

УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.15**

Математический анализ

Учебный план:

ФГОС3++b010302-123\_21-14.plx

Кафедра:

4

Высшей математики

Направление подготовки:  
 (специальность)

01.03.02 Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки:  
 (специализация)

Прикладная математика и информатика

Уровень образования:

бакалавриат

Форма обучения:

очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
2	УП	34	34	40	36	4	Экзамен
	РПД	34	34	40	36	4	
3	УП	34	34	40	36	4	Экзамен
	РПД	34	34	40	36	4	
Итого	УП	68	68	80	72	8	
	РПД	68	68	80	72	8	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10.01.2018 г. № 9

Составитель (и):

Кандидат физ.-мат.наук, доцент

Абжандадзе З.Л.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой высшей математики

Иванов Б.Ф.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Яковлев В.П.

Методическийотдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** закладка математического фундамента как средства изучения окружающего мира для спешного освоения дисциплин естественнонаучного и профессионального циклов.

**1.2 Задачи дисциплины:**

- привитие и развитие математического мышления,
- воспитание достаточной высокой математической культуры,
- освоение обучаемыми математических методов и основ математического моделирования.

**1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:**

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п.2, при изучении дисциплин:

Физика

Информатика

Алгебра и геометрия

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>ОПК-1: Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности</b>
<b>Знать:</b> - базовые теоретические положения в области математического анализа.
<b>Уметь:</b> - использовать базовые теоретические положения математического анализа в профессиональной деятельности.
<b>Владеть:</b> - навыками выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических положений математического анализа.
<b>ОПК-2: Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач</b>
<b>Знать:</b> - современные математические методы математического анализа.
<b>Уметь:</b> - использовать и адаптировать современные математические методы математического анализа для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.
<b>Владеть:</b> - навыками использования и адаптации современных математических методов математического анализа для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач.
<b>ОПК-3: Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности</b>
<b>Знать:</b> - математические модели математического анализа, используемые для решения задач в области профессиональной деятельности.
<b>Уметь:</b> - применять и модифицировать математические модели математического анализа для решения задач в области профессиональной деятельности.
<b>Владеть:</b> - навыками применения и модификации математических моделей математического анализа для решения задач в области профессиональной деятельности.

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Формат текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)			
Раздел 1. Дифференциальное исчисление функции одной переменной	2					
Тема 1. Предел, непрерывность. Предел последовательности и функции. Замечательные пределы. Бесконечно малые и их сравнение. Бесконечно большие и их сравнение. Непрерывность. Теоремы о функциях непрерывных на		8	8	8		
Тема 2. Производная и дифференциал. Определение и геометрический смысл производной. Производные основных элементарных функций. Производная сложной функции. Дифференциал. Теоремы о дифференцируемых функциях. Правило Лопиталя		8	6	8		К
Тема 3. Исследование функций. Признаки возрастания и убывания. Экстремум, необходимое условие, достаточные условия. Критерии выпуклости. Асимптоты. Глобальный экстремум		6	6	6		
Раздел 2. Интегральное исчисление						
Тема 4. Неопределенный интеграл. Определение, свойства, замена переменной, интегрирование по частям, интегрирование рациональных дробей и иррациональных выражений.	8	8	8		К	
Тема 5. Определенный интеграл. Определение, свойства определенного интеграла, теорема Барроу, формула Ньютона-Лейбница. Замена переменной, интегрирование по частям. Несобственный интеграл. Приложения определенного интеграла	4	6	10			
Итого в семестре (на курсе для	34	34	40			
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)	2,5		33,5			
Раздел 3. Ряды	3					К

<p>Тема 6. Числовые и степенные ряды. Признаки сходимости числовых рядов, функциональные ряды, равномерная сходимость, степенные ряды, теорема Абеля. Дифференцирование и интегрирование степенных рядов, ряд Тейлора.</p>	8	8	8		
<p>Тема 7. Ряды Фурье. Разложение кусочно непрерывной функции в ряд Фурье. Полнота тригонометрической системы. Связь с задачей наилучшего приближения. Неравенство Бесселя и равенство Парсеваля.</p>	6	6	6		
<p>Раздел 4. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных</p>					
<p>Тема 8. Частные производные и полный дифференциал. Определение и геометрический смысл частной производной. Дифференцирование сложной функции. Градиент. Производная по направлению. Дифференциал. Касательная плоскость. Теорема о неявной функции.</p>	4	4	4		К
<p>Тема 9. Экстремум функции нескольких переменных Необходимое условие экстремума. Достаточное условие экстремума. Условный Экстремум.</p>	4	4	4		
<p>Раздел 5. Кратные и криволинейные интегралы.</p>					
<p>Тема 10. Двойной и тройной интегралы. Определение и геометрический смысл двойного интеграла. Определение тройного интеграла. Вычисление кратных интегралов сведением к повторному интегралу. Замена переменной. Переход к полярным и сферическим координатам.</p>	4	4	4		К
<p>Тема 11. Криволинейные интегралы. Криволинейные интегралы 1-го и 2-го рода. Формула Грина. Условия независимости от пути. Поверхностные интегралы.</p>	4	4	4		

Тема 12. Элементы теории поля. Градиент, дивергенция, ротор. Циркуляция и поток векторного поля. Формулы Гаусса-Остроградского и Стокса.		4	4	10		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		34	34	40		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5		33,5		
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		141		147		

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ОПК-1	Демонстрирует знания базовых теоретических положений в области Использует базовые теоретические положения математического анализа в профессиональной деятельности. Владеет навыками выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических	Вопросы устного собеседования. Практико-ориентированные задания.
ОПК-3	Знает математические модели математического анализа, используемые для решения задач в области профессиональной деятельности. Умеет применять и модифицировать математические модели математического анализа для решения задач в области профессиональной деятельности. Обладает навыками применения и модификации математических моделей математического анализа для решения задач в области профессиональной деятельности.	Вопросы устного собеседования. Практико-ориентированные задания.
ОПК-2	Демонстрирует современные математические методы математического анализа. Умеет использовать и адаптировать современные математические методы математического анализа для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач. Обладает навыками использования и адаптации современных математических методов математического	Вопросы устного собеседования. Практико-ориентированные задания.

##### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Обучающийся показывает всестороннее, систематическое и глубокое знание основного и дополнительного учебного материала, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой; усвоил основную и знаком с дополнительной рекомендованной литературой; может объяснить взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности в	Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи и, если это необходимо, может представить его графически. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.

4 (хорошо)	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний в пределах основного учебного материала, без существенных ошибок выполняет предусмотренные в программе задания; усвоил основную литературу, рекомендованную в программе; способен объяснить взаимосвязь основных понятий дисциплины при дополнительных вопросах преподавателя. Допускает не существенные погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, устраняет их без помощи преподавателя.	Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения. Допускает незначительные погрешности при применении математического аппарата для реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ, но испытывает затруднения с его интерпретацией.
3 (удовлетворительно)	Обучающийся показывает знания основного учебного материала в минимальном объеме, необходимом для дальнейшей учебы; справляется с выполнением заданий, предусмотренных программой, допуская при этом большое количество не принципиальных ошибок; знаком с основной литературой, рекомендованной программой. Допускает существенные погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако, не может в полной мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение. Может сделать рисунок или схему, поясняющую решение задачи.
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся обнаруживает пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не знаком с рекомендованной литературой, не может исправить допущенные ошибки.	Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, не владеет математическим аппаратом. Представление чужой работы, отказ от выполнения задания.

## 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировка вопросов
Семестр 2	
1	Признаки существования предела.
2	Предел последовательности и предел функции: определения.
3	Точки разрыва функции, их классификация.
4	Непрерывность: определение, теоремы о функциях, непрерывных на отрезке.
5	Замечательные пределы
6	Сравнение бесконечно малых. Сравнение бесконечно больших.
7	Бесконечно малые и бесконечно большие величины: определения, свойства, связь между ними.
8	Экстремум функции одной переменной: определение, достаточные условия экстремума.
9	Экстремум функции одной переменной: определение, необходимое условие экстремума.
10	Формула Тейлора.
11	Теоремы о дифференцируемых функциях.
12	Дифференциал: определение и геометрический смысл.
13	Производная сложной функции.
14	Основные правила дифференцирования.
15	Производные основных элементарных функций.
16	Определение и геометрический смысл производной.
17	Свойства определенного интеграла. Теорема о среднем.
18	Определение и геометрический смысл определенного интеграла.
19	Интегрирование по частям в неопределенном интеграле.

20	Замена переменной в неопределенном интеграле.
21	Свойстванеопределенногоинтеграла.
22	Первообразная и неопределенныйинтеграл.
23	ФормулаНьютона-Лейбница.
24	ТеоремаБарроу.
25	Вычисление площади плоской фигуры и объема тела с помощью определенного интеграла.
26	Вычисление длины дуги плоской кривой.
27	Несобственные интегралы. Абсолютная и условная сходимость.
28	Интегрирование по частям в определенном интеграле.
29	Замена переменной в определенном интеграле.
Семестр 3	
30	Разложение некоторых элементарных функций в ряд Тейлора (Маклорена).
31	РядыТейлора и Маклорена.
32	Степенные ряды: определение, теорема Абеля, свойства степенных рядов.
33	Знакопередающиеся ряды. Признак Лейбница. Абсолютная и условная сходимость.
34	Достаточные признаки сходимости числовых рядов.
35	Числовые ряды. Основные определения. Необходимое условие сходимости.
36	Представление непериодической функции рядом Фурье.
37	Разложение в ряд Фурье функций произвольного периода.
38	Ряд Фурье для четных и нечетных функций.
39	Ряд Фурье: определение, условия сходимости.
40	Условныйэкстремум.
41	Определение экстремума функции двух переменных Достаточные условия экстремума.
42	Определение экстремума функции двух переменных. Необходимые условия экстремума.
43	Теорема о неявной функции. Уравнение касательной плоскости.
44	Производнаяпо направлению, градиент.
45	Дифференцирование сложных функций.
46	Полный дифференциал.
47	Частные производные первого порядка: определение и геометрический смысл. Производные высших порядков.
48	ФормулаГрина.
49	Определение, свойства и вычисление криволинейного интеграл 2-го рода.
50	Определение, свойства и вычисление криволинейного интеграл 1-го рода.
51	Тройной интеграл в цилиндрических и сферических координатах.
52	Вычисление тройного интеграла в прямоугольных координатах.
53	Определение и свойства тройного интеграла.
54	Приложения двойного интеграла.
55	Двойной интеграл в полярных координатах.
56	Замена переменной в двойном интеграле.
57	Вычисление двойного интеграла в прямоугольных координатах
58	Свойства двойного интеграла.
59	Определение и геометрический смысл двойного интеграла.
60	Основные понятия теории поля.
61	Определение, свойства и вычисление поверхностного интеграла 2-го рода.
62	Определение, свойства и вычисление поверхностного интеграла 1-го рода.
63	Условия независимости криволинейного интеграла 2-го рода то пути интегрирования.
64	Ротор и циркуляция векторного поля. Формула Стокса.
65	Дивергенция и поток векторного поля. Формула Остроградского – Гаусса
66	Градиент скалярного поля и его свойства.

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Непредусмотрено.

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы) находятся в приложении к данной РПД.



### 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

#### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

#### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  Письменная  Компьютерное тестирование  Иная

#### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

- Возможность пользоваться справочными таблицами;
- Время на подготовку ответа по билету 45 минут

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Веретенников, В. Н.	Высшая математика. Математический анализ функций одной переменной	Санкт-Петербург: Российский государственный гидрометеорологический университет	2013	<a href="http://www.iprbookshop.ru/17901.html">http://www.iprbookshop.ru/17901.html</a>
Ровба, Е. А., Ляликов, А. С., Сетько, Е. А., Смотрицкий, К. А.	Высшая математика	Минск: Вышэйшая школа	2012	<a href="http://www.iprbookshop.ru/20207.html">http://www.iprbookshop.ru/20207.html</a>
Ровба Е. А., Ляликов А. С., Сетько Е. А., Смотрицкий К. А.	Высшая математика	Минск: Вышэйшая школа	2012	<a href="http://www.iprbookshop.ru/20206.html">http://www.iprbookshop.ru/20206.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
И.Э. Апакова [и др.]	Высшая математика [Текст]: методические указания по выполнению контрольной работы «Дифференциальные уравнения и ряды» для студентов очной формы обучения	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2016	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafvysmat/12.pdf">http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafvysmat/12.pdf</a>
И.Э. Апакова, О.Е. Куляхтина, Н.Ю. Косовская	Высшая математика [Текст]: методические указания по выполнению расчетно-графической работы «Ряды Фурье» и индивидуальные задания для студентов очной формы обучения	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2016	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafvysmat/11.pdf">http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafvysmat/11.pdf</a>
И.Э. Апакова [и др.]	Высшая математика [Текст]: методические указания по выполнению контрольной работы «Интегрирование функций одной и нескольких переменных» для студентов очной формы обучения	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2016	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafvysmat/10.pdf">http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafvysmat/10.pdf</a>

### 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>  
Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>  
Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>

### 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

PTC Mathcad 15

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

### 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска

## Приложение

рабочей программы дисциплины Математический анализ

наименование дисциплины

по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

наименование ОП (профиля): Прикладная математика и информатика

## 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

№ п/п	Условия типовых практико-ориентированных заданий (задач, кейсов)
Семестр 2	
1	Вычислить предел $\lim_{x \rightarrow 0} x/\operatorname{tg}(2x)$ .
2	Существует ли функция, непрерывная в некоторой точке, но недифференцируемая в этой точке?
3	Какая из этих функций непрерывна на отрезке $[1; 3]$ ? 1) $x/(x^2 + 4x + 4)$ ; 2) $x/(x^2 - 4x + 3)$ ; 3) $1/\ln(x + 0,5)$
4	Вычислить разность $f(x_0 + 0) - f(x_0 - 0)$ , если $x_0 = 1$ и $f(x) = \begin{cases} 2x + 1, & x < 1 \\ \cos(\pi x), & x \geq 1 \end{cases}$
5	Найти производную функции: $y = \ln^3(2x + 1)$ .
6	Вычислить угол, под которым график функции $f(x)$ пересекает ось ОХ: $f(x) = \frac{1}{\sqrt{3}} \operatorname{tg}(3x)$ , $x \in (-\pi/3; \pi/3)$ .
7	На каком из интервалов функция $f(x) = xe^{-x}$ не монотонна? 1) $(-\infty; -1)$ ; 2) $(0; +\infty)$ 3) $(0; 1)$
8	Сколько точек экстремума имеет функция $f(x) = x^3 + x$ ? 1) 1; 2) 2; 3) 0
9	Вычислить дифференциал функции $f(x, y) = x\sqrt{x + 3y}$ в точке $(3; 2)$ при $\Delta x = 0,2$ и $\Delta y = 0,1$ .
10	Вычислить коэффициент при $x^3$ в разложении $\cos x$ по формуле Тейлора
Семестр 3	
1	Ряд Тейлора для $f(x) = \frac{1}{\sin(x)}$ в точке $x_0 = \pi/2$ сходится в одном из следующих интервалов. В каком? (1) $(-1; 1)$ (2) $(0; \pi)$ (3) $(0; 2\pi)$
2	Найти коэффициент при $x^3$ в разложении функции $1/\cos(x)$ в ряд Тейлора в окрестности 0.
3	Найти коэффициент при $x^2$ в разложении функции $x \cdot \ln(x)$ в ряд Тейлора в окрестности точки $x = 1$ .
4	Пусть $a_0, a_i, b_i, i=1, 2, \dots$ , коэффициенты ряда Фурье для функции $f(x) = 3x$ на отрезке $[-2; 2]$ .

	Вычислить сумму $a_0^2/2 + \sum_{i=1}^{+\infty}(a_i^2 + b_i^2)$ , не вычисляя коэффициентов.
5	Вычислить $a_{10}$ –коэффициент ряда Фурье для функции $f(x) = \sqrt{x}$ на отрезке $[-2; 2]$ .
6	$S(x)$ –сумма ряда Фурье для функции $f(x) = \begin{cases} 1, & -1 \leq x \leq 0 \\ x, & 0 < x \leq 1 \end{cases}$ . Найти $S(0)$ .
7	Сколько стационарных точек имеет функция $f(x, y) = 2x^3 + xy^2 + 5x^2 + y^2$ ?
8	Сколько точек экстремума имеет функция $f(x, y) = 4(x - y) - x^2 - y^2$ .
9	Найти наибольшее значение функции $f(x, y) = x^2 - y^2$ в круге $x^2 + y^2 \leq 4$ .
10	Найти наименьшее значение функции $f(x, y) = xy^2 - x - y$ в треугольнике с вершинами $A(0; 0)$ , $B(1; 1)$ , $C(0; 1)$ .