МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Санкт-Петербургский государственный экономический университет»

|  |  |
| --- | --- |
|  | УТВЕРЖДАЮ  Проректор по образовательной деятельности  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.Г. Шубаева  «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_\_г. |

***Математический анализ***

**Рабочая программа дисциплины**

|  |  |
| --- | --- |
| Направление подготовки/ *Специальность* | *01.03.02 Прикладная математика и информатика* |
| Направленность (профиль) программы/  *Специализация* | *Математическое обеспечение информационных систем* |
| Уровень высшего образования | *Бакалавриат* |
| Форма обучения | *очная* |
| Год набора | *2025* |

Составитель*(и)*:

|  |
| --- |
| к.физмат.н, Беккер Борис Меерович |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Часов по учебному плану | 540 | **Виды контроля в семестрах:**   |  | | --- | | Экзамен: семестр 1 | | Экзамен: семестр 2 | | Экзамен: семестр 3 | |
| в том числе: |  |
| контактная работа | 288 |
| самостоятельная работа | 144 |
| практическая подготовка | 0 |
| часов на контроль | 108 |

**Распределение часов дисциплины:**

|  |  |
| --- | --- |
| Семестр: | 1,2,3 |
| Вид занятий | Часы |
| Лекционные занятия | 148 |
| Практические занятия | 140 |
| Лабораторные работы |  |
| **Итого аудиторных часов** | **288** |
| Самостоятельная работа | 144 |
| Часы на контроль | 108 |
| **Итого академических часов** | **540** |
| **Общая трудоемкость в зачетных единицах** | **15** |

Санкт-Петербург

2025

**СОДЕРЖАНИЕ**

[**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ** 3](#_Toc182490579)

[**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** 3](#_Toc182490580)

[**3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ** 3](#_Toc182490581)

[**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ\*** 3](#_Toc182490582)

[**5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ** 5](#_Toc182490583)

[**5.1 Рекомендуемая литература** 5](#_Toc182490584)

[**5.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в т.ч. отечественного производства** 6](#_Toc182490585)

[**5.3 Перечень информационных справочных систем (ИСС) и современных профессиональных баз данных (СПБД)** 6](#_Toc182490586)

[**6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ** 6](#_Toc182490587)

[**7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ** 8](#_Toc182490588)

[**8. ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ** 9](#_Toc182490589)

[**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ** 11](#_Toc182490590)

[**1.1 Контрольные вопросы и задания к промежуточной аттестации** 11](#_Toc182490591)

[**1.2 Темы письменных работ** 14](#_Toc182490592)

[**1.3 Контрольные точки** 14](#_Toc182490593)

[**1.4 Другие объекты оценивания** 15](#_Toc182490594)

[**1.5 Самостоятельная работа обучающегося** 15](#_Toc182490595)

[**1.6 Шкала оценивания результата** 15](#_Toc182490596)

# **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

|  |  |
| --- | --- |
| **Цель:** | Предоставление необходимых сведений по математическому анализу, являющемуся основой и основанием большинства других математических, а также прикладных дисциплин; развитие логического мышления; воспитание умения строго излагать свои мысли. |

# **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина Б1.О Математический анализ относится к обязательной части Блока 1.

# **3.** **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

| **Код и наименование компетенции выпускника** | **Код и наименование индикатора достижения компетенций** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине** |
| --- | --- | --- |
| ОПК-1 - Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности | ОПК-1.3 - Способен применять в профессиональной деятельности фундаментальные знания математического анализа | Знать: предоставление необходимых сведений по математическому анализу, являющемуся основой и основанием большинства других математических, а также прикладных дисциплин; развитие логического мышления; воспитание умения строго излагать свои мысли.  Уметь: решать типовые задачи с использованием основных понятий и базовых знаний классического математического анализа..  Владеть: навыками решения практических задач применения и использования методов классического математического анализа.. |

# **4.** **СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ\***

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Номер и наименование тем и/или разделов/тем** | **Содержание дисциплины** | | **Объем дисциплины**  **(академические часы)** | | | | |
| **Контактная работа** | | | | **СРО** |
| **ЗЛТ** | | **ПЗ** | **ЛР** |
| Тема 1. Вещественные числа. | Классические неравенства: Бернулли, Коши-Буняковского, Коши. Точные границы. Лемма о вложенных промежутках. | | 4 | | 4 |  | 7 |
| Тема 2. Пределы. Непрерывность. | Определение и свойства предела последовательности. Вычисление пределов последовательностей. Определение и свойства предела функции. Вычисление пределов функций. Асимптоты. Асимптотические равенства. Определение и свойства непрерывных функций. Непрерывность элементарных функций. Теоремы Вейерштрасса и Больцано. | | 23 | | 23 |  | 20 |
| Тема 3. Дифференциальное исчисление функций одной переменной. | Определение производной и дифференциала. Операции над дифференцируемыми функциями. Производные основных элементарных функций. Теоремы Ролля, Лагранжа, Коши. Исследование дифференцируемой функции на монотонность и выпуклость. Построение графиков. Формула Тейлора. Достаточное условие экстремума. | | 29 | | 29 |  | 41 |
| Тема 4. Интегральное исчисление функций одной переменной | Определение интеграла. Свойства интеграла. Интеграл с переменным верхним пределом. Формула Ньютона-Лейбница. Приложения интеграла. Несобственные интегралы. | | 26 | | 28 |  | 32 |
| Тема 5. Ряды | Определение интеграла. Свойства интеграла. Интеграл с переменным верхним пределом. Формула Ньютона-Лейбница. Приложения интеграла. Несобственные интегралы. Степенные ряды. Разложение элементарных функций в степенные ряды. Определение равномерной сходимости функциональных последовательностей и рядов. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости. Равномерная сходимость степенного ряда. Действия со степенными рядами. | | 12 | | 14 |  | 32 |
| Тема 6. Функции нескольких переменных. Пределы. Непрерывность | Расстояния. Окрестности. Открытые и замкнутые множества. Компактные множества. Связные множества. Графики, линии и множества уровня функций нескольких переменных. Пределы. Непрерывные функции. Теоремы Вейерштрасса и Больцано. Непрерывные отображения. Криволинейные координаты. | | 12 | | 10 |  | 4 |
| Тема 7. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных | Определение дифференциала. Частные производные. Непрерывная дифференцируемость. Арифметические операции над дифференцируемыми функциями. Дифференциал композиции. Касательная плоскость к графику функции двух переменных. Теоремы Ферма и Лагранжа. Производная по направлению. Градиент. Теорема о неявной функции. Теорема о совпадении смешанных частных производных. Формула Тейлора. Достаточные условия экстремума. Определение дифференциала отображения. Примеры. Матрица Якоби. Теорема о неявном отображении. Теорема об обратном отображении. | | 22 | | 19 |  | 4 |
| Тема 8. Многомерные интегралы | Определение и свойства интеграла по промежутку. Теорема Фубини. Интеграл по произвольному допустимому множеству. Замена переменных в кратном интеграле. Сферическая и цилиндрическая системы координат. Определение и свойства криволинейных интегралов 1-го рода. Векторные поля на плоскости. Криволинейные интегралы 2-го рода. Дифференциальные формы. Формула Грина. | | 20 | | 13 |  | 4 |
| **Контроль:** | | | | | | | **108** |
| **Всего по дисциплине:** | | **148** | | **140** | |  | **144** |

\*ЗЛТ – занятия лекционного типа, ПЗ – все виды занятий семинарского типа, кроме лабораторных работ, ЛР – лабораторные работы, СРО – самостоятельная работа обучающегося

# **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

## **5.1 Рекомендуемая литература**

|  |  |
| --- | --- |
| **Библиографическое описание издания (автор, заглавие, вид, место и год издания, кол. стр.)** | **Электронные ресурсы** |
| 1. Высшая математика для экономистов : учебник / [Н.Ш.Кремер и др.] ; под ред. Н.Ш.Кремера .— 3-е изд. — Москва : ЮНИТИ. Дана, 2017 .— 479 с. — Имеются другие года издания. — Сведения также доступны по Интернету: ЭБС Знаниум. | [https://znanium.com/catalog/document?id=341261](https://znanium.com/catalog/document?id=341261%20) |
| 2. Шипачев, В. С. Математический анализ. Теория и практика : учебное пособие / В.С. Шипачев. — 3-е изд. — Электрон. дан. — М. : ИНФРА-М, 2019. — 351 с. | <https://znanium.com/catalog/document?id=359352> |
| 3. Общий курс высшей математики для экономистов : учебник / под ред. В.И. Ермакова. — Электрон. дан. — Москва : ИНФРА-М, 2010. — 656 с. | <https://znanium.com/catalog/document?id=124945> |
| 4. Красс М.С. Математика в экономике. Базовый курс : учебник для бакалавров / М.С. Красс. — 2-е изд., испр. и доп .— Электрон. дан. — Москва : Издательство Юрайт, 2021 .— 470 с. | <https://urait.ru/bcode/487773> |

## **5.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в т.ч. отечественного производства**

|  |
| --- |
| - 7-Zip |
| - Wolfram Mathematica |
| - ОС Альт образование 10 |
| - LibreOffice Base |
| - LibreOffice Calc |
| - LibreOffice Writer |

## **5.3 Перечень информационных справочных систем (ИСС) и современных профессиональных баз данных (СПБД)**

|  |  |
| --- | --- |
| **№** | **Наименование СПБД/ ИСС** |
| 1. | Электронная библиотека Grebennikon.ru – [www.grebennikon.ru](http://www.grebennikon.ru) |
| 2. | Научная электронная библиотека eLIBRARRY – www.elibrary.ru |
| 3. | Научная электронная библиотека КиберЛеника – www.cyberleninka.ru |
| 4. | База данных ПОЛПРЕД Справочники – [www.polpred.com](http://www.polpred.com) |
| 5. | База данных OECD Books, Papers & Statistics на платформе OECD iLibrary  [www.oecd-ilibrary.org](http://www.oecd-ilibrary.org) |
| 6. | Справочная правовая система КонсультантПлюс (инсталлированный ресурс  СПбГЭУ или www.consultant.ru) |
| 7. | Справочная правовая система «ГАРАНТ» (инсталлированный ресурс СПбГЭУ или www.garant.ru) |
| 8. | Информационно-справочная система «Кодекс» (инсталлированный ресурс  СПбГЭУ или www.kodeks.ru) |
| 9. | Электронная библиотечная система BOOK.ru - www.book.ru |
| 10. | Электронная библиотечная система ЭБС ЮРАЙТ – www.urait.ru |
| 11. | Электронно-библиотечная система ЗНАНИУМ (ZNANIUM) – [www.znanium.com](http://www.znanium.com) |
| 12. | Электронная библиотека СПбГЭУ– opac.unecon.ru |

# **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ) групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Помещения оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

|  |  |
| --- | --- |
| **Наименование учебных аудиторий, перечень** | **Адрес (местоположение) учебных аудиторий** |
| Ауд. 2056 Учебная аудитория (для проведения занятий лекционного типа и занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации), оборудована мультимедийным комплексом.Специализированная мебель и оборудование: Учебная мебель на 88 посадочных мест, рабочее место преподавателя, доска меловая (3-х секционная) - 1 шт., кафедра - 1 шт., стол - 2 шт., стул - 2 шт., Компьютер Intel core i5-x4-4460/8Gb/1Тб/Samsung s23e200 23") - 1 шт., Мультимедийный проектор Panasonic PT-VX610Е - 1 шт., Экран с электроприводом ScreenMedia Champion 244х183см SCM-4304 - 1 шт. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий: мультимедийные приложения к лекционным курсам и практическим занятиям, интерактивные учебно-наглядные пособия. | 191023, г. Санкт-Петербург, ул. Канал Грибоедова, 30/32, литер «А», «Б», «Р» |
| Ауд. 2034 Компьютерный класс (для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ) с применением вычислительной техники). Оборудован мультимедийным комплексом.Специализированная мебель и оборудование: Учебная мебель на 25 посадочных мест, рабочее место преподавателя (стол 1шт., кресло 1шт.), доска маркерная 1 шт., вешалки стойки 2шт., стульев 3шт.Компьютер I5-7400/8Gb/1Tb/DELL S2218H - 21 шт., Сетевой коммутатор Cisco WS-C2960-48TT-L (Catalyst2960) 48портов 10/100Мбит/с+2п - 1 шт., Коммутатор Cisco Catalyst 2960 24 WS-C2960-24PC-L - 1 шт. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий: мультимедийные приложения к лекционным курсам и практическим занятиям, интерактивные учебно-наглядные пособия. | 191023, г. Санкт-Петербург, ул. Канал Грибоедова, 30/32, литер «А», «Б», «Р» |
| Ауд. 2023 Компьютерный класс (для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ) с применением вычислительной техники). Оборудован мультимедийным комплексом.Специализированная мебель и оборудование: Учебная мебель на 48 посадочных мест, рабочее место преподавателя (компьютерный стол - 1 шт.), доска маркерная на колесиках - 1 шт., доска маркерная 3-х секционная - 1 шт., кафедра - 1 шт., стол - 1 шт., стул изо - 7 шт., стул -1 шт., жалюзи -3 шт., Компьютер i5-8400/8GB/500GB\_SSD/Viewsonic VA2410-mh -34 шт., Коммутатор Cisco Catalyst 2960-48PST-L (в т.ч. Сервисный контракт SmartNet CON-SNT-2964STL) - 1 шт., Точка беспроводного доступа Wi-Fi Тип1 UBIQUITI UAP-AC-PRO - 1 шт., Проектор NEC М350 Х - 1 шт., Коммутатор локальной вычислительной сети (48 портов) Cisco WS-C2960+48PST-L - 1 шт., Коммутатор ProCurve Switch 2626 - 1 шт., Компьютер Intel pentium x2 g3250 /500gb/монитор philips 21.5' - 1 шт., IP видеокамера Ubiquiti - 1 шт., Беспроводная точка доступа/UNI FI AP PRO/Ubiquiti - 1 шт. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий: мультимедийные приложения к лекционным курсам и практическим занятиям, интерактивные учебно-наглядные пособия. | 191023, г. Санкт-Петербург, ул. Канал Грибоедова, 30/32, литер «А», «Б», «Р» |
| Ауд. 2026 Компьютерный класс (для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ) с применением вычислительной техники). Оборудован мультимедийным комплексом.Специализированная мебель и оборудование: Учебная мебель на 25 посадочных мест, рабочее место преподавателя (стол - 2 шт., кресло - 1 шт.), доска маркерная 3-х секционная - 1 шт., вешалки стойки - 2 шт., стул изо - 9 шт., жалюзи - 2 шт., Компьютер pentium x2 g3250 /8Gb/500gb/ philips 21.5') - 1 шт., Компьютер Intel X2 G3420/8 Gb/500 HDD/PHILIPS 200V4- 23 шт., Ноутбук HP 250 G6 1WY58EA -2 шт., Мультимедийный проектор Optoma x 400 - 1 шт. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий: мультимедийные приложения к лекционным курсам и практическим занятиям, интерактивные учебно-наглядные пособия. | 191023, г. Санкт-Петербург, ул. Канал Грибоедова, 30/32, литер «А», «Б», «Р» |

# **7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо ознакомиться со следующими документами:

* учебно-методической документацией;
* локальными нормативными актами, регламентирующими основные вопросы организации и осуществления образовательной деятельности, в том числе регламентирующие порядок проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся;
* графиком консультаций сотрудников профессорско-преподавательского состава.

Уровень и глубина освоения дисциплины определяются активной и систематической работой обучающихся на лекционных занятиях, занятиях семинарского типа, выполнением самостоятельной работы, в том числе в части выделения наиболее значимых и актуальных проблем для дальнейшего изучения. Особым условием качественного освоения дисциплины является эффективная организация труда, позволяющая распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком учебного процесса.

При подготовке к учебным занятиям обучающимся предоставляется возможность посещения консультаций сотрудников профессорско-преподавательского состава СПбГЭУ согласно расписанию, установленному в графике консультаций.

Аудиторная и внеаудиторная работа обучающихся должна быть направлена на формирование:

* фундаментальных основ мировоззрения обучающихся и естественнонаучного познания;
* базисных знаний, соответствующих направлению подготовки и заявленной профессиональной области, формирующих целевую и профессиональную основу для подготовки кадров;
* профессиональных компетенций ориентированных на удовлетворение потребностей рынка труда;
* индивидуальной траектории посредством освоения уникального набора профессиональных компетенций дополняющих компетентностную модель обучающегося, за счет ориентации на конкретные профессиональные специализированные области знаний, определяемые представителями рынка труда;
* метанавыков обучающихся, таких как: командная работа и лидерство, анализ данных, цифровые навыки, разработка и реализация проектов, межкультурное взаимодействие.

# **8. ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

В целях освоения учебной программы дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья Университет обеспечивает:

– для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению: размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме справочной информации о расписании учебных занятий; присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь; выпуск альтернативных форматов методических материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

– для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху: надлежащими звуковыми средствами воспроизведение информации;

– для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата: возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, туалетные комнаты и другие помещения кафедры, а также пребывание в указанных помещениях.

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья. Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах или в отдельных организациях.

# **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

## **1.1 Контрольные вопросы и задания к промежуточной аттестации**

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | Аксиома полноты. Лемма о вложенных промежутках. |
| 2 | Точные границы. Существование точных границ. |
| 3 | Свойства точных границ. |
| 4 | Определение предела последовательности (различные формулировки). |
| 5 | Теорема о единственности предела последовательности. |
| 6 | Определение ограниченной последовательности (различные формулировки). |
| 7 | Ограниченность сходящейся последовательности. |
| 8 | Теорема о предельном переходе в неравенстве. Следствие. |
| 9 | Теорема о сжатой последовательности. |
| 10 | Теорема Вейерштрасса о монотонных последовательностях. |
| 11 | Бесконечно малые последовательности. |
| 12 | Теорема о сумме бесконечно малых последовательностей. |
| 13 | Теорема о произведение бесконечно малой последовательности на ограниченную последовательность. |
| 14 | Теорема о пределе суммы последовательностей. |
| 15 | Теорема о пределе произведения последовательностей. |
| 16 | Теорема о пределе частного последовательностей. |
| 17 | Бесконечные пределы последовательностей. Примеры. |
| 18 | Теорема о связи бесконечно малых последовательностей с бесконечно большими. |
| 19 | Подпоследовательности. Существование монотонных подпоследовательностей. |
| 20 | Принцип выбора. |
| 21 | Число &lt;Object: word/embeddings/oleObject1.bin>. |
| 22 | Предельные точки числовых множеств. |
| 23 | Определение предела функции. Единственность предела. |
| 24 | Предельный переход в функциональном неравенстве. |
| 25 | Теорема о сжатой функции. |
| 26 | Теорема о пределе суммы, произведения и частного функций. |
| 27 | Теорема о пределе композиции функций. |
| 28 | Бесконечные пределы функций и пределы на бесконечности. |
| 29 | Односторонние пределы. |
| 30 | Определение предела функции на языке &lt;Object: word/embeddings/oleObject2.bin>. Равносильность двух определений предела. |
| 31 | Вычисление пределов основных элементарных функций. |
| 32 | Вычисление предела &lt;Object: word/embeddings/oleObject3.bin>. |
| 33 | Вычисление предела &lt;Object: word/embeddings/oleObject4.bin>. |
| 34 | Вычисление предела &lt;Object: word/embeddings/oleObject5.bin>. |
| 35 | Вычисление предела &lt;Object: word/embeddings/oleObject6.bin>. |
| 36 | Вычисление предела &lt;Object: word/embeddings/oleObject7.bin>. |
| 37 | Сравнение роста показательной, степенной и логарифмической функции. |
| 38 | Определение непрерывной функции (различные формулировки). |
| 39 | Теорема об арифметических операциях над непрерывными функциями. |
| 40 | Теорема о непрерывности композиции непрерывных функций. |
| 41 | Теорема о непрерывности обратной функции. |
| 42 | Классификация точек разрыва. |
| 43 | Теорема Больцано о промежуточном значении. |
| 44 | Теорема Вейерштрасса о наибольшем и наименьшем значении непрерывной функции. |
| 45 | Определение производной. Определение касательной к графику. |
| 46 | Определение дифференцируемой функции (различные формулировки). |
| 47 | Дифференциал функции. |
| 48 | Теорема о равносильности дифференцируемости существованию конечной производной. |
| 49 | Непрерывность дифференцируемой функции. |
| 50 | Теорема о производной суммы. |
| 51 | Теорема о производной произведения. |
| 52 | Теорема о производной частного. |
| 53 | Теорема о производной композиции. |
| 54 | Теорема о производной обратной функции. |
| 55 | Вычисление производных основных элементарных функций. |
| 56 | Точки экстремума. Теорема Ферма. |
| 57 | Теорема Ролля. |
| 58 | Теорема Лагранжа. |
| 59 | Теорема Коши. |
| 60 | Необходимое и достаточное условие монотонности дифференцируемой функции. |
| 61 | Необходимое и достаточное условие строгой монотонности дифференцируемой функции. |
| 62 | Гиперболические функции. |
| 63 | Производные высших порядков. |
| 64 | Формула Тейлора для многочленов. |
| 65 | Многочлен Тейлора для функции. Многочлены Тейлора для функций |
| 66 | Формула Тейлора-Лагранжа. |
| 67 | Формула Тейлора – Пеано. |
| 68 | Достаточные условия экстремума. |
| 69 | Определение выпуклой функции. |
| 70 | Условие выпуклости дифференцируемой функции в терминах касательной. |
| 71 | Правило Лопиталя |
| 72 | Теорема Дарбу. |
| 73 | Определение и свойства первообразной. |
| 74 | Таблица первообразных. |
| 75 | Определение и свойства интегральных сумм. |
| 76 | Определение интеграла. Ограниченность интегрируемой функции. |
| 77 | Простейшие свойства интеграла. |
| 78 | Изменение интегрируемой функции в конечном числе точек. |
| 79 | Вычисление площадей. |
| 80 | Вычисление объемов. |
| 81 | Суммы Дарбу. |
| 82 | Критерий интегрируемости. |
| 83 | Аддитивность интеграла. |
| 84 | Равномерная непрерывность. Примеры. |
| 85 | Теорема Кантора. |
| 86 | Интегрируемость непрерывной функции. |
| 87 | Интегрируемость монотонной функции. |
| 88 | Определение и свойства интеграла по ориентированному промежутку. |
| 89 | Определение интеграла с переменным верхним пределом. Непрерывность интеграла с переменным верхним пределом. |
| 90 | Теорема Барроу. |
| 91 | Интегрирование по частям и замена переменных в интеграле. |
| 92 | Обобщённая первообразная. Формула Ньютона – Лейбница для ограниченной функции, имеющей обобщённую первообразную. |
| 93 | Интеграл ограниченной функции на отрезке, не определённой в конечном числе точек. |
| 94 | Определение и простейшие свойства несобственного интеграла. |
| 95 | Определение частичного предела последовательности. |
| 96 | Определение и свойства верхнего и нижнего пределов последовательности. |
| 97 | Определение суммы ряда. Изменение ряда в конечном числе членов. |
| 98 | Сложение рядов и умножение ряда на число. |
| 99 | Необходимое условие сходимости ряда. |
| 100 | Ряды с неотрицательными членами. Необходимое и достаточное условие сходимости. Признак сравнения. |
| 101 | Предельный признак сравнения. |
| 102 | Признак Коши. |
| 103 | Признак Даламбера. |
| 104 | Интегральный признак сходимости. |
| 105 | Знакопеременные ряды. Признак Лейбница с оценкой остатка. |
| 106 | Абсолютная сходимость. |
| 107 | Преобразование Абеля. |
| 108 | Признак Абеля. |
| 109 | Признак Дирихле. |
| 110 | Функциональные последовательности и ряды. Поточечная и равномерная сходимость. Примеры. |
| 111 | Ряд Тейлора. |
| 112 | Степенные ряды. Радиус сходимости. |
| 113 | Теорема о перестановке пределов |
| 114 | Предельный переход под знаком интеграла. |
| 115 | Расстояния &lt;Object: word/embeddings/oleObject13.bin>, &lt;Object: word/embeddings/oleObject14.bin> и &lt;Object: word/embeddings/oleObject15.bin> в &lt;Object: word/embeddings/oleObject16.bin>. Проверка свойств расстояний. |
| 116 | Сравнение расстояний &lt;Object: word/embeddings/oleObject17.bin>, &lt;Object: word/embeddings/oleObject18.bin> и &lt;Object: word/embeddings/oleObject19.bin>. |
| 117 | Внутренние, граничные и внешние точки множеств в &lt;Object: word/embeddings/oleObject20.bin>. Открытые и замкнутые |
| 118 | Определение предела последовательности точек в &lt;Object: word/embeddings/oleObject21.bin>. Покоординатная сходимость. |
| 119 | Определение непрерывной функции и непрерывного отображения. |
| 120 | Теорема Вейерштрасса. |
| 121 | Определение связного множества. Теорема Больцано. |
| 122 | Частные производные. |
| 123 | Точки экстремума. Теорема Ферма. |
| 124 | Производная по направлению. Градиент. Направления наибольшего возрастания и наибольшего убывания функции. |
| 125 | Дифференцируемые функции. Дифференциал. |
| 126 | Непрерывная дифференцируемость. Достаточное условие дифференцируемости. |
| 127 | Теорема о производной композиции. |
| 128 | Частные производные высших порядков. Теорема о смешанных частных производных. |
| 129 | Формула Тейлора. |
| 130 | Достаточные условия экстремума. |
| 131 | Касательная к линии уровня. |
| 132 | Касательная плоскость к графику функции. |
| 133 | Теорема о неявной функции. |
| 134 | Разбиения двумерного промежутка. Ранг разбиения. Интегральные суммы. Свойства интегральных сумм. |
| 135 | Определение интеграла по промежутку. Ограниченность интегрируемой функции. Пример ограниченной неинтегрируемой функции. |
| 136 | Множества меры нуль. Критерий Лебега интегрируемости ограниченной функции (без доказательства). |
| 137 | Допустимые множества. Свойства допустимых множеств. |
| 138 | Аддитивность интеграла по промежутку. |
| 139 | Определение интеграла по произвольному допустимому множеству. |
| 140 | Линейность интеграла. |
| 141 | Свойства интеграла, связанные с неравенствами. |
| 142 | Теорема Фубини (набросок доказательства). Следствие. |
| 143 | Матрица Якоби. Замена переменных в интеграле. Переход к полярным и сферическим координатам. |
| 144 | Несобственные интегралы. Вычисление интеграла &lt;Object: word/embeddings/oleObject22.bin>. |
| 145 | Путь. Простой путь. Гладкие и кусочно-гладкие пути. Гладкие и кусочно-гладкие кривые. |
| 146 | Масса кривой. Определение криволинейного интеграла 1-го рода. |
| 147 | Независимость криволинейного интеграла первого рода от параметризации. |
| 148 | Свойства криволинейного интеграла 1-го рода. |
| 149 | Скалярные и векторные поля. Ротор. Дивергенция. |
| 150 | Определение криволинейного интеграла 2-го рода. |
| 151 | Связь между криволинейными интегралами 1-го и 2-го рода. |
| 152 | Точные формы. |
| 153 | Теорема Грина. |
| 154 | Необходимое и достаточное условие точности 1-формы (случай размерности 2). |

## **1.2 Темы письменных работ**

|  |  |
| --- | --- |
|  | Рабочей программой дисциплины не предусмотрено. |

## **1.3 Контрольные точки**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Номер контрольной точки** | **Тип контрольной точки** | **Способ проведения** | **Номера тем** |
| 1 | Контрольная работа | письменно | 1-2 |
| 2 | Контрольная работа | письменно | 3 |
| 3 | Текущий контроль | с помощью технических средств и информационных систем | 1-3 |
| 4 | Контрольная работа | письменно | 4 |
| 5 | Контрольная работа | письменно | 5 |
| 6 | Текущий контроль | с помощью технических средств и информационных систем | 4-5 |
| 7 | Контрольная работа | письменно | 6-7 |
| 8 | Контрольная работа | письменно | 8 |
| 9 | Текущий контроль | с помощью технических средств и информационных систем | 6-8 |

## **1.4 Другие объекты оценивания**

|  |  |
| --- | --- |
|  | Рабочей программой дисциплины не предусмотрено. |

## **1.5 Самостоятельная работа обучающегося**

|  |  |
| --- | --- |
| **Наименования самостоятельной работы** | **Номера тем** |
| Выполнение домашних заданий | 1-8 |
| Подготовка к лекционным и практическим занятиям | 1-8 |
| Подготовка к экзамену | 1-8 |

## **1.6** **Шкала оценивания результата**

Шкалы оценивания и процедуры оценивания результатов обучения **по дисциплине** регламентируются Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования и Положением о балльно-рейтинговой системе.

Для оценки сформированности результатов обучения по дисциплине используется **балльно-рейтинговая система успеваемости обучающихся**:

Формой итогового контроля по дисциплине является экзамен (или дифференцированный зачет), итоговая оценка формируется в соответствии со шкалой, приведенной ниже в таблице:

|  |  |
| --- | --- |
| Баллы | Оценка |
| <=54 | неудовлетворительно |
| 55-69 | удовлетворительно |
| 70-84 | хорошо |
| >=85 | отлично |

**Шкала оценивания результата**

|  |  |
| --- | --- |
| 2 (балл до 54) | Демонстрирует непонимание проблемы. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены.  Демонстрируется первичное восприятие материала. Работа незакончена и /или это плагиат. |
| 3 (балл 55-69) | Демонстрирует частичное понимание проблемы. Большинство требований, предъявляемых, к заданию выполнены.  Владение элементами заданного материала. В основном выполненный материал понятен и носит целостный характер. |
| 4 (балл 70-84) | Демонстрирует значительное понимание проблемы обозначенной дисциплиной. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.  Содержание выполненных заданий раскрыто и рассмотрено с разных точек зрения. |
| 5 (балл 85-100) | Демонстрирует полное понимание проблемы. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.  Продемонстрировано уверенное владение материалом дисциплины. Выполненные задания носят целостных характер, выполнены в полном объеме, структурированы, представлены различные точки зрения, продемонстрирован творческий подход. |