

Зарегистрирована в составе
образовательной программы

СВ. 5068.2016

02 июля 2016

Зам начальника УОП

Григорьева И.В.



Санкт-Петербургский государственный университет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Математический анализ

Mathematical Analysis

Язык обучения русский

Трудоёмкость (границы трудоемкости) в зачётных единицах: 6

Регистрационный номер
рабочей программы: 014676

Санкт-Петербург

2016

Раздел 1. Характеристика учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Основная цель данного курса – ознакомить студентов с основами математического аппарата, необходимого для решения теоретических и практических задач экономики, развить логическое мышление, воспитать умение строго излагать свои мысли, подготовить к восприятию других математических и экономических дисциплин.

В ходе изучения дисциплины решаются задачи аналитической геометрии на плоскости; рассматриваются элементы теории множеств и комплексные числа; исследуются функции одной и нескольких переменных с применением теории пределов, дифференциального исчисления и теории рядов; решаются задачи интегрального исчисления и линейные дифференциальные уравнения 1 и 2 порядка.

1.2. Требования к подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Для изучения данного курса студенты должны знать в полном объеме материал школьного курса алгебры и начал математического анализа.

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes).

способен применять теоретический аппарат и инструментальные средства при моделировании и исследовании стохастических процессов и явлений, владеет базовыми знаниями в сфере принятия решений в условиях риска и неопределенности.

Знание:

1. определений основных понятий математического анализа;
2. формулировок и методов доказательств фундаментальных теорем;
3. примеров применения методов математического анализа для решения задач.

Умения:

1. связывать между собой понятия и факты из различных частей курса;
2. устно и письменно излагать свои знания;
3. грамотно использовать математические обозначения и терминологию.

Навыки:

1. использования методов математического анализа для решения прикладных (в т.ч. экономических задач).

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

Разбор конкретных ситуаций (20 ч.)

На каждом практическом занятии предполагается: разбор домашних заданий, обсуждение со студентами подходов к решению задач для самостоятельной работы, совместный с обучающимися анализ задач.

Групповые дискуссии (4ч.)

По результатам контрольных работ проводится анализ всех вариантов заданий, обсуждение со студентами допущенных в работе ошибок. Одна из допустимых форм: хорошо успевающие студенты под руководством преподавателя проводят с остальными студентами работу над ошибками.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1. Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
Период Обучения (модуль)	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа			Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость		
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	в т.ч. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам. раб.)			промежуточная аттестация(сам. раб.)	итоговая аттестация(сам. раб.)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
очная форма обучения																		
Семестр 1	28		2	24		4			2				12		36		12	3
	1-100		1-100	1-25		1-25			1-25									
Семестр 2	28		2	24		4			2				12		36		12	3
	1-100		1-100	1-25		1-25			1-25									
Итого	56		4	48	0	8	0	0	4	0		0	24		72		24	6

Формы текущего контроля успеваемости, виды промежуточной и итоговой аттестации			
Период обучения	Формы текущего контроля успеваемости	Виды промежуточной аттестации	Виды итоговой аттестации
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ			
очная форма обучения			
Семестр 1	Контрольные работы Самостоятельные работы Опрос на занятиях	Экзамен	
Семестр 2	Контрольные работы Самостоятельные работы Опрос на занятиях	Экзамен	

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Период обучения: **Семестр 1.**

№ п/п	Наименование темы	Вид учебных занятий	Количество часов
0	Тест по программе среднего образования		2
1	Аналитическая геометрия на плоскости	Лекции	6
		Практические занятия	5
		По методическим материалам	2
2	Множества и функции.	Лекции	6
		Практические занятия	5
		По методическим материалам	2

3	Пределы и непрерывность.	Лекции	8
		Практические занятия	6
		По методическим материалам	4
4	Производная и исследование функций.	Лекции	8
		Практические занятия	8
		По методическим материалам	4

Период обучения: **Семестр 2.**

5	Интегрирование.	Лекции	6
		Практические занятия	6
		По методическим материалам	2
6	Функции нескольких переменных	Лекции	8
		Практические занятия	6
		По методическим материалам	2
7	Дифференциальные уравнения.	Лекции	6
		Практические занятия	6
		По методическим материалам	2
8	Числовые и степенные ряды.	Лекции	6
		Практические занятия	4
		По методическим материалам	4
9	Двойные интегралы.	Лекции	2
		Практические занятия	2
		По методическим материалам	2

Модуль 0.

Самостоятельная работа (2 ч.). Тестирование по программе среднего образования.

Модуль 1. Аналитическая геометрия на плоскости.

Лекция 1. Координаты на прямой и плоскости (декартовы и полярные). Расстояние между точками. Деление отрезка в данном отношении. Площадь треугольника, многоугольника – понятие определителя второго порядка. Понятие множества, заданного уравнением. Уравнение прямой, геометрический смысл коэффициентов. Расстояние от точки до прямой.

Лекция 2. Преобразование декартовых координат при параллельном переносе и повороте осей координат. Определения и вывод канонических уравнений окружности, эллипса, гиперболы и параболы.

Лекция 3. Типы кривых второго порядка, их основные свойства и понятие инварианта.

Практическое занятие 1.

Расстояние между точками. Деление отрезка в данном отношении. Площадь треугольника, многоугольника. Уравнение прямой. Расстояние от точки до прямой.

Практическое занятие 2.

Задание множеств уравнениями и неравенствами. Кривые второго порядка (окружность, эллипс, гипербола, парабола).

Практическое занятие 3 (1 ч.)

Свойства кривых второго порядка.

Контрольная работа (1 ч.).

Контрольная работа по аналитической геометрии.

Модуль 2. Множества и функции.

Лекция 4.

Множества конечные и бесконечные. Операции над ними. Аксиоматика множества действительных (вещественных) чисел. Множества натуральных чисел, целых чисел и рациональных чисел. Аксиома о разделяющей точке как аксиома, различающая \mathbb{R} и \mathbb{Q} . Следствия аксиомы о разделяющей точке: существование точной верхней (нижней) границы. Свойство Архимеда. Расширенная числовая прямая.

Лекция 5.

Определение поля комплексных чисел. Модуль и аргумент комплексного числа, геометрический смысл сложения и умножения комплексных чисел. Алгебраическая, тригонометрическая и показательная формы комплексного числа. Формулы Эйлера и Муавра. Корень натуральной степени из комплексного числа. «Основная теорема высшей алгебры» (формулировка).

Лекция 6.

Понятие последовательности и ее свойства: монотонность и ограниченность, примеры. Свойства арифметической и геометрической прогрессий. Арифметические операции над ограниченными последовательностями.

Понятие функции, сужения, сложной и обратной функции. Существование обратной функции (без доказательства). Основные элементарные функции.

Практическое занятие 4.

Операции над множествами. Индивидуальное задание.

Практическое занятие 5.

Действия с комплексными числами. Решение квадратных уравнений.

Индивидуальное задание на действия с комплексными числами и решение квадратных уравнений.

Практическое занятие 6.

Задание и свойства последовательностей: монотонность, ограниченность.

Задание и свойства функции: область определения, четность-нечетность, периодичность.

Индивидуальное задание.

Модуль 3. Пределы и непрерывность**Лекция 7.**

Бесконечно малые, бесконечно большие последовательности и операции над ними. Понятие предела последовательности. Число ε , его связь с эффективной годовой ставкой при фиксированной номинальной ставке процента. Единственность предела, «принцип двух милиционеров».

Теорема Вейерштрасса о существовании предела монотонной и ограниченной последовательности, принцип выбора Больцано–Вейерштрасса, теорема Кантора о вложенных отрезках Пределы функций от последовательностей. Пределы функции при условии $x \rightarrow \infty$, асимптоты графиков функций.

Лекция 8.

Предел функции и его единственность. Предельный переход в неравенстве. Теорема о сжатой функции. Общее определение предела.

Критерий существования предела. Бесконечно малые функции и их свойства. Арифметические свойства пределов. Бесконечно большие функции, их связь с бесконечно малыми. Неравенство $\sin(x) < x < \operatorname{tg}(x)$. Два замечательных предела и основные следствия.

Лекция 9.

Сравнение бесконечно малых. Эквивалентные бесконечно малые.

Определение непрерывной функции. Понятие непрерывности на языке последовательностей. Непрерывность многочленов и алгебраических дробей.

Операции над непрерывными функциями, в том числе композиция. Постоянство знака непрерывной функции. Теорема Коши о нулях непрерывной функции, теоремы Вейерштрасса. Множество значений непрерывной функции.

Лекция 10.

Переформулировка определения непрерывности. Точки непрерывности и точки разрыва функции. Непрерывность обратной функции. Непрерывность тригонометрических функций. Непрерывность элементарных функций.

Самостоятельная работа (2 ч.) проверка усвоения теоретического материала по содержанию модулей 1-3.

Практическое занятие 7.

Задачи на определение предела последовательности.

Вычисление пределов последовательностей.

Практическое занятие 8.

Вычисление пределов функций. Индивидуальное задание.

Практическое занятие 9.

Исследование функции на непрерывность. Индивидуальное задание.

Подсчет числа корней уравнения.

Контрольная работа (2 ч.).

Контрольная работа на тему последовательности и пределы.

Модуль 4. Производная и исследование функций.

Лекция 11.

Три задачи, приводящие к понятию производной. Производная, ее экономическое, геометрическое и механическое истолкования. Непрерывность дифференцируемой функции. Дифференциал переменной и функции. Производные основных элементарных функций. Свойства производной. Производная обратной функции. Производная сложной функции (композиции).

Лекция 12.

Основные теоремы дифференциального исчисления (Ферма, Ролля, Лагранжа, формула конечных приращений) и их использование при исследовании функций на монотонность и экстремумы.

Лекция 13.

Теорема Коши. Правила Лопиталю. Производные и дифференциалы высших порядков.

Выпуклость и вогнутость функции. Точки перегиба. Асимптоты. Исследование функции и построение графика.

Лекция 14.

Формула Тейлора для многочлена. Понятие многочлена Тейлора n раз дифференцируемой функции. Многочлен Тейлора показательной функции. Формула Лагранжа для остаточного члена в формуле Тейлора. Формула Маклорена. Разложение элементарных функций по формуле Маклорена. Приближенные вычисления.

Практическое занятие 10.

Вычисление производных.

Практическое занятие 11 (1 ч.)

Применение производной для исследования функций.

Контрольная работа (1 ч.).

Контрольная работа на технику дифференцирования.

Практическое занятие 12 (1 ч.)

Исследование функции и построение графика.

Индивидуальное задание на исследование функции и построение графика.

Практическое занятие 13.

Задачи на наибольшее и наименьшее значения.

Консультация (2ч.)

Модуль 5. Интегрирование

Лекция 15.

Первообразная и неопределенный интеграл. Таблица неопределенных интегралов. Их основные свойства. Замена переменной и интегрирование по частям в неопределенном интеграле. Определенный интеграл и его геометрический смысл. Необходимое условие интегрируемости. Два класса интегрируемых функций. Основная формула интегрального исчисления.

Лекция 16.

Свойства определенных интегралов: линейность, аддитивность, монотонность. Теорема о среднем для определенного интеграла. Теорема Барроу. Замена переменной и интегрирование по частям в определенном интеграле. Вычисление площади плоской фигуры. Приложение интегрирования для вычисления коэффициента наращивания при непрерывном начислении процентов.

Лекция 17.

Приближенное вычисление определенных интегралов. Формулы прямоугольников и трапеций. Несобственные интегралы по бесконечному промежутку и от неограниченных функций. Теоремы сравнения.

Практическое занятие 14.

Нахождение первообразных.

Практическое занятие 15.

Методы интегрирования.

Практическое занятие 16.

Вычисление определенных интегралов и площадей плоских фигур.

Исследование и вычисление несобственных интегралов. Индивидуальное задание.

Контрольная работа (2 ч.).

Контрольная работа: первообразная и определенный интеграл.

Модуль 6. Функции многих переменных

Лекция 18.

Арифметическое n -мерное евклидово пространство. Пределы и непрерывность функций двух переменных: примеры. Теоремы о функциях, непрерывных на компакте. Определе-

ние частных производных и частных дифференциалов. Полный дифференциал и полное приращение ф.н.п. Дифференцирование сложной функции нескольких переменных. Производная неявно заданной функции.

Лекция 19.

Частные производные и дифференциалы высших порядков функции нескольких переменных. Формула Тейлора для функции нескольких переменных.

Экстремум функций нескольких переменных (необходимое условие экстремума, достаточные условия экстремума функции нескольких переменных и достаточные условия экстремума функции двух аргументов). Классификация стационарных точек функции нескольких переменных.

Лекция 20.

Производная по направлению. Градиент. Геометрический смысл градиента функции нескольких переменных. Теорема о неявно заданной функции. Условный экстремум, функция Лагранжа, множители Лагранжа. Нахождение наибольшего и наименьшего значений функции нескольких переменных. Выпуклые множества и выпуклые функции.

Лекция 21.

Эмпирические функции и метод наименьших квадратов. Касательная и нормаль к поверхности.

Практическое занятие 17.

Частные производные сложной функции нескольких переменных.

Индивидуальное задание.

Практическое занятие 18.

Исследование на экстремум функции нескольких переменных.

Практическое занятие 19.

Производная по направлению. Градиент. Условный экстремум.

Задачи на наибольшее и наименьшее значения функции нескольких переменных.

Контрольная работа (2 ч.) исследование функции нескольких переменных.

Модуль 7. Обыкновенные дифференциальные уравнения

Лекция 22.

Дифференциальные уравнения первого порядка. Общее решение, частное и особое решения, начальное условие и начальная задача. Теорема существования и единственности (без доказательства).

Методы интегрирования дифференциальных уравнений первого порядка с отделяющимися переменными, линейных и уравнений Бернулли.

Лекция 23.

Линейные дифференциальные уравнения второго порядка. Теорема существования и единственности (без доказательства).

Свойство пространства решений линейного однородного дифференциального уравнения. Структура решения линейного неоднородного дифференциального уравнения второго порядка. Метод вариации для построения решения линейного неоднородного дифференциального уравнения второго порядка. Построение решения однородного дифференциального уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами.

Лекция 24.

Метод неопределенных коэффициентов для построения решения линейного неоднородного дифференциального уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами. Интегрирование дифференциальных уравнений с помощью рядов. Системы дифференциальных уравнений.

Практическое занятие 20.

Дифференциальные уравнения первого порядка. Индивидуальное задание.

Практическое занятие 21.

Метод вариации для построения решения линейного неоднородного дифференциального уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами.

Индивидуальное задание.

Практическое занятие 22.

Метод неопределенных коэффициентов для построения решения линейного неоднородного дифференциального уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами.

Индивидуальное задание.

Модуль 8. Числовые и функциональные (степенные) ряды

Лекция 25.

Понятие сходимости и суммы числового ряда. Пять примеров числовых рядов. Необходимое условие сходимости ряда. Основные свойства бесконечных рядов. Признаки сходимости положительных рядов (необходимое и достаточное условие, сравнения, Коши и Даламбера, интегральный). Сходимость обобщенных гармонических рядов.

Лекция 26.

Абсолютная и условная сходимость рядов. Теоремы о перестановке членов абсолютно сходящегося ряда и об умножении рядов. Признак Лейбница сходимости знакопеременных рядов. Ряд Лейбница. Область сходимости степенного ряда. Формулы для радиуса сходимости степенного ряда.

Лекция 27.

Свойства степенных рядов. Ряды Тейлора и Маклорена. Разложение элементарных функций в ряд Маклорена. Решение алгебраических уравнений с помощью рядов. Приближенные вычисления.

Практическое занятие 23.

Исследование сходимости положительных рядов. Индивидуальное задание.

Практическое занятие 24.

Исследование сходимости знакопеременных рядов. Задачи на нахождение интервала сходимости степенного ряда.

Самостоятельная работа (2ч.)

Разложение функции в степенной ряд. Приближенные вычисления.

Индивидуальное задание.

Модуль 9. Двойные интегралы.

Лекция 28.

Понятие двойного интеграла: геометрический смысл и определение через суммы Римана-Дарбу. Аддитивность, монотонность, линейность интеграла. Принцип Кавальери и переход от двойного интеграла к повторному. Вычисление повторных интегралов.

Формула замены переменной в двойном интеграле. Двойной интеграл в полярной системе. Интеграл от функции плотности нормального распределения. Многомерные интегралы.

Практическое занятие 25.

Вычисление двойных интегралов. Индивидуальное задание.

Консультация (2ч.)

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1. Методические указания по освоению дисциплины.

На лекционных и практических занятиях по желанию преподавателя используется комплект презентаций, методические разработки с элементами дистанционного обучения (применение мультимедиа-технологий).

При необходимости для обеспечения аудиторной работы используется система поддержки образовательного процесса Blackboard.

Практические занятия по предмету «Математический анализ» проводятся в учебных группах численностью 25 человек.

В подборе заданий к занятиям следует руководствоваться данной рабочей программой, обращая внимание на вопросы, указанные в обязательных требованиях к содержанию курса в образовательном стандарте. На первом занятии преподаватель обязан довести до студентов требования к текущей и промежуточной аттестации, порядок работы в аудитории, и нацелить на проведение самостоятельной работы с учётом количества часов, отведённых на неё учебным планом; сообщается методика проведения промежуточной аттестации (экзамена).

Преподавателю следует:

1. выдать студентам домашние задания в конце практического занятия. В зависимости от сложности и трудности задания объем заданий может изменяться;
2. обсуждать решение студентами домашних заданий в начале практического занятия;
3. при необходимости на самостоятельной работе просматривать выполненные студентами задания и давать рекомендации по их доработке (если требуется);
4. после проведения контрольных работ подробно анализировать выявленные ошибки.

3.1.2. Методическое обеспечение самостоятельной работы

По желанию преподавателя для обеспечения самостоятельной работы используется система поддержки образовательного процесса Blackboard.

Изучение данного курса должно опираться на уже имеющиеся у студентов знания, полученные при освоении иных учебных предметов, указанных в п. 1.2. Приступая к изучению учебной дисциплины, студенту полезно ознакомиться с тематическим планом и содержанием данной программы, перечнем литературы для самостоятельного изучения. Наличие у студента представления о структуре курса и умения пользоваться источниками литературы является необходимым условием успешной сдачи экзамена.

Рекомендуя литературу для самостоятельной работы, преподаватель должен максимально использовать возможности, предлагаемые библиотекой университета.

Изучение учебного предмета осуществляется в процессе систематической самостоятельной работы по выполнению индивидуальных заданий.

Примерный перечень вопросов для самостоятельной работы

Приведен в конце каждого параграфа пособий [1] и [2], п.3.4.1

Предлагаемые индивидуальные задания содержат следующие вопросы:

1. По известным геометрическим свойствам написать уравнение множества.
2. Изобразить множество по заданному уравнению (неравенству).

В рамках методики оценивания №2 предусматривается дополнительная домашняя самостоятельная работа студентов (по желанию студента) по учебному пособию [10], дающая дополнительные баллы по текущему контролю успеваемости за 1 или 2 семестр по следующим вопросам:

2.1. По общему уравнению линии второго порядка, заданной относительно декартовой прямоугольной системы координат (ДПСК), с помощью преобразования координат,

определить: каноническое уравнение линии, тип линии (назвать её), каноническую систему координат $O' \tilde{x} \tilde{y}$ [10].

2.2. По общему уравнению линии второго порядка, заданной относительно декартовой прямоугольной системы координат (ДПСК), с помощью теории инвариантов, определить: каноническое уравнение линии, тип линии (назвать её) [10].

2.3. По общему уравнению поверхности второго порядка, заданной относительно декартовой прямоугольной системы координат (ДПСК), с помощью теории инвариантов, определить: каноническое уравнение поверхности, тип поверхности (назвать её) [10].

3. Доказать равенство двух множеств.
4. Действия с комплексными числами.
5. Извлечение корня натуральной степени из комплексного числа.
6. Решение квадратных уравнений с комплексными коэффициентами.
7. Найти область определения функции.
8. Исследовать функцию на четность- нечетность.
9. Исследовать функцию на периодичность.
10. Вычислить предел функции.
11. Исследовать функцию на непрерывность.
12. Исследовать функцию и изобразить ее график.
13. Исследовать на сходимость несобственный интеграл.
14. Исследовать на сходимость числовые ряды.
15. Разложить функцию в ряд Маклорена и указать интервал его сходимости.
16. Вычислить определенный интеграл с заданной точностью.
17. Найти и изобразить область определения функции двух переменных.
18. Найти частные производные 1-го и 2-го порядков функции двух переменных.
19. Вычислить полный дифференциал функции двух переменных.

20. Найти частные производные сложной функции двух переменных.
21. Найти частные производные неявно заданной функции двух переменных.
22. Решить начальную задачу для линейного дифференциального уравнения 1-го порядка.
23. Найти общее решение линейного дифференциального уравнения 2-го порядка с постоянными коэффициентами (метод вариации, метод неопределенных коэффициентов).
24. Вычислить двойной интеграл.

Содержание индивидуальных заданий (в количестве 30 вариантов) имеется в [3], [7], п.3.4.1, 3.4.2.

3.1.3. Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Студенты сдают два экзамена по предмету «Математический анализ»: в конце первого семестра и по окончании курса. Итоговая оценка по дисциплине (идущая в диплом) совпадает со второй оценкой.

Успешная сдача экзамена предполагает правильные ответы на вопросы письменного теста, оцениваемые по шкале, указанной в таблице п. 3.1.3, на основе изученного материала и рекомендованной литературы.

На практических занятиях проводится обсуждение домашних заданий предшествующего занятия. Затрачиваемое время – 15-20 минут. После 2, 4, 7, 8, 9 модулей проводится самостоятельная работа, позволяющая оценить усвоение знаний и навыков по предмету. После 1, 3, 4, 5, 6 модулей проводится контрольная работа, включающая весь пройденный материал. Время, затрачиваемое на проведение контрольной работы после 3,5,6 модулей, составляет 90 минут. Время, затрачиваемое на проведение контрольной работы после 1, 4 модулей, составляет 45 минут. Контрольные работы проводятся для того, чтобы преподаватель имел возможность контролировать процесс усвоения студентами материалов занятий, а те, в свою очередь, получили представление о ближайшем экзамене.

Для того чтобы успешно сдать экзамен по учебной дисциплине «Математический анализ», студенты должны обладать знаниями и умениями, определёнными в п. 1.4 настоящей рабочей программы. В случае невыполнения студентом требований, предусмотренных Программой курса, утвержденной в установленном в университете порядке, студент

может быть не допущен к экзамену по данной дисциплине на основании представления преподавателя этой дисциплины на имя декана (зам. декана) факультета.

Методика проведения и оценивания экзамена (№1) представлена ниже (выбор методики происходит в соответствии с п.3.1.1.):

1. Вид экзаменационного варианта	Вариант экзамена включает в себя 5 заданий, каждое из которых содержит теоретический вопрос (определение и теорема) и задачу на применение методов по тематике предложенного вопроса. Студенты должны быть ознакомлены с образцом экзаменационного варианта на последнем занятии (или лекции).
2. Количество вариантов	На усмотрение преподавателя, но не менее трех.
3. Требования к содержанию и оформлению работы	Ответ на теоретический вопрос должен быть полным. Решение задачи должно быть подробным, в частности, оно должно содержать необходимые преобразования и ссылки на факты и утверждения теоретического курса.
4. Правила проведения экзамена	Все допущенные студенты начинают работать одновременно. Студенты, опоздавшие к началу экзамена более, чем на 20 минут, на экзамен не допускаются. Продолжительность экзамена 90 мин. Выход из аудитории во время экзамена запрещен. Не допускается использование технических средств и каких бы то ни было источников информации. Нарушителям данного правила выставляется оценка F - «неудовлетворительно».
5. Критерии оценки выполнения задания	За теоретическую часть задания выставляется 0,1,2 балла в зависимости от полноты ответа на поставленный вопрос, за решение задачи – 0,1,2,3 балла. Положительное число баллов за решение задачи выставляется только в том случае, если в нем нет грубых ошибок.
6. Выставление итоговой оценки за семестровый экзамен	Шкала оценивания: A (отлично) 22-25 баллов B (очень хорошо) 19-21 баллов C (хорошо) 16-18 баллов D (удовлетворительно) 13-15 баллов E (посредственно) 11-12 баллов F (неудовлетворительно) 0-10 баллов

	При выставлении итоговой оценки за семестровый экзамен она может быть повышена по результатам текущего контроля.
7. Форма пересдачи экзамена	В той же форме по другим вариантам.

О графике контрольных мероприятий см. пп. 2.2.

3.1.3.2. Методика №2.

Студенты сдают два экзамена по предмету «Математический анализ»: в конце первого семестра и по окончании курса. Итоговая оценка по дисциплине (идущая в диплом) совпадает со второй оценкой.

Успешная сдача экзамена предполагает правильные ответы на вопросы письменного теста, оцениваемые по шкале, указанной в п. 3.1.3, на основе изученного материала и рекомендованной литературы.

На практических занятиях (содержание практических занятий первого семестра см. здесь [11], второго семестра см. здесь [12]) проводится обсуждение домашних заданий предшествующего занятия. Затрачиваемое время – 15-20 минут. В течение каждого семестра проводятся две контрольные работы. Контрольные работы проводятся для того, чтобы преподаватель имел возможность контролировать процесс усвоения студентами материалов занятий. В процессе проведения текущего контроля формируется рейтинг студентов на основе набранных баллов:

1. посещение практических занятий (1 занятие – 4 балла);
2. выход к доске с решенной задачей (1 выход – 3 балла);
3. оценка выполнения домашних заданий в рамках самостоятельной работы (от «-4» до «+8»)
4. дополнительное индивидуальное задание (см.п.3.1.2. 1 задание – 7 баллов)

10% от числа студентов группы, набравших большее количество баллов, получают возможность перейти на одну позицию «выше» в шкале оценивания на экзамене (шкалу оценивания см. п.6 методики проведения экзамена, представленной ниже).

Студенты, прилежно посещающие лекционные занятия, используя свой рукописный конспект, ответив на дополнительные вопросы преподавателя по курсу «Математический анализ» на последнем семинаре в конце учебного года, имеют возможность получить «+1» балл на экзамене.

Для того чтобы успешно сдать экзамен по учебной дисциплине «Математический анализ», студенты должны обладать знаниями и умениями, определёнными в п. 1.4 настоящей рабочей программы. В случае невыполнения студентом требований, предусмотренных Программой курса, утверждённой в установленном в университете порядке, студент может быть не допущен к экзамену по данной дисциплине на основании представления преподавателя этой дисциплины.

Методика проведения и оценивания экзамена (№2) представлена ниже:

1. Вид экзаменационного варианта	Каждый вариант включает в себя 4 задания, каждое из которых содержит теоретический вопрос (определение и теорема) и задачу на применение методов по тематике предложенного вопроса. Студенты должны быть ознакомлены с образцом экзаменационного варианта на последнем занятии (или лекции).
2. Количество вариантов	На усмотрение преподавателя, но не менее трех.
3. Требования к содержанию и оформлению работы	Ответ на теоретический вопрос должен быть полным. Решение задачи должно быть подробным, в частности, оно должно содержать необходимые преобразования и ссылки на факты и утверждения теоретического курса.
4. Правила проведения экзамена	Все допущенные студенты начинают работать одновременно. Студенты, опоздавшие к началу экзамена более, чем на 20 минут, на экзамен не допускаются. Продолжительность экзамена 90 мин. Выход из аудитории во время экзамена запрещен. Не допускается использование технических средств и каких бы то ни было источников информации. Нарушителям данного правила выставляется оценка F - «неудовлетворительно».
5. Критерии оценки выполнения задания	За теоретическую часть задания выставляется 0,1,2 балла в зависимости от полноты ответа на поставленный вопрос, за решение задачи – 0,1,2,3 балла. Положительное число баллов за решение задачи выставляется только в том случае, если в нем нет грубых ошибок.
6. Выставление итоговой оценки	Шкала оценивания: A (отлично) 18-20 баллов B (очень хорошо) 16-17 баллов C (хорошо) 14-15 баллов D (удовлетворительно) 12-13 баллов E (посредственно) 9-11 баллов F (неудовлетворительно) 0-8 баллов

7. Показ работ и объявление оценок	Накануне даты, назначенной для показа работ и объявления оценок, преподаватель высылает по электронной почте старостам групп результаты проверки экзаменационных тестов. В день показа работ, при сдаче экзаменационного теста, преподаватель имеет право проводить уточняющее собеседование.
8. Форма пересдачи экзамена	В той же форме по другим вариантам.
9. Выставление итоговой оценки при пересдаче экзамена	<p>При пересдаче экзамена за семестр, учитывая результаты двух контрольных работ («явка» и оценка хотя бы за одну из работ от «удовлетворительно») и семестрового рейтинга (количество баллов больше либо равно 50), в шкале оценивания возможны следующие изменения:</p> <p>A (отлично) 18-20 баллов</p> <p>B (очень хорошо) 16-17 баллов</p> <p>C (хорошо) 14-15 баллов</p> <p>D (удовлетворительно) 12-13 баллов</p> <p>E (посредственно) 6-11 баллов</p> <p>F (неудовлетворительно) 0-5 баллов</p>

О графике контрольных мероприятий см. пп. 2.2.

3.1.4. Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы)

Отвечая на вопросы, студенты заполняют лист ответов. В листе ответов, помимо ответов на вопросы и решений задач, указывается Ф.И.О. студента, № учебной группы и другая информация в соответствии с Правилами проведения экзаменов на экономическом факультете СПбГУ.

Примерный перечень теоретических вопросов для самостоятельной работы.

1 семестр

Определения

1. Система координат
2. Угол между прямыми
3. Эллипс и его эксцентриситет
4. Гипербола и ее эксцентриситет
5. Парабола
6. Объединение, пересечение, разность множеств
7. Дополнение множества
8. Прямое произведение множеств
9. Множество натуральных чисел
10. Множество вещественных чисел
11. Точная верхняя граница
12. Система вложенных отрезков
13. Отображение (функция)
14. Накрытие, вложение, взаимно однозначное соответствие
15. Эквивалентность множеств
16. Счетное множество
17. Множество комплексных чисел.
18. Комплексные числа в алгебраической, тригонометрической и показательной формах.
19. Сужение
20. Сложная функция
21. Обратная функция
22. Возрастающая функция
23. Четная функция
24. Нечетная функция
25. Периодическая функция
26. Предел функции в конечной точке
27. Предел функции на бесконечности

28. Бесконечный предел функции
29. Общее определение предела функции
30. Бесконечно малые функции
31. Бесконечно большие функции
32. Бесконечно малые более высокого порядка
33. Бесконечно малые одного порядка
34. Бесконечно малые эквивалентные
35. Бесконечно малые порядка p
36. Точка непрерывности функции
37. Точка разрыва 1-го рода
38. Точка разрыва 2-го рода
39. Устранимая точка разрыва
40. Непрерывность функции на отрезке

Теоремы и формулы

1. Выражение декартовых координат через полярные координаты
2. Расстояние между двумя точками
3. Деление отрезка в заданном отношении
4. Площадь треугольника
5. Уравнение прямой с угловым коэффициентом и геометрический смысл его коэффициентов.
6. Общее уравнение прямой и геометрический смысл его коэффициентов
7. Уравнение прямой, проходящей через данную точку
8. Уравнение прямой, проходящей через две данные точки
9. Уравнение прямой, перпендикулярной данному вектору
10. Формула для вычисления угла между прямыми
11. Условие параллельности прямых
12. Условие перпендикулярности прямых
13. Расстояние от точки до прямой

14. Параллельный перенос декартовой системы координат
15. Поворот осей декартовой системы координат
16. Каноническое уравнение окружности
17. Каноническое уравнение эллипса
18. Каноническое уравнение гиперболы
19. Уравнения асимптот гиперболы
20. Уравнение гиперболы, у которой асимптоты совпадают с координатными осями
21. Каноническое уравнение параболы
22. Аксиома полноты
23. Свойство Архимеда
24. Принцип вложенных отрезков
25. Умножение, деление и возведение в степень с натуральным показателем комплексных чисел в тригонометрической форме.
26. Формула Муавра.
27. Формулы Эйлера для комплексных чисел.
28. Извлечение корня натуральной степени из комплексного числа.
29. Решение квадратного уравнения с комплексными коэффициентами.
30. Критерий существования обратной функции
31. Единственность предела
32. Предельный переход в неравенстве
33. Теорема о сжатой функции
34. Свойства бесконечно малых
35. Арифметические свойства предела
36. Связь бесконечно малых и бесконечно больших
37. Список эквивалентных бесконечно малых
38. 1-й замечательный предел и его следствия
39. Критерий существования предела
40. 2-й замечательный предел и его следствия

41. Теорема о непрерывности сложной функции
42. Теорема о непрерывности основных элементарных функций
43. Теорема Вейерштрасса
44. Теорема Больцано-Коши

II семестр

Определения:

1. Первообразная и неопределенный интеграл
2. Определенный интеграл
3. Несобственный интеграл по бесконечному интервалу
4. Несобственный интеграл от неограниченной функции
5. Расстояние между двумя точками в n -мерном пространстве.
6. Окрестность точки в \mathfrak{R}_n .
7. Внутренняя точка множества в \mathfrak{R}_n .
8. Открытое множество в \mathfrak{R}_n .
9. Граничная точка множества в \mathfrak{R}_n .
10. Граница множества в \mathfrak{R}_n .
11. Замкнутое множество в \mathfrak{R}_n .
12. Непрерывная кривая в \mathfrak{R}_n .
13. Линейно связное множество в \mathfrak{R}_n .
14. Область в \mathfrak{R}_n .
15. Замкнутая область в \mathfrak{R}_n .
16. Ограниченное множество в \mathfrak{R}_n .
17. Компакт.
18. Выпуклая область.
19. Предел функции нескольких переменных.
20. Непрерывность в точке функции нескольких переменных.
21. Частная производная функции нескольких переменных.
22. Частный дифференциал функции нескольких переменных.
23. Полный дифференциал функции нескольких переменных.
24. Локальный минимум функции нескольких переменных.
25. Локальный максимум функции нескольких переменных.
26. Условный максимум функции двух переменных.
27. Условный максимум функции нескольких переменных.
28. Выпуклая вниз функция нескольких переменных.
29. Производная по направлению функции нескольких переменных.
30. Градиент функции нескольких переменных.
31. Решение и общее решение дифференциального уравнения I-го порядка. Частное и особое решения.
32. Решение и общее решение дифференциального уравнения 2-го порядка.

Теоремы и формулы:

1. Основные свойства неопределенного интеграла.
2. Замена переменной в неопределенном интеграле.
3. Интегрирование по частям в неопределенном интеграле.
4. Необходимое условие интегрируемости.
5. Два класса интегрируемых функций.
6. Основная формула интегрального исчисления (формула Ньютона-Лейбница).
7. Свойства определенного интеграла.
8. Замена переменной в определенном интеграле.
9. Интегрирование по частям в определенном интеграле.
10. Формулы прямоугольников и трапеций приближенного вычисления определенного интеграла.
11. Теоремы сравнения (1-я и 2-я) для несобственных интегралов по бесконечному интервалу.
12. Теоремы сравнения (1-я и 2-я) для несобственных интегралов от неограниченной функции.
13. Теорема Вейерштрасса для функции нескольких переменных.
14. Теорема Больцано-Коши для функции нескольких переменных.
15. Полное приращение непрерывно дифференцируемой функции нескольких переменных.
16. Производная сложной функции нескольких переменных.
17. Производная неявной функции.
18. Теорема о смешанных производных дважды непрерывно дифференцируемой функции нескольких переменных.
19. Формула Тейлора функции нескольких переменных.
20. Необходимое условие экстремума функции нескольких переменных.
21. Достаточные условия строгого экстремума функции нескольких переменных

Примерный перечень вопросов в экзаменационном задании:**Семестр 1.**

1. Формулы для: расстояния между точками на плоскости; координаты середины отрезка.
2. Вывод уравнения прямой на плоскости; геометрический смысл коэффициентов в этом уравнении. Уравнение прямой, проходящей через две точки плоскости.
3. Формулы расстояния: от точки до прямой; между параллельными прямыми.
4. Формула, выражающая площадь треугольника через координаты его вершин.
5. Понятие множества, заданного уравнением. Уравнения: пересечения и объединения множеств.
6. Понятие системы координат и формул перехода. Преобразования координат при параллельном переносе и повороте осей координат.
7. Полярная система координат и ее связь с декартовой
8. Определения и канонические уравнения кривых второго порядка.
9. Определение множества комплексных чисел. Тригонометрическая форма комплексного числа.
10. Формула Муавра. Корни из комплексных чисел. Решение квадратного уравнения.

11. Существование точной верхней и точной нижней границ ограниченного множества.
12. Существование предела монотонной и ограниченной последовательности.
13. Определение числа e .
14. Понятие функции: область определения, множество значений. Монотонные функции. Функция, обратная к данной функции.
15. Определение и свойства пределов функции на бесконечности.
16. Признаки существования наклонных асимптот графиков функций.
17. Пределы функций. Бесконечно малые и бесконечно большие функции.
18. Непрерывные функции: определение и свойства.
19. Непрерывность композиции, непрерывность обратной функции.
20. Непрерывность элементарных функций.
21. Теорема Больцано-Коши о нулях и теорема о промежуточном значении.
22. Теоремы Вейерштрасса о множестве значений непрерывной функции.
23. Замечательные пределы.
24. Эквивалентные бесконечно малые.
25. Определение производной функции в точке. Примеры и простейшие свойства.
26. Приближение к приращению функции. Касательная к графику функции.
27. Производные основных элементарных функций.
28. Производная произведения и частного функций.
29. Производная композиции.
30. Производная обратной функции. Вычисление производных обратных тригонометрических функций.
31. Теоремы Ферма, Ролля, Лагранжа. Их геометрический смысл.
32. Следствия теоремы Лагранжа: условие постоянства функции; условие монотонности функции на заданном промежутке.
33. Правило Лопиталья. Вывод простейшего варианта из теоремы Коши.
34. Точки максимума и точки минимума: необходимое условие экстремума; достаточные условия экстремума.
35. Нахождение множества значения функции на данном отрезке.
36. Выпуклые функции: определение и эквивалентные переформулировки.
37. Формула Тейлора. Остаточный член в форме Лагранжа
38. Формулы Маклорена основных элементарных функций.

Семестр 2.

1. Определение и свойства первообразных.
2. Определенный интеграл и его геометрический смысл. Теорема Барроу.
3. Теорема о среднем для определенного интеграла.
4. Формулы прямоугольников и трапеций приближенного вычисления определенных интегралов.
5. Интегрирование по частям, замена переменной в интеграле.
6. Приложения определенного интеграла.
7. Несобственные интегралы и признаки их сходимости.
8. Определение ряда и его суммы. Основные примеры.
9. Необходимое условие сходимости ряда.
10. Основные свойства сходящихся рядов.
11. Признаки сравнения. Интегральный признак сходимости.
12. Признаки Коши и Даламбера.
13. Абсолютно сходящиеся ряды.
14. Признак Лейбница сходимости знакочередующегося ряда и оценка его остатка.
15. Степенные ряды и их множество сходимости.
16. Радиус сходимости степенного ряда.
17. Разложение элементарных функций в степенные ряды.

18. Комплексная экспонента. Формула Эйлера.
19. Пространство R^n , расстояния между его точками. Ограниченные множества.
20. Определение функций нескольких переменных, их линии (поверхности) уровня.
21. Понятие непрерывности функции нескольких переменных. Свойства функций, непрерывных на компакте.
22. Частные производные функций нескольких переменных.
23. Формула полного приращения. Касательная плоскость к графику функции двух переменных.
24. Производная композиции.
25. Производная по направлению и связь ее с градиентом.
26. Неявно заданные функции и их производные.
27. Условный экстремум и способ его нахождения.
28. Локальный минимум (максимум) функции нескольких переменных. Необходимое условие экстремума.
29. Формула Тейлора для функции нескольких переменных.
30. Достаточное условие экстремума функции нескольких переменных.
31. Достаточное условие экстремума функции двух переменных.
32. Метод наименьших квадратов.
33. Определение двойного интеграла и его простейшие свойства.
34. Переход от двойного интеграла к повторному.
35. Замена переменных в двойном интеграле.
36. Интеграл $\int_R e^{-x^2/2} dx$.
37. Понятие решения дифференциального уравнения.
38. Нахождение решения линейных однородных уравнений второго порядка с постоянными коэффициентами.
39. Нахождение решения линейных неоднородных уравнений второго порядка с постоянными коэффициентами. Метод Лагранжа.
40. Нахождение решения линейных неоднородных уравнений второго порядка с постоянными коэффициентами в случае правой части специального вида. Метод неопределенных коэффициентов.
41. Системы дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.

Примерная структура экзаменационного варианта 1-го семестра для методики оценивания №1:

<p>1. Найти предел $\lim_{x \rightarrow 6+0} (19 - 3x)^{\frac{1}{6-x}}$, на координатной плоскости изобразить эскиз графика функции в окрестности предельной точки, сформулировать определение найденного предела на языке «$\varepsilon - \delta$».</p>
<p>2. Сформулировать определение производной, дать её экономическое истолкование. Найти производительность труда для работы $A(t) = \ln(2 \arctg t)$ в момент времени $t_0 = 1$.</p>
<p>3. Дать определение множества комплексных чисел. Сформулировать теорему о возведении в степень с натуральным показателем комплексных чисел в тригонометрической форме. Записать комплексное число $(-1 + i)^8$ в алгебраической форме.</p>
<p>4. Эллипс и его эксцентриситет (определение).</p>

Каноническое уравнение эллипса.

Написать каноническое уравнение эллипса, проходящего через точку $A(-5;0)$ и имеющего эксцентриситет $0,8$. Изобразить его на координатной плоскости.

5. Формула Маклорена (с остаточным членом в форме Лагранжа) для произвольной функции и разложение по ней функции $f(x) = e^x$.

Исследовать функцию $y = \frac{2x}{x^2 + 1}$ и построить ее график.

Примерная структура экзаменационного варианта 2-го семестра для методики оценивания №1:

1. Дать определение локального минимума функции нескольких переменных.

Сформулировать достаточные условия строгого экстремума функции двух переменных.

Исследовать на экстремум функцию

$$f(x, y) = x^3 + 3x^2 + y^2 - 9x - 18y + 89.$$

2. Дать определение общего решения дифференциального уравнения второго порядка (д.у.2-го п.).

Сформулировать теорему о структуре общего решения линейного д.у.2-го п. с однородной правой частью.

Указать вид частного решения дифференциального уравнения $y'' + y = xe^x \sin x$.

3. Дать определение суммы числового ряда.

Сформулировать признак Коши (радикальный) о сходимости числового неотрицательного ряда.

Раскладывая функцию в степенной ряд, вычислить приближенно с точностью $0,001$ определенный интеграл $\int_0^1 \frac{dx}{\sqrt[3]{8+3x^2}}$.

4. Указать геометрический смысл двойного интеграла.

Сформулировать теорему о вычислении двойного интеграла в декартовой системе координат.

Вычислить двойной интеграл $\iint_D (x - 3y) dx dy$ по области $D = \{(x, y) : x \geq 1, y \leq 2, y \geq x\}$.

5. Дать определения неопределённого интеграла и первообразной.

Сформулировать теорему об интегрировании по частям в неопределённом интеграле.

Найти

$$\int x \cdot 3^x dx.$$

Примерная структура экзаменационных вариантов для Методики оценивания №2

Примерная структура экзаменационного варианта 1 семестра:

Тематика вопросов на экзамене (1 семестр):

Вопрос 1. Аналитическая геометрия (модуль 1).

Вопрос 2. Множества, последовательности и функции (модуль 2).

Вопрос 3. Пределы и непрерывность (модуль 3).

Вопрос 4. Производная и исследование функций (модуль 4, часть 1).

1. Определение базиса n-мерного пространства. Определение декартовой системы координат (ДСК) в R^n . Графический пример, иллюстрирующий понятие ДСК в R^2 и координат на плоскости. Теорема о координатах вектора в R^2 , если известны координаты начальной и конечной точек (с доказательством). Два замечания к теореме – обобщение на n-мерный случай; формула для вычисления расстояния между точками А и В, заданными своими координатами в R^2 . Задача 1 – Найти уравнение высоты (СЕ) (уравнение прямой) и длину высоты $|\vec{BD}|$ треугольника ABC с вершинами $A(-3,2)$ $B(-1,8)$ $C(3,0)$
2. Действия над комплексными числами, заданными в алгебраической форме: сложение (вычитание), умножение на скаляр, умножение комплексных чисел. Задача 2 – Выполнить указанные действия с комплексными числами $\frac{(2-i)^3}{1+2i} + 3 - i$
3. Определение (символ Ландау). Определение и пример функций имеющих одинаковый порядок малости. Определение и пример эквивалентных при $x \rightarrow a$ функций. Задача 3 – Вычислить предел $\lim_{x \rightarrow 0} \operatorname{ctgx} \cdot \ln(1 + \sin x)$
4. Пример (процесс наполнения сосуда), приводящий к понятию производной. Задача 4 – Используя определение производной, найти производную функции $y = 5x^2$

Примерная структура экзаменационного варианта 2 семестра:

Тематика вопросов на экзамене (2 семестр):

1. Вопрос 1. Интегральное исчисление (модуль 5).
 2. Вопрос 2. Производная и исследование функции одной независимой переменной (модуль 4, часть 2), функции многих переменных (модуль 7).
 3. Вопрос 3. Числовые и функциональные (степенные) ряды (модуль 6).
 4. Вопрос 4. Обыкновенные дифференциальные уравнения (модуль 8), двойные интегралы (модуль 9).
1. Простейшие свойства неопределенного интеграла (5 пунктов). Вывод формулы интегрирования по частям в неопределенном интеграле Задача 1 – Вычислить определенный интеграл $\int_0^1 \frac{1}{x^2 + 2x + 10} dx$
 2. Основные понятия функции двух переменных (определение - функции (отображения), частного значения, области определения). Геометрическое изображение функции двух переменных. Пример геометрического изображения функции двух

переменных. Задача 2 – Найти промежутки выпуклости, вогнутости и точки перегиба функции $y = \sqrt{x^3 - 3x}$

3. Определение функционального ряда. Определение степенного ряда. Теорема Абеля (без доказательства). Следствие из т. Абеля. Определение радиуса сходимости степенного ряда. Случаи $R = 0, R = \infty$. Задача 3 – Исследовать на сходимость числовой ряд

$$\sum_{n=1}^{\infty} \left(\operatorname{tg} \frac{1}{n} \right)^n$$

4. Определение интегральной суммы для функции $f(x, y)$, с подробным толкованием что есть что. Определение двойного интеграла от функции $f(x, y)$ в области D . Задача 4 – Решить задачу Коши для дифференциального уравнения $y' = 2^{x-y}, y(-3) = -5$.

3.1.5. Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1. Образование и (или) квалификация преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий.

К проведению занятий, как правило, привлекаются преподаватели, имеющие учёную степень кандидата наук (в том числе степень Ph.D., прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или учёное звание профессора или доцента.

3.2.2. Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

Учебно – вспомогательный и инженерно – технический персонал должен иметь соответствующее высшее или среднее образование.

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1. Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Аудитории для проведения лекционных занятий – с тремя досками для записей и предоставление мультимедийного комплекта.

3.3.2. Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

Не существенны.

3.3.3. Характеристики специализированного оборудования

Не требуется.

3.3.4. Характеристики специализированного программного обеспечения

Не требуется.

3.3.5. Перечень и объёмы требуемых расходных материалов

Фломастеры цветные, губки, бумага формата А4, канцелярские товары, картриджи принтеров, диски, флеш-накопители и др. в объёме, необходимом для организации и проведения занятий (по заявкам преподавателей, подаваемым в установленные сроки).

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1. Список обязательной литературы

1. Беккер, Б.М. Курс математического анализа. Семестр 1: Учебно-методическое пособие. 2-е изд., испр. и доп / Б.М.Беккер, О.А.Иванов. – СПб.: ЭФ СПбГУ, 2010. – 226 с.
2. Беккер, Б.М. Курс математического анализа. Семестр 2: Учебно-методическое пособие/ Б.М.Беккер, О.А.Иванов. – СПб: ЭФ СПбГУ, 2010. – 236 с.
3. Барт В.А., Индивидуальные задания по математическому анализу. Учебное пособие/ В.А.Барт, П.К.Черняев. – СПб.: ЭФ СПбГУ, 2011.- 32с.

3.4.2. Список дополнительной литературы

1. Берман, Г.Н.. Сборник задач по курсу математического анализа: учебное пособие/ Г.Н.Берман. – М.:2003.-432с.
2. Задачник-практикум по высшей математике. Интегральное исчисление/ Т.Н.Андрианова [и др.] - СПб: СПбГУ, 1994. – 232с.
3. Задачник-практикум по высшей математике. Множества, функции, предел, непрерывность, производная/ В.А.Волков [и др.] - Л.: ЛГУ, 1988.- 224с.
4. Задачник-практикум по аналитической геометрии и линейной алгебре. Учебное пособие/ В.А.Волков [и др.] – Л.: ЛГУ, 1986.- 262с.
5. Ильин, В.А.Высшая математика /В.А.Ильин, А.В.Куркина.- М.: ТК Велби, изд-во Проспект, 2005. – 592 с.
6. Письменный, Д.Т. Конспект лекций по высшей математике/ Д.Т.Письменный. - М.: Айрис-пресс, 2005.Ч.1.-288 с.; Ч.2.- 256 с.
7. Учебные и контрольные задания по математике. Математический анализ. Учебное пособие/ В.А.Волков [и др.] – СПб.: ЭФ СПбГУ,2010.-112 с.
8. Учебные и контрольные задания по обыкновенным дифференциальным уравнениям. Учебное пособие/ А.К.Пономаренко[и др.].-СПб.: Изд. Санкт-Петербургского университета, 2000. -228с.

9. Шипачев, В.С. Математический анализ. Теория и практика/ В.С.Шипачев.- М.: Дрофа, 2006. – 349 с.

10. Свиркина Л.А. Приведение к каноническому виду линий и поверхностей второго порядка, заданных своими общими уравнениями относительно ДПСК (декартовой прямоугольной системы координат). Учебное пособие/ СПб, СОЛО, 2013, 65 с.

11.Свиркина Л.А. Семинары по математическому анализу для студентов экономического факультета. 1 семестр. Учебное пособие.СПБ, 2015. -89 с.

12. Свиркина Л.А. Практические занятия по математическому анализу для студентов экономического факультета. 2семестр. Учебное пособие.СПБ, 2016. -90 с.

3.4.3. Перечень иных информационных источников

www.exponenta.ru – учебно-информационный ресурс;

Разработчики рабочей программы

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Учёное звание	Должность	Контактная информация (служебный адрес электронной почты, служебный телефон)
Иванов Олег Александрович	доктор педагогических наук	профессор	профессор	o.a.ivanov@spbu.ru 2730776
Черняев Петр Константинович	Кандидат физико-математических наук	доцент	Доцент кафедры общей математики и информатики математико-механического ф-та СПбГУ	p.chernyaev@spbu.ru
Свиркина Лариса Анатольевна	кандидат физико-математических наук	нет	Консультант проректора по учебно- методической работе.	l.svirkina@spbu.ru