

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 23.12.2025 13:42:26  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП  
«Разработка программно-  
информационных систем»



**СПбГЭТУ «ЛЭТИ»**  
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

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  
09.03.04 «Программная инженерия»  
по профилю  
**«Разработка программно-информационных систем»**

Санкт-Петербург

2025

## **ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**

Разработчики:

профессор, д.ф.-м.н., доцент Коточигов А.М.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АМ  
17.01.2025, протокол № 6

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ФКТИ, 28.01.2025, протокол № 1

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## **1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**

Обеспечивающий факультет	ФКТИ
Обеспечивающая кафедра	АМ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	7
Курс	1
Семестр	2, 1

## **Виды занятий**

Лекции (академ. часов)	68
Практические занятия (академ. часов)	68
Иная контактная работа (академ. часов)	2
Все контактные часы (академ. часов)	138
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	114
Всего (академ. часов)	252

## **Вид промежуточной аттестации**

Экзамен (курс)	1
Дифф. зачет (курс)	1

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ»**

Математический анализ -ключевой раздел высшей математики, необходимый при подготовке специалистов инженерных специальностей. В данном курсе рассматривается связь основных понятий классического математического анализа с инженерными приложениями. Основу ее составляют следующие темы: функции одной переменной (пределы и непрерывность; дифференциальное исчисление; формула Тейлора; исследование функций по производной). Интегральное исчисление (неопределенный и определенный интеграл, геометрические и физические приложения; несобственные интегралы). Числовые и степенные ряды. Исследование функций нескольких переменных. Методы решения простейших дифференциальных уравнений.

## **SUBJECT SUMMARY**

### **«MATHEMATICAL ANALYSIS»**

Mathematical analysis of the key section of mathematics, if necessary training engineering graduates. This course examines the relationship of the basic concepts of classical mathematical analysis with engineering applications. The basis of it consists of the following topics: Sets and functions of one variable (limits and continuity, differential calculus, Taylor's formula, study functions of the derivative). Integral calculus (indefinite and definite integral, geometrical and physical applications, improper integrals). Numerical and power series. Methods for solving simple differential equations.

## **3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **3.1 Цели и задачи дисциплины**

1. Целью изучения дисциплины являются:

-приобретение знаний основных понятий и методов аналитических разделов высшей математики, используемых при изучении общетеоретических и специальных дисциплин и в инженерной практике;

-формирование системы теоретических знаний и практических навыков основ математического аппарата, отработка умений использования основных методов количественного измерения случайности действия факторов, которые влияют на любые процессы, основ математического аппарата, который используется при моделировании любых процессов жизнедеятельности человека и является базовым во всех науках, использующих формульные описание законов и процессов.

2. Задачами изучения дисциплины является:

-изучение основных понятий и методов аналитических разделов высшей математики, используемых при изучении общетеоретических и специальных дисциплин и в инженерной практике;

-формирование умений применять свои знания к решению практических задач; пользоваться математической литературой для самостоятельного изучения прикладных вопросов;

-освоение методов построения математических моделей для задач, возникающих в инженерной практике и решаемых методами математического анализа.

3. В результате изучения дисциплины студенты должны приобрести знания основных понятий и методов математического анализа.

4. В результате изучения дисциплины студенты должны приобрести умения вычислять пределы и производные, интерпретировать, полученные результаты,

вычислять интегралы и использовать их для решения сопутствующих задач.

5. Освоение основных навыков работы с понятиями математического анализа, использующимися при изучении общетеоретических и специальных дисциплин и в инженерной практике.

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

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

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Комбинаторика и теория графов»
2. «Многомерный математический анализ»
3. «Специальные главы математического анализа»
4. «Теория функций комплексной переменной»
5. «Алгебраические структуры»
6. «Вычислительная математика»
7. «Математическая логика и теория алгоритмов»
8. «Теория вероятностей и математическая статистика»
9. «Статистический анализ и введение в биостатистику»
10. «Физические основы информационных технологий»
11. «Численное моделирование»
12. «Безопасность жизнедеятельности»

### **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 применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности;
<i>ОПК-1.1</i>	<i>Знает основы высшей математики, физики, основы вычислительной техники и программирования</i>

## **4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **4.1 Содержание разделов дисциплины**

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

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование темы дисциплины</b>	<b>Лек, ач</b>	<b>Пр, ач</b>	<b>ИКР, ач</b>	<b>СР, ач</b>
1	Введение	1			
2	Пределы и непрерывность.	8	14		20
3	Дифференциальное исчисление функций одной переменной	12	14	2	18
4	Интегральное исчисление функций одной переменной	17	12		20
5	Дифференциальные уравнения	13	10		16
6	Дифференциальное исчисление функций многих переменных	8	10		20
7	Ряды	8	8		20
8	Заключение	1			
	Итого, ач	68	68	2	114
	Из них ач на контроль	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе				252/7

#### **4.1.2 Содержание**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование темы дисциплины</b>	<b>Содержание</b>
1	Введение	История формирования дисциплины. Базовые термины и теоретико-множественные операции. Логика высказываний. Стандарты обозначений.
2	Пределы и непрерывность.	Определение и свойства пределов последовательностей и функций. Замечательные пределы. Непрерывные функции и их свойства. Основные теоремы о непрерывных функциях
3	Дифференциальное исчисление функций одной переменной	Производная функции. Геометрический смысл производной. Правила вычисления производных. Свойства функций, дифференцируемых на промежутке. Производные высших порядков. Формула и полином Тейлора. Исследование функций с помощью производных.

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование темы дисциплины</b>	<b>Содержание</b>
4	Интегральное исчисление функций одной переменной	Первообразная, неопределенный интеграл и их свойства. Таблица интегралов, формулы для интегрирования функций. Интегрирование рациональных дробей. Определенный интеграл и его свойства. Интеграл с переменными пределами. Формула Ньютона-Лейбница. Геометрические приложения определенного интеграла. Численное интегрирование функций. Несобственные интегралы, признаки сходимости. Преобразование Лапласа и его свойства.
5	Дифференциальные уравнения	Классификация ДУ. Задача Коши. Ломаные Эйлера. Теорема существования и единственности решения задачи Коши решения. Уравнения с разделяющимися переменными. Линейные уравнения. Линейные дифференциальные уравнения. Операционный метод решения ЛДУ и их систем.
6	Дифференциальное исчисление функций многих переменных	Частные производные. Дифференциал и касательная плоскость. Градиент и производная по направлению. Формула Тейлора (2-го порядка). Исследование функций нескольких переменных.
7	Ряды	Числовые ряды и их свойства. Признаки их сходимости положительных рядов. Знакочередующиеся ряды, теорема Лейбница. Абсолютная и условная сходимость. Степенные ряды, радиус сходимости. Свойства степенного ряда Ряд Тейлора.
8	Заключение	Перспективы применения методов математического анализа для решения прикладных задач.

#### **4.2 Перечень лабораторных работ**

Лабораторные работы не предусмотрены.

#### **4.3 Перечень практических занятий**

<b>Наименование практических занятий</b>	<b>Количество ауд. часов</b>
1. Элементы теории множеств и математической логики.	2
2. Основные свойства элементарных функций (повторение).	2
3. Предел функции и последовательности.	2
4. Вычисление пределов.	2
5. Вычисление пределов. Понятие о-малое, эквивалентность.	3
6. Вычисление пределов.	2
7. Непрерывность функции. Точки разрыва.	2
8. Точки разрыва.	2
9. Дифференцирование.	2
10. Дифференцирование. Касательная.	3
11. Правило Лопитала.	2

<b>Наименование практических занятий</b>	<b>Количество ауд. часов</b>
12. Формула Тейлора.	2
13. Исследование функции. Построение графиков.	4
14. Интегрирование.	8
15. Несобственные интегралы.	4
16. Несобственные интегралы. Признаки сходимости.	5
17. Геометрические приложения интеграла.	3
18. Вычисление интеграла с помощью специальных функций.	2
19. Положительные ряды. Признаки сравнения.	2
20. Признаки Даламбера и Коши.	2
21. Абсолютная и условная сходимости рядов.	2
22. Область сходимости степенного ряда.	2
23. Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные уравнения.	2
24. Линейные ОДУ 1-го порядка. Уравнение Бернулли.	2
25. Уравнения, допускающие понижение порядка.	2
26. Функция-оригинал. Преобразование Лапласа. Операционное исчисление.	2
<b>Итого</b>	<b>68</b>

#### **4.4 Курсовое проектирование**

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

#### **4.5 Реферат**

Реферат не предусмотрен.

#### **4.6 Индивидуальное домашнее задание**

Цель выполнения ИДЗ - формирование умений и навыков по решению прикладных задач для дальнейшего использования в профессиональной деятельности.

Примерные темы индивидуальных домашних заданий (ИДЗ):

##### **1 семестр:**

- ИДЗ №1 «Построение графика функции»
- ИДЗ №2 «Интегрирование дробно-рациональной функции»

##### **2 семестр:**

- ИДЗ №3 «Решение задачи Коши для линейных систем дифференциальных уравнений и линейных дифференциальных уравнений операционным методом»
- ИДЗ №4 «Исследование рядов»

### **Требования по оформлению ИДЗ:**

- Формат оформления: произвольный формат (печатный или рукописный). При выборе печатного формата следует использовать редакторы Word или Excel. При выборе рукописного формата следует оформить работу на двойных листах в клетку или листах формата А4, или в тетради (в клетку) объемом не более 12 листов.
- При рукописном оформлении ИДЗ следует писать аккуратно черными или синими чернилами, с обязательным использованием линейки и карандаша при выполнении чертежей. При печатном оформлении ИДЗ рекомендуется использовать шрифт Times New Roman, Calibri или Arial; размер шрифта 12-14 пунктов, межстрочный интервал 1,15-1,5 пунктов. Каждую задачу следует оформлять на новом листе.
- Таблицы и рисунки следует оформлять, придерживаясь сквозного просмотра. Т.е. если в задаче предусмотрена таблица или рисунок, то они должны приведены внутри или в конце решаемой задачи. Общее приложение для все рисунков и таблиц не предусматривается.
- Объем ИДЗ зависит только от количества задач и/или заданий. Каждая задача должна содержать исходные данные, решение и ответ.
- Количество используемых источников не ограничено.
- Каждое ИДЗ состоит из: титульного листа (название дисциплины, ФИО, ученое звание преподавателя, номер группы, ФИО студента, номер варианта, дата сдачи работы) списка решенных задач и/или заданий, списка используемых источников.
- Формат сдачи работы зависит от общих требований Университета (при

очном обучении - ИДЗ сдается преподавателю в письменном виде или печатном виде; при дистанционном обучении - в печатном или электронном виде работы размещается в Moodle или отправляются преподавателю на электронную почту).

ИДЗ должны быть решены и представлены на проверку в установленное преподавателем время.

#### **Методика оценивания ИДЗ:**

”неудовлетворительно” (или ”2”), если верно решено меньше 60% заданий, но более 29%;

”удовлетворительно” (или ”3”), если верно решено меньше 75% заданий, но более 59%;

”хорошо” (или ”4”), если верно решено меньше 89% заданий, но более 74%;

”отлично” (или ”5”), если верно решено более 90% заданий.

В ходе проведения семинарских и практических занятий целесообразно привлечение студентов к как можно более активному участию в дискуссиях, решении задач, обсуждениях и т.д. При этом активность студентов также может учитываться преподавателем, как один из способов текущего контроля на практических занятиях.

#### **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.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	34
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	17
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	17
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	8
Выполнение расчетно-графических работ	
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	
Работа над междисциплинарным проектом	
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	38
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>114</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 [Текст] : Учеб. для вузов: В 3 т. -(Высшее образование: Современный учебник). Т. 3 : Дифференциальные уравнения. Кратные интегралы. Ряды. Функции комплексного переменного : рекомендовано Мин.образования, 2003. -511 с.	742
2	Бугров, Яков Степанович. Высшая математика [Текст] : Учеб. для вузов: В 3 т. -(Высшее образование: Современный учебник). Т. 2 : Дифференциальное и интегральное исчисление : рекомендовано Мин.образования, 2003. -509 с.	708
3	Сборник задач по математике для втузов [Текст] : в 4 ч. : [учеб. пособие для втузов] / Под ред. А.В. Ефимова, А.С. Поступова. Ч. 1 / А.В. Ефимов, А.Ф. Каракулин, И.Б. Кожухов и др, 2003. -288 с.	1695
4	Методические указания по курсу "Высшая математика". К разделу "Теория вероятности и математическая статистика" : [в 2 ч.] [Текст] / Ю. М. Малютин, Е. А. Мусин, С. Н. Наринян [и др.] ; Ленинградский электротехнический институт им. В.И. Ульянова (Ленина). Ч. 1, 1981. -28 с.	981
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.	268
2	Белов, Юрий Сергеевич. Основы математического анализа [Текст] : учеб. пособие / Ю.С. Белов, А.В. Железняк, А.М. Коточигов, 2009. -63 с	157
3	Натансон, Исидор Павлович. Краткий курс высшей математики [Текст] : Учеб. для вузов по мат. специальностям / И.П.Натансон, 2001. -727 с.	186

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

№ п/п	Электронный адрес
1	Студенческая лаборатория кафедры АМ СПбГЭТУ "ЛЭТИ" <a href="https://etu.ru/ru/fakultety/fkti/sostav/kafedra-am/unl">https://etu.ru/ru/fakultety/fkti/sostav/kafedra-am/unl</a>

### **5.3 Адрес сайта курса**

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=8953>

## **6 Критерии оценивания и оценочные материалы**

### **6.1 Критерии оценивания**

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

#### **Экзамен**

<b>Оценка</b>	<b>Описание</b>
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 теорем
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**

<b>Оценка</b>	<b>Описание</b>
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 теорем
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**

Допуск к промежуточной аттестации и в 1-м, и во 2-м семестрах обучения включает в себя:

- посещение не менее 80% лекционных и практических занятий,
- выполнение не менее 50% от максимальной оценки по результатам текущего контроля в семестре.

Текущая аттестация студентов может учитываться при проведении экзамена в 1-м семестре и зачета с оценкой во 2-м в одном из двух видов:

- «допуск» до экзамена или зачета с оценкой. Допущенными до экзамена/зачета с оценкой считаются студенты, получившие по итогам текущей аттестации оценку выше порогового уровня (имеющие в сводных электронных ведомостях кафедры итоговую оценку 3, 4, 5).
- «часть экзамена или зачета с оценкой». Баллы начисляются за решение задач ИДЗ, контрольных работ в ходе семестров, за участие в аудиторной работе. Для участия суммарной многобалльной оценки текущего контроля (оценки за практические занятия) в экзаменационной оценке определяется лектором и доводится до сведения студентов в начале семестра.

Вид участия текущей аттестации в проведении промежуточной аттестации устанавливается лектором каждого потока и доводится до сведения студентов в начале семестра.

Итоговая оценка за курс вычисляется по формуле

$$O(\text{итог}) = K(\text{пос}) \times O(\text{пос}) + K(\text{актив}) \times O(\text{актив}) + K(\text{пр}) \times (O(\text{пр1}) + O(\text{пр2})) + K(\text{колл}) \times O(\text{колл}) + K(\text{атт\_собес}) \times O(\text{атт\_собес}),$$

где  $K(*)$  -коэффициенты за параметр текущего контроля и промежуточной аттестации,  $O(*)$  -оценки за параметр текущего контроля и промежуточной аттестации.

$O(\text{пос})$  формируется на основании контроля посещаемости (не менее 80 % занятий), по результатам которого студент получает баллы (1 -посещено менее

до 20% занятий; 2 -посещено от 20% до 40 %; 3 -посещено от 40% до 60 %; 4 -посещено от 60% до 80 %; 5 баллов -посещено от 90% до 100 % занятий).

О(актив) формируется на основании выполнения заданий, сформулированным лектором для самостоятельного решения и/или изучения.

О(пр1) и О(пр2) предоставляются преподавателем, ведущим практические занятия, и формируется по критериям оценивания ТК на практических занятиях (см. п. 6.4). О(колл) и О(атт) формируются по итогам письменной аттестационной работы и /или устного собеседования в рамках коллоквиума и промежуточной аттестации по критериям оценивания устного ответа студента (см. п. 6.4).

Коэффициенты участия того или иного параметра в итоговой оценке промежуточной аттестации О(итог) в сумме составляют 1. Они определяются лектором и доводятся до сведения студентов и ассистентов в начале семестра. Границы этих коэффициентов должны удовлетворять следующим параметрам:

К(пос) (коэффициент посещаемости) от 0 до 0,05;

К(актив) (коэффициент активности) от 0 до 0,05;

К(пр) (коэффициент практических навыков) от 0 до 0,4;

К(колл ) (коэффициент коллоквиума) от 0 до 0,3;

К(атт) (коэффициент промежуточной аттестации) от 0 до 0,6.

Способ округления результирующей оценки по учебной дисциплине – арифметический, в пользу студента.

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

### **Вопросы к экзамену**

<b>№ п/п</b>	<b>Описание</b>
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 е.
6	Эквивалентность функций. Замена на эквивалентную под знаком предела.
7	Основные теоремы о непрерывных функциях (непрерывность суммы, произведения, отношения, непрерывность композиции).
8	Непрерывность обратной функции.
9	Функции непрерывные на отрезке. Теоремы Вейерштрасса.
10	Теорема Больцано-Коши (со следствием).
11	Дифференцируемость функции. Единственность дифференциала. Непрерывность дифференцируемой функции.
12	Производная. Связь производной с дифференциалом.
13	Дифференцируемость композиции и обратной функции.
14	Дифференцируемость суммы, произведения и обратной функции.
15	Теорема Ферма.
16	Теоремы Ролля, Коши и Лагранжа.
17	Теорема Лопиталя.
18	Производные высших порядков. Формула Тейлора с остатком в форме Пеано.
19	Монотонность дифференцируемой функции. Необходимое условие экстремума.
20	Достаточное условие экстремума.
21	Выпуклость функции. Точка перегиба. Необходимое и достаточное условие перегиба.
22	Интегральные суммы. Определенный интеграл. Теорема единственности. Линейность и аддитивность (без доказательства).
23	Интеграл с переменным верхним пределом. Теорема Барроу. Формула Ньютона-Лейбница.
24	Первообразная и неопределенный интеграл.
25	Формулы замены переменной и интегрирования по частям в определенном и неопределенном интеграле.
26	Вычисление площади фигуры, ограниченной параметрически заданной кривой.
27	Вычисление длины дуги.
28	Приближенное вычисление определенного интеграла. Оценка погрешности формулы трапеции.

## 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

### Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Определение несобственного интеграла. Формулы замены переменных и интегрирование по частям для несобственного интеграла.
2	Абсолютная и условная сходимость.
3	Теорема сравнения для несобственных интегралов.
4	Определение и основные свойства функции erf(x).
5	Определение и основные свойства Г-функции.
6	Положительные числовые ряды. Признак сравнения.
7	Положительные числовые ряды. Интегральный признак сходимости.
8	Признак Даламбера сходимости числового ряда.
9	Признак Коши сходимости числового ряда.
10	Знакочередующийся ряд. Признак Лейбница.
11	Абсолютная и условная сходимости.
12	Степенные ряды. Радиус сходимости степенного ряда.
13	Дифференцируемость и интегрируемость степенных рядов.
14	Ряд Тейлора. Разложение функции в ряд Тейлора.
15	Тригонометрический ряд Фурье.
16	Теорема Дирихле.
17	Теорема существования и единственности решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка. Метод вариации.
18	Преобразование Лапласа. Основные теоремы операционного исчисления.
19	Оригиналы правильных рациональных дробей.
20	Операционный метод решения дифференциальных уравнений.
21	Нормальные системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Сведение дифференциального уравнения n-го порядка к системе первого порядка.
22	Системы линейных дифференциальных уравнений. Фундаментальная система решений.
23	Структура общего решения однородной и неоднородной систем линейных дифференциальных уравнений.
24	Линейное дифференциальное уравнение n-го порядка. Фундаментальная система решений.
25	Структура общего решения однородного и неоднородного дифференциального уравнения.

26	Решение линейных дифференциальных уравнений n-го порядка с постоянными коэффициентами.
27	Метод вариации произвольных постоянных для линейных систем и уравнений.
28	Метод неопределенных коэффициентов решения линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Принцип суперпозиции.

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

1 семестр:

### Контрольная работа «Дифференцирование и вычисление пределов»

#### Вариант 4

- Найти  $\lim_{n \rightarrow +\infty} \sqrt[n]{5^n - 3^n}$ .
- Найти  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\cos x - \sqrt{1 - x^2}}{\sin x - x}$ .
- 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.
- $\begin{cases} x = (1 + \cos^2 t)^2, \\ y = \frac{\cos t}{\sin^2 t}, \end{cases} \quad t \in (0, \pi/2].$  Найти  $\frac{dy}{dx}(9/4)$ .

### Контрольная работа «Интегрирование».

#### Вариант 2.

- $\int_0^{\pi/4} \cos 3x \sin 5x \, dx;$
- $\int (2x + 1) \log_2 x \, dx;$
- $\int_0^{\pi/4} \frac{\sin x \, dx}{(2 \cos x - 1)^3}.$
- 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  $xy' = y + \frac{x^3}{y^2}$ ,  $y(1) = 0$ .

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**

<b>Неделя</b>	<b>Темы занятий</b>	<b>Вид контроля</b>
4	Пределы и непрерывность. Дифференциальное исчисление функций одной переменной	
5		
6		
7		
8		Контрольная работа
9	Пределы и непрерывность. Дифференциальное исчисление функций одной переменной	Коллоквиум
10	Дифференциальное исчисление функций одной переменной	
11		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
14	Интегральное исчисление функций одной переменной	
15		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
21	Интегральное исчисление функций одной переменной	Контрольная работа
25	Дифференциальные уравнения	
26		
27		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
28	Ряды Дифференциальное исчисление функций многих переменных	
29		
30		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
32	Дифференциальные уравнения Ряды Дифференциальное исчисление функций многих переменных	Контрольная работа

### **6.4 Методика текущего контроля**

**На лекционных занятиях** текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 80 % занятий), оценивание активности работы студента на занятиях (например, в форме оценивания решения студентом теоретических задач повышенной сложности, самостоятельный разбор доказательств теорем и пр.), по результатам которого студент получает допуск на промежуточную аттестацию.

В первом семестре обучения обязательным является проведение коллоквиума (в период "репетиционной сессии") согласно графику текущего контроля. **Коллоквиум** проводится на основе вопросов к экзамену, изученных до момента проведения коллоквиума. Оценивание производится по критериям оце-

нивания промежуточной аттестации.

### **Критерии оценивания устного ответа студента:**

**”отлично”** (или ”5”) - ответ дан без ошибок, обоснован теоретически и проиллюстрирован примерами;

**”хорошо”**(или ”4”) - ответ дан без ошибок, проиллюстрирован примерами, но обоснования не всегда полны;

**”удовлетворительно”** (или ”3”) - ответ дан без ошибок, проиллюстрирован примерами, но не все обоснования приведены корректно;

**”неудовлетворительно”**(или ”2”) - в ответе есть ошибки, либо студент не видит связи между приводимыми формулами и утверждениями, не понимает их смысла;

**”неудовлетворительно”** (или ”1”) - в ответе множество ошибок, студент не только не видит связи между приводимыми формулами и утверждениями, но и не знает основных формул и определений основополагающих понятий;

**”не аттестован”** (или ”0”) - устного ответа не представлено.

**На практических занятиях** текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее 80 % занятий), выполнение ИДЗ и контрольных работ согласно графику текущего контроля, оценивание активности работы студента на занятиях (например, в форме оценивания решения студентом задачи у доски), по результатам которого студент получает допуск на промежуточную аттестацию. Результатом текущего контроля является две оценки в шести балльной шкале («отлично» - «5», «хорошо» - «4», «удовлетворительно» - «3», «неудовлетворительно» - «2», «не аттестован» - «1», «не явился» - «0»), первая из которой выставляется после 8 недель от начала семестра по итогам первой половины семестра, а вторая – после 17 недель по итогам второй половины семестра.

Посещаемость, аудиторная работа, ИДЗ и контрольные работы оцениваются в процентах.

Результирующий балл ищется по формуле:  $m = k_1 \cdot m_1 + k_2 \cdot m_2 + k_3 \cdot m_3 + k_4 \cdot m_4$ , где  $k_1$  и  $m_1$  – коэффициент и процент посещенных студентом занятий,  $k_2$  и  $m_2$  – коэффициент и средняя (или медианная) оценка аудиторной работы,  $k_3$  и  $m_3$  – коэффициент и средняя (или медианная) оценка ИДЗ,  $k_4$  и  $m_4$  – коэффициент и средняя (или медианная) оценка за контрольные работы. Коэффициенты участия того или иного параметра в результирующем балле текущего контроля в сумме составляют 1, определяются преподавателем и доводятся до сведения студента в начале семестра, границы этих коэффициентов должны удовлетворять следующим параметрам:  $k_1$  (коэффициент посещаемости) от 0 до 0,2;  $k_2$  (коэффициент активности) от 0 до 0,2;  $k_3$  (коэффициент ИДЗ) от 0 до 0,6;  $k_4$  (коэффициент контрольных работ) от 0 до 0,6.

Оценки за практическую составляющую дисциплины  $O(\text{пр}1)$  и  $O(\text{пр}2)$  формируются по следующей методике:

$$O(\text{пр}^*)=0, \text{ если } m \square \{0\};$$

$$O(\text{пр}^*)=1, \text{ если } m \square (0; 0,1];$$

$$O(\text{пр}^*)=2, \text{ если } m \square (0,1; 0,6);$$

$$O(\text{пр}^*)=3, \text{ если } m \square [0,6; 0,75);$$

$$O(\text{пр}^*)=4, \text{ если } m \square [0,75; 0,89);$$

$$O(\text{пр}^*)=5, \text{ если } m \square [0,9; 1].$$

Способ округления результирующей оценки – арифметический, в пользу студента.

### **Критерии оценивания контрольных работ и ИДЗ:**

**”не аттестован”** (или ”0”), если работа не сдана;

**”неудовлетворительно”** (или ”1”), если верно решено меньше 30% заданий;

**”неудовлетворительно”** (или ”2”), если верно решено меньше 60% заданий;

ний, но более 29%;

”удовлетворительно” (или ”3”), если верно решено меньше 75% заданий, но более 59%;

”хорошо” (или ”4”), если верно решено меньше 89% заданий, но более 74%;

”отлично” (или ”5”), если верно решено более 90% заданий.

*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**.

**- выполнение индивидуальных домашних заданий (ИДЗ).**

Примерные темы индивидуальных домашних заданий:

1 семестр:

**«Построение графика функции»**

Необходимо провести полное исследование и построить график функции. Максимальная оценка за работу: **10 баллов**. Для зачета 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.

### **«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 семestr:

### **«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**, для зачета необходимо набрать **4 балла**.

### **«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 определена структура частного решения неоднородного уравнения и правильно найдено общее решение однородного уравнения - 1 балл.

Второе задание можно решать методом вариации (интегралы можно счи-

тать 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**. Для зачета необходимо набрать **4 балла**.

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

## **7 Описание информационных технологий и материально-технической базы**

<b>Тип занятий</b>	<b>Тип помещения</b>	<b>Требования к помещению</b>	<b>Требования к программному обеспечению</b>
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, маркерная доска, проектор, экран, персональный компьютер	Альт Образование, инженерные ППП типа MATLAB и Microsoft Office
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, маркерная доска, проектор, экран, персональный компьютер	Альт Образование, инженерные ППП типа MATLAB и Microsoft Office
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>