

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 05.09.2022 17:45:27  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП  
«Радиоэлектронные средства  
информационного обмена»



**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

11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

по профилю

**«Радиоэлектронные средства информационного обмена»**

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

к.п.н., доцент Непомнящая Т.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ВМ  
31.08.2020, протокол № 4

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
ИФИО, 31.08.2020, протокол № 5

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФЭЛ
Обеспечивающая кафедра	ВМ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	13
Курс	1
Семестр	2, 1
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	85
Практические занятия (академ. часов)	85
Иная контактная работа (академ. часов)	2
Все контактные часы (академ. часов)	172
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	296
Всего (академ. часов)	468
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Экзамен (курс)	1
Экзамен (курс)	1

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ»**

Излагаются основные идеи и методы математической логики, введения в анализ, дифференциального исчисления функций одной переменной, интегрального исчисления функций одной переменной, операционного исчисления, дифференциальных уравнений, теории числовых и степенных рядов, интегрального исчисления функций нескольких переменных, теории поля, рядов Фурье, а также их приложений.

### **SUBJECT SUMMARY**

#### **«MATHEMATICAL ANALYSIS»**

We present an exposition of main ideas and methods of mathematical logic, introduction to mathematical analysis, theory of differentiation and integration for functions of one argument, the operational calculus, differential equations, theory of numerical and power series, integration theory for functions of several variables, the field theory, the Fourier series theory, and their applications.

## **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 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. «Теория вероятностей и математическая статистика»
2. «Теоретические основы электротехники»

### 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			
2	Тема 1. Введение в анализ	10	12		33
3	Тема 2. Дифференциальное исчисление функции одной переменной	12	12		33
4	Тема 3. Интегральное исчисление функции одной переменной	8	10		33
5	Тема 4. Несобственные интегралы	8	8		33
6	Тема 5. Числовые и степенные ряды	8	8		33
7	Тема 6. Ряды Фурье	4	2		33
8	Тема 7. Операционное исчисление	4	6		33
9	Тема 8. Обыкновенные дифференциальные уравнения (ОДУ)	14	14		33
10	Тема 9. Интегральное исчисление нескольких переменных	13	13		32
11	Заключение	2		2	
	Итого, ач	85	85	2	296
	Из них ач на контроль	0	0	0	70
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	468/13			

#### 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. Основные термины и определения.



№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
2	Тема 1. 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.
3	Тема 2. 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 Лопиталя. 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.
4	Тема 3. 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.
5	Тема 4. Несобственные интегралы	Несобственный интеграл. Признаки сходимости. Вычисление. Интеграл, зависящий от параметра. Гамма-функция. Приложение интегралов. Интеграл Фурье.
6	Тема 5. 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.
7	Тема 6. Ряды Фурье	Общая теория рядов Фурье (РФ). Тригонометрический РФ (ТРФ). Теорема Дирихле. ТРФ для четных и нечетных функций. ТРФ в комплексной форме.
8	Тема 7. Операционное исчисление	Оригинал и изображение. Основные теоремы операционного исчисления. Свертка функций и ее изображение. Таблицы преобразования Лапласа.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
9	Тема 8. Обыкновенные дифференциальные уравнения (ОДУ)	Обыкновенные дифференциальные уравнения (ОДУ) 1-го порядка. Общие понятия. Задача Коши. Теорема существования и единственности. Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные уравнения. Линейные ОДУ 1-го порядка. Метод вариации. Уравнение Бернулли. Нормальные системы ОДУ, задача Коши. ОДУ n-го порядка, задача Коши. Сведение ОДУ n-го порядка к нормальной системе ОДУ. Системы линейных ОДУ. Фундаментальная система решений. Структура общего решения однородной и неоднородной систем линейных ОДУ. Принцип суперпозиции. Система линейных уравнений с постоянными коэффициентами. Задача Коши и ее решение с помощью преобразования Лапласа. Линейное уравнение n-го порядка с постоянными коэффициентами. Построение общего решения методом Эйлера. Линейное дифференциальное уравнение со специальной правой частью. Метод вариации для линейного уравнения 2-го порядка.
10	Тема 9. Интегральное исчисление нескольких переменных	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.
11	Заключение	Перспективы применения методов математического анализа для решения математических задач.

## 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).	2
3. Предел функции и последовательности.	2
4. Вычисление пределов.	2
5. Вычисление пределов. Понятие о-малое, эквивалентность.	2
6. Вычисление пределов.	2

<b>Наименование практических занятий</b>	<b>Количество ауд. часов</b>
7. Непрерывность функции. Точки разрыва.	2
8. Точки разрыва.	2
9. Дифференцирование.	2
10. Дифференцирование. Касательная.	2
11. Правило Лопиталю.	2
12. Формула Тейлора.	2
13. Исследование функции. Построение графиков.	2
14. Интегрирование.	5
15. Несобственные интегралы.	2
16. Несобственные интегралы. Признаки сходимости.	4
17. Численное интегрирование.	2
18. Интеграл Фурье.	2
19. Геометрические приложения интеграла.	2
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.	2
28. Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные уравнения.	2
29. Линейные ОДУ 1-го порядка. Уравнение Бернулли.	2
30. Уравнения, допускающие понижение порядка.	2
31. Функция-оригинал. Преобразование Лапласа. Операционное исчисление.	2
32. Решение систем линейных ОДУ и линейных ОДУ с разрывными коэффициентами операционным методом.	2
33. Фундаментальная система решений. Структура общего решения однородного и неоднородного уравнений.	2
34. Решение линейных ОДУ с постоянными коэффициентами и специальной правой частью. Метод неопределенных коэффициентов.	2
35. Решение линейных ОДУ с постоянными коэффициентами. Метод вариации произвольных постоянных.	2
36. Двойной интеграл. Изменение порядка интегрирования в ДИ.	2
37. Замена переменных в ДИ. ДИ в полярных координатах.	2
38. Геометрические приложения ДИ.	2
39. Тройной интеграл.	2
40. Криволинейные интегралы 2-го рода.	2
Итого	85

#### **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:

ТР-2.2. «Построение графика функции»

ТР-2.3. «Интегрирование дробно-рациональной функции»

2 семестр:

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

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

#### **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	100
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	56
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	35
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	35
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0

<b>Текущая СРС</b>	<b>Примерная трудоемкость, ач</b>
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	70
<b>ИТОГО СРС</b>	<b>296</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	-Сайт кафедры высшей математики <a href="https://etu.ru/ru/fakultety/ifio/sostav-instituta/kafedra-vysshey-matematiki/sostav-kafedry">https://etu.ru/ru/fakultety/ifio/sostav-instituta/kafedra-vysshey-matematiki/sostav-kafedry</a>

## 5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=6063>



## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Математический анализ» формой промежуточной аттестации является экзамен.

#### 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.

## Особенности допуска

В первом семестре для допуска к экзамену необходимо набрать не менее 16 баллов, при этом все контрольные работы и типовые расчеты должны быть зачтены. Экзаменационный билет содержит 2 теоретических и 1 практический вопросы. Оценка по итогам экзамена выставляется как средний балл, полученный за ответы по всем экзаменационным вопросам.

Во втором семестре для допуска к экзамену необходимо набрать не менее 17 баллов, при этом все контрольные работы и типовые расчеты должны быть зачтены. 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

### Примерные вопросы к экзамену

№ 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 $\epsilon$ .
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 Лопиталья.

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.
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	Определение и основные свойства функции $\operatorname{erf}(x)$ .
33	Определение и основные свойства $\Gamma$ -функции.
34	Интеграл Фурье.
35	Положительные числовые ряды. Признак сравнения.
36	Положительные числовые ряды. Интегральный признак сходимости.
37	Признак Даламбера сходимости числового ряда.
38	Признак Коши сходимости числового ряда.
39	Знакопередающийся ряд. Признак Лейбница.
40	Абсолютная и условная сходимости.
41	Степенные ряды. Радиус сходимости степенного ряда.
42	Дифференцируемость и интегрируемость степенных рядов.
43	Ряд Тейлора. Разложение функции в ряд Тейлора.
44	Тригонометрический ряд Фурье.
45	Теорема Дирихле.
46	Теорема существования и единственности решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка. Метод вариации.
47	Преобразование Лапласа. Основные теоремы операционного исчисления.
48	Оригиналы правильных рациональных дробей.
49	Операционный метод решения дифференциальных уравнений.
50	Нормальные системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Сведение дифференциального уравнения $n$ -го порядка к системе первого порядка.
51	Системы линейных дифференциальных уравнений. Фундаментальная система решений.
52	Структура общего решения однородной и неоднородной систем линейных дифференциальных уравнений.

53	Линейное дифференциальное уравнение n-го порядка. Фундаментальная система решений.
54	Структура общего решения однородного и неоднородного дифференциального уравнения.
55	Решение линейных дифференциальных уравнений n-го порядка с постоянными коэффициентами.
56	Метод вариации произвольных постоянных для линейных систем и уравнений.
57	Метод неопределенных коэффициентов решения линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Принцип суперпозиции.
58	Двойной интеграл. Определение. Свойства.
59	Сведение двойного интеграла к повторному.
60	Замена переменных в двойном интеграле.
61	Вычисление объема.
62	Криволинейный интеграл 1-го порядка. Определение. Свойства.
63	Криволинейный интеграл 2-го порядка. Определение. Свойства.
64	Формула Грина.
65	Тройной интеграл. Определение. Свойства. Вычисление.
66	Сведение тройного интеграла к повторному.
67	Тройной интеграл в цилиндрических и сферических координатах.

### 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.А. Бодунов

## 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
8	Тема 2. Дифференциальное исчисление функции одной переменной	Контрольная работа
10	Тема 3. Интегральное исчисление функции одной переменной	
11		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
12		
13	Тема 3. Интегральное исчисление функции одной переменной	
14		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
16	Тема 3. Интегральное исчисление функции одной переменной	Контрольная работа
26	Тема 8. Обыкновенные дифференциальные уравнения (ОДУ)	Контрольная работа
27	Тема 8. Обыкновенные дифференциальные уравнения (ОДУ)	ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
28	Тема 8. Обыкновенные дифференциальные уравнения (ОДУ)	
29		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
33	Тема 9. Интегральное исчисление нескольких переменных	Контрольная работа

### 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.

#### на практических (семинарских) занятиях

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

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 зачета контрольной 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**.

- 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 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.

### 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 уравне-

ния - 1 балл.

Максимальная оценка за работу **6 баллов**, для зачета 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 определена 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**. Для зачета необходимо набрать **4 балла**.

#### **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>
1	18.05.2022	Актуально. Одобрено УМК ИФИО. Изменений не требуется.	18.05.2022 протокол №3 заседания УМК ИФИО		