интегралы - 1 балл.

Максимальная оценка за работу: **6 баллов**, необходимо набрать **4 балла**.

**3 семестр:**

**ТР-3.1. «Решение краевой задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений»**

1. Решение с помощью общего решения - 3 балла.

- Найдено общее решение однородного ДУ - 1 балл

- Найдено общее решение неоднородного ДУ - 2 балла

- Найдено решение краевой задачи - 3 балла

2. Решение методом Фурье - 5 баллов

- Поставлена и решена задача Штурма-Лиувилля - 2 балла

- Найдено разложение правой части ДУ по собственным функциям - 4 балла

- Выписано решение в виде ряда Фурье - 5 баллов

Зачет ставится если набрано **5** и более баллов из **8** возможных.

**ТР-3.2. «Решение уравнения теплопроводности»**

1. Решение методом Фурье - 7 баллов

- Поставлена системы собственных функций - 2 балла

- Разложение данных задачи в ряды Фурье - 4 балла

- Решение ОДУ по времени - 6 баллов
- Выписано решение в виде ряда Фурье - 7 баллов

3. Метод сеток, явная схема - 4 балла

- Верно найдены 0-й и 1-й слои решения - 3 балла
- Верно найдены все слои решения - 4 балла

3. Метод сеток, неявная схема - 4 балла

- Верно найдены 0-й и 1-й слои решения - 3 балла
- Верно найдены все слои решения - 4 балла

Зачет ставится если набрано **8** и более баллов из **15** возможных.

Для допуска к экзамену или дифференцированному зачету необходимо, чтобы все типовые расчеты и контрольные работы были зачтены .

### **самостоятельной работы студентов**

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных и практических занятиях студентов по методикам, описанным выше.

## 7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, меловая или маркерная доска	
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, меловая или маркерная доска	
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше

## **8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ**

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.



## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

<b>№ п/п</b>	<b>Дата</b>	<b>Изменение</b>	<b>Дата и номер протокола заседания УМК</b>	<b>Автор</b>	<b>Начальник ОМОЛА</b>