

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»  
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.15** Математический анализ

Учебный план: \_\_\_\_\_ ФГОС3++b010302ДИ-4\_26-14.plx

Кафедра:  Высшей математики

Направление подготовки:  
(специальность) 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки:  
(специализация) Дизайн интерфейса

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

| Семестр<br>(курс для ЗАО) |     | Контактная работа обучающихся |                   | Сам.<br>работа | Контроль,<br>час. | Трудоё<br>мкость,<br>ЗЕТ | Форма<br>промежуточной<br>аттестации |
|---------------------------|-----|-------------------------------|-------------------|----------------|-------------------|--------------------------|--------------------------------------|
|                           |     | Лекции                        | Практ.<br>занятия |                |                   |                          |                                      |
| 2                         | УП  | 34                            | 34                | 40             | 36                | 4                        | Экзамен                              |
|                           | РПД | 68                            | 68                | 80             | 36                | 7                        |                                      |
| 3                         | УП  | 34                            | 34                | 40             | 36                | 4                        | Экзамен                              |
|                           | РПД | 34                            | 34                | 40             | 36                | 4                        |                                      |
| 5                         | УП  | 34                            | 34                | 40             | 36                | 4                        | Экзамен                              |
|                           | РПД |                               |                   |                | 36                | 1                        |                                      |
| Итого                     | УП  | 102                           | 102               | 120            | 108               | 12                       |                                      |
|                           | РПД | 102                           | 102               | 120            | 108               | 12                       |                                      |

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утверждённым приказом Минобрнауки России 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

Ремизова И.В.

Методический отдел:

Фахретдинова А. Р.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

**1.2 Задачи дисциплины:**

- привитие и развитие математического мышления,
- воспитание достаточно высокой математической культуры,
- освоение обучаемым 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:

## 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 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий                                                                                                                                                                                         | Семестр<br>(курс для<br>ЗАО) | Контактная<br>работа |               | СР<br>(часы) | Форма<br>текущего<br>контроля |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------|---------------|--------------|-------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                   |                              | Лек.<br>(часы)       | Пр.<br>(часы) |              |                               |
| Раздел 1. Дифференциальное исчисление функции одной переменной                                                                                                                                                                                    | 2                            |                      |               |              | К                             |
| 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 отрезке.                         |                              | 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. Формула Тейлора. |                              | 8                    | 6             | 8            |                               |
| 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                                                                                                                                                                                                                 |                              |                      |               |              | К                             |
| Тема 4. Неопределенный интеграл. Определение, свойства, замена переменной, интегрирование по частям, интегрирование рациональных дробей и иррациональных выражений.                                                                               |                              | 8                    | 8             | 8            |                               |
| 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           |                               |
| Раздел 3. Ряды                                                                                                                                                                                                                                    |                              |                      |               |              | К                             |

|                                                                                                                                                                                                                                                                  |   |     |    |      |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----|----|------|---|
| Тема 6. Числовые и степенные ряды.<br>Признаки сходимости числовых рядов, функциональные ряды, равномерная сходимость, степенные ряды, теорема Абеля.<br>Дифференцирование и интегрирование степенных рядов, ряд Тейлора.                                        |   | 8   | 8  | 8    |   |
| Тема 7. Ряды Фурье.<br>Разложение кусочно непрерывной функции в ряд Фурье. Полнота тригонометрической системы. Связь с задачей наилучшего приближения.<br>Неравенство Бесселя и равенство Парсеваля.                                                             |   | 6   | 6  | 6    |   |
| Раздел 4. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных                                                                                                                                                                                              |   |     |    |      |   |
| Тема 8. Частные производные и полный дифференциал.<br>Определение и геометрический смысл частной производной. Дифференцирование сложной функции. Градиент. Производная по направлению. Дифференциал. Касательная плоскость. Теорема о неявной функции.           |   | 4   | 4  | 4    | К |
| Тема 9. Экстремум функции нескольких переменных<br>Необходимое условие экстремума. Достаточное условие экстремума. Условный Экстремум.                                                                                                                           |   | 4   | 4  | 4    |   |
| Раздел 5. Кратные и криволинейные интегралы.                                                                                                                                                                                                                     |   |     |    |      |   |
| Тема 10. Двойной и тройной интегралы.<br>Определение и геометрический смысл двойного интеграла. Определение тройного интеграла. Вычисление кратных интегралов сведением к повторному интегралу. Замена переменных. Переход к полярным и сферическим координатам. |   | 4   | 4  | 4    | К |
| Тема 11. Криволинейные интегралы.<br>Криволинейные интегралы 1-го и 2-го рода. Формула Грина. Условия независимости от пути. Поверхностные интегралы.                                                                                                            |   | 4   | 4  | 4    |   |
| Тема 12. Элементы теории поля.<br>Градиент, дивергенция, ротор. Циркуляция и поток векторного поля. Формулы Гаусса-Остроградского и Стокса.                                                                                                                      |   | 4   | 4  | 10   |   |
| Итого в семестре (на курсе для ЗАО)                                                                                                                                                                                                                              |   | 68  | 68 | 80   |   |
| Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)                                                                                                                                                                                                                |   | 2,5 |    | 33,5 |   |
| Раздел 6. Основные понятия и структуры математического анализа                                                                                                                                                                                                   | 3 |     |    |      | К |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |   |   |   |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---|---|---|----|
| Тема 13. Метрические пространства. Примеры. Непрерывные отображения метрических пространств. Полные метрические пространства. Евклидовы пространства. Скалярное произведение. Аксиомы. Свойства. Банаховы и Гильберты пространства. Полные ортогональные системы. Ряды Фурье в гильбертовых пространствах. Принцип сжимающих отображений и его применения. |  | 5 | 5 | 6 |    |
| Раздел 7. Понятие топологического пространства                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |   |   |   |    |
| Тема 14. Понятие топологического пространства. Свойства открытых и замкнутых множеств. Понятие окрестности точки. Отделимые или хаусдорфовы пространства. Дискретные топологические пространства. Понятие базы топологии. Понятие счетной базы                                                                                                             |  | 5 | 5 | 7 | ДЗ |
| Раздел 8. Сходимость в топологических пространствах                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |   |   |   |    |
| Тема 15. Классификация точек подмножества топологического пространства: внутренние точки, предельные точки, граничные точки, изолированные точки. Внутренние, предельные и граничные точки подмножества топологического пространства. Компактные множества топологического пространства. Примеры. Компактные множества в метрических пространствах.        |  | 5 | 5 | 7 | О  |
| Раздел 9. Гомеоморфизмы топологических пространств                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |   |   |   |    |
| Тема 16. Понятие гомеоморфизма топологических пространств. Композиция гомеоморфизмов. Топологическая эквивалентность или топологический тип. Гомеоморфизм интервала и числовой прямой. Гомеоморфизм открытого круга и числовой плоскости.                                                                                                                  |  | 5 | 5 | 7 | К  |
| Раздел 10. Линии в евклидовом пространстве                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |   |   |   |    |
| Тема 17. Векторная функция скалярного аргумента. Понятие линии. Гладкие линии. Касательная. Длина дуги. Кривизна и кручение линии. Винтовая линия. Понятие поверхности. Гладкие поверхности. Касательная плоскость и нормаль. Первая квадратическая форма поверхности. Кривизна кривой на поверхности.                                                     |  | 7 | 7 | 7 | О  |
| Раздел 11. Основы математической физики                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |   |   |   | К  |

|                                                                                                                                                                                              |  |       |    |      |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------|----|------|--|
| Тема 18. Уравнения гиперболического типа. Волновое уравнение.<br>Уравнения параболического типа. Уравнения теплопроводности и диффузии.<br>Уравнения эллиптического типа. Уравнение Лапласа. |  | 7     | 7  | 6    |  |
| 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>                                                                                                                                            |  | 211,5 |    | 187  |  |

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5 БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ

Использование балльно-рейтинговой системы не предусмотрено.

### 6. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ, СИСТЕМЫ И СРЕДСТВ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

#### 6.1 Показатели оценивания

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

#### 6.2 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 понимании, изложении и использовании учебного материала. | 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            | 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.                                                                                             | 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<br>(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                                                                                    |

### 6.3 Типовые контрольные задания и/или иные материалы, используемые для оценки результатов обучения

#### 6.3.1 Типовые контрольные вопросы

| № п/п     | Формулировки 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        | Свойства неопределенного интеграла.                                                                   |
| 22        | Первообразная и неопределенный интеграл.                                                              |
| 23        | Формула Ньютона-Лейбница.                                                                             |
| 24        | Теорема Барроу.                                                                                       |
| 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.                                                           |
| 30        | Разложение некоторых элементарных функций в ряд Тейлора (Маклорена).                                  |
| 31        | Ряды Тейлора 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        | Условный экстремум.                                                                                   |
| 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        | Производная по направлению, градиент.                                                                 |
| 45        | Дифференцирование сложных функций.                                                                    |
| 46        | Полный дифференциал.                                                                                  |
| 47        | Частные производные первого порядка: определение и геометрический смысл. Производные высших порядков. |
| 48        | Формула Грина.                                                                                        |
| 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 от 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.                                                              |
| Семестр 3 |                                                                                                       |
| 67        | Метрические пространства. Примеры.                                                                    |
| 68        | Непрерывные отображения метрических пространств.                                                      |
| 69        | Полные метрические пространства.                                                                      |
| 70        | Евклидовы пространства. Скалярное произведение. Аксиомы. Свойства.                                    |
| 71        | Банаховы и Гильберты пространства.                                                                    |
| 72        | Полные ортогональные системы                                                                          |
| 73        | Ряды Фурье в гильбертовых пространствах.                                                              |

|    |                                                                                                                                          |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 74 | Принцип сжимающих отображений и его применения.                                                                                          |
| 75 | Понятие топологического пространства.                                                                                                    |
| 76 | Свойства открытых и замкнутых множеств.                                                                                                  |
| 77 | Понятие окрестности точки                                                                                                                |
| 78 | Отделимые или хаусдорфовы пространства.                                                                                                  |
| 79 | Дискретные топологические пространства.                                                                                                  |
| 80 | Понятие базы топологии. Понятие счетной базы                                                                                             |
| 81 | Классификация точек подмножества топологического пространства: внутренние точки, предельные точки, граничные точки, изолированные точки. |
| 82 | Внутренние, предельные и граничные точки подмножества топологического пространства.                                                      |
| 83 | Компактные множества топологического пространства. Примеры. Компактные множества в метрических пространствах.                            |
| 84 | Понятие гомеоморфизма топологических пространств. Композиция гомеоморфизмов.                                                             |
| 85 | Топологическая эквивалентность или топологический тип. Гомеоморфизм интервала и числовой прямой.                                         |
| 86 | Гомеоморфизм открытого круга и числовой плоскости.                                                                                       |
| 87 | Векторная функция скалярного аргумента. Понятие линии. Гладкие линии. Касательная.                                                       |
| 88 | Длина дуги. Кривизна и кручение линии. Винтовая линия.                                                                                   |
| 89 | Понятие поверхности. Гладкие поверхности. Касательная плоскость и нормаль.                                                               |
| 90 | Первая квадратическая форма поверхности. Кривизна кривой на поверхности.                                                                 |
| 91 | Уравнения гиперболического типа. Волновое уравнение.                                                                                     |
| 92 | Уравнения параболического типа. Уравнения теплопроводности и диффузии.                                                                   |
| 93 | Уравнения эллиптического типа. Уравнение Лапласа                                                                                         |

### 6.3.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

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

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

## 6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

### 6.4.1 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»

### 6.4.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☐ + Письменная ☐ + Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

### 6.4.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

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

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Учебная литература

| Автор                                          | Заглавие                                                          | Издательство                                                                   | Год издания | Ссылка                                                                                  |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>7.1.1 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> |
| <b>7.1.2 Дополнительная учебная литература</b> |                                                                   |                                                                                |             |                                                                                         |

|                                                                |                                                                                                                                                                             |                                                                   |      |                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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 «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 [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> |
| 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>                         |

## 7.2 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/>

## 7.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

PTC Mathcad 15  
 MicrosoftWindows 8  
 MicrosoftOfficeProfessional 2013

## 7.4 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

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

| № п/п     | Условия типовых практико-ориентированных заданий (задач, кейсов)                                                                                                                    |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Семестр 1 |                                                                                                                                                                                     |
| 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 $[1; 3]$ ?<br>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<br>$x_0 = 1 \text{ и } f(x) = \begin{cases} 2x + 1, & x < 1 \\ \cos(\pi x), & x \geq 1 \end{cases}$                             |
| 5         | Найти производную функции: $y = \ln^3(2x + 1)$ .                                                                                                                                    |
| 6         | Вычислить угол, под которым график функции $f(x)$ пересекает ось ОХ:<br>$f(x) = \frac{1}{\sqrt{3}} \operatorname{tg}(3x), x \in (-\pi/3; \pi/3)$ .                                  |
| 7         | На каком из интервалов функция $f(x) = xe^{-x}$ немонотонна?<br>1) $(-\infty; -1)$ ; 2) $(0; +\infty)$ 3) $(0; 1)$                                                                  |
| 8         | Сколько точек экстремума имеет функция $f(x) = x^3 + x$ ?<br>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                                                                                                            |
| 11        | Функция $f(x)$ имеет непрерывные производные 1-го и 2-го порядков и $f'(1) = 0$ ; $f''(1) > 0$ . Тогда при $x = 1$ функция имеет:<br>1) минимум 2) максимум 3) не имеет экстремума. |
| 12        | Найти точку перегиба для $f(x) = x^2 \ln x$ .                                                                                                                                       |
| 13        | Вычислить неопределенный интеграл: $\int_0^4 dx/\sqrt{2x + 1}$ .                                                                                                                    |
| 14        | Вычислить неопределенный интеграл: $\int_0^\pi \sin(\frac{\pi}{3} - \frac{x}{2}) dx$ .                                                                                              |
| 15        | Какую замену переменной нужно сделать в $\int x^3 \sqrt{x + 1} dx$ ?                                                                                                                |
| 16        | Найти площадь фигуры, ограниченной кривыми $y = x^2$ и $y = \sqrt{x}$ .                                                                                                             |
| 17        | Чему равен $\int_{-a}^a f(x) dx$ , если $f(x)$ – нечетная функция?                                                                                                                  |

|           |                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 18        | Какой из трех интегралов является несобственным<br>1) $\int_0^4 dx/\sqrt{2x-1}$ 2) $\int_0^4 dx/\sqrt{2x+1}$ 3) $\int_0^4 dx/\sqrt{2x+3}$ ?                                                                                                    |
| 19        | Какой из трех интегралов сходится?<br>1) $\int_0^{+\infty} dx/\sqrt{2x+1}$ 2) $\int_0^4 dx/x$ 3) $\int_0^{+\infty} dx/(x^2+1)$                                                                                                                 |
| 20        | Дан ряд $\sum_{n=1}^{+\infty} (-1)^n \frac{1}{n}$ . Какой из ответов верен?<br>1) Абсолютно сходится<br>2) Сходится, но не абсолютно<br>3) Расходится                                                                                          |
| 21        | Какой из признаков сходимости нужно применить к ряду $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n}{2^n}$ ?<br>1) сравнения 2) Даламбера 3) Лейбница                                                                                                           |
| 22        | Пусть $S_m = \sum_{n=1}^m (-1)^n \frac{1}{n}$ , $S = \sum_{n=1}^{+\infty} (-1)^n \frac{1}{n}$ . Верно ли, что $ S - S_{10}  < 0,1$ ?                                                                                                           |
| 23        | Даны положительные ряды 1) $\sum_{n=1}^{+\infty} u_n$ и 2) $\sum_{n=1}^{+\infty} v_n$ , причем ряд 2) сходится и $u_n/v_n \rightarrow 2$ при $n \rightarrow +\infty$ . Тогда ряд 1) :<br>А) расходится Б) сходится В) нет определенного ответа |
| Семестр 2 |                                                                                                                                                                                                                                                |
| 1         | Ряд Тейлора для $f(x) = \frac{1}{\sin(x)}$ в точке $x_0 = \pi/2$ сходится в одном из следующих интервалов. В каком?<br>(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 $[-2; 2]$ .<br>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 А(0; 0), В(1; 1), С(0; 1).                                                                                                                               |
| 11        | Уравнение $xy^2 - x^3 - y = 0$ задает функцию $y(x)$ в окрестности точки (0; 0). Найти $y'(0)$ .                                                                                                                                               |

|           |                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12        | Поверхность задана уравнением $2x^3 + xy^2 + 5x^2 + y^2z - 11 = 0$ . Проходит ли она через начало координат?                                                                                                                           |
| 13        | Найти уравнение касательной плоскости к поверхности $3(x - y) - x^2 - y^2 + z^2 = 0$ в точке $(2; 2; 0)$ .                                                                                                                             |
| Семестр 3 |                                                                                                                                                                                                                                        |
| 14        | Изменить порядок интегрирования в повторном интеграле $\int_1^2 dx \int_{x^2}^4 f(x, y) dy$ .                                                                                                                                          |
| 15        | Какое из выражений является полным дифференциалом?<br>1) $ydx + xdy$ 2) $ydx - xdy$ 3) $ydx - xydy$                                                                                                                                    |
| 16        | Найти объем тела, определенного неравенствами<br>$0 \leq z \leq 4 - x - y$ , $x + y \leq 1$ , $x \geq 0$ , $y \geq 0$ .                                                                                                                |
| 17        | Найти криволинейный интеграл 2-го рода $\oint Pdx + Qdy$ по границе ABCA треугольника с вершинами $A(0; 0)$ , $B(1; 1)$ , $C(0; 1)$ , если известно, что<br>$\frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{\partial P}{\partial y} \equiv 1$ ? |
| 18        | Найти криволинейный интеграл 2-го рода $\oint Pdx + Qdy$ по границе ABCA треугольника с вершинами $A(0; 0)$ , $B(1; 1)$ , $C(0; 1)$ , если известно, что<br>$\frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{\partial P}{\partial y} \equiv 0$ ? |
| 19        | Вычислить криволинейный интеграл 2-го рода $\oint xdx + dy$ по границе сектора круга $x^2 + y^2 \leq 1$ $0 \leq x$ , $0 \leq y$ .                                                                                                      |
| 20        | Градиент функции $f(x, y, z)$ в некоторой точке равен<br>$\nabla f = 4\mathbf{i} - 2\mathbf{j} + \sqrt{5}\mathbf{k}$ . Вычислить производную функции $f$ в этой точке по направлению вектора $\nabla f$ .                              |
| 21        | Вычислить дивергенцию векторного поля $F(x, y, z) = x\mathbf{i} - xy\mathbf{j} + xyz\mathbf{k}$ в точке $(1; -1; 2)$ .                                                                                                                 |
| 22        | Вычислить ротор векторного поля $F(x, y, z) = x\mathbf{i} - xy\mathbf{j} + xyz\mathbf{k}$ в точке $(1; -1; 2)$ .                                                                                                                       |