

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталия Александровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 24.10.2024 14:21:41
Уникальный программный ключ:
6b5279da4e034bffa679172803da5b7b559fc69e2

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ
Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБЛАСТНОЙ УНИВЕРСИТЕТ
(МГОУ)

Физико-математический факультет
Кафедра математического анализа и геометрии

Согласовано управлением организации
и контроля качества образовательной
деятельности

« 10 » 06 2020
Начальник управления
/М.А. Миненкова/

Одобрено учебно-методическим советом

Протокол « 13 » 2020 г. № 2
Председатель
/Л.Е. Суслин/



Рабочая программа дисциплины

Теория функций действительного переменного

Направление подготовки
44.03.05 Педагогическое образование

Профиль:
Математика и информатика

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Согласовано учебно-методической
комиссией физико-математического
факультета:

Протокол « 21 » 05 2020 г. № 10
Председатель УМКом
/Н.Н. Барабанова/

Рекомендовано кафедрой
математического анализа и геометрии

Протокол « 14 » 05 2020 г. № 10
Зав.кафедрой
/Г.В. Кондратьева /

Мытищи
2020

Автор-составитель:
Графов Д.А.
кандидат физико-математических наук, доцент.

Рабочая программа дисциплины «Теория функций действительного переменного» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование профиль «Математика и информатика», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 22.02.2018 г. № 125.

Дисциплина входит в обязательную часть блока Б1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Год начала подготовки 2020

СОДЕРЖАНИЕ

1. Планируемые результаты обучения.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	5
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся.....	10
5. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.....	11
6. Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины.....	20
7. Методические указания по освоению дисциплины.....	20
8. Информационные технологии для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	21
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	21

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

1.1. Цель и задачи дисциплины

Основные понятия и методы теории функций действительного переменного должны быть в настоящее время необходимым элементом образования любого школьного учителя старших классов. Научно-технический прогресс ставит перед школьным педагогом трудную задачу не только прекрасно владеть основными понятиями школьной математики, но и понимать их место в современной математике, знать их происхождение, развитие и использование в различных областях естествознания.

Целью дисциплины

Данный курс ставит себе целью показать происхождение и развитие таких фундаментальных понятий математики как число, множество, функция, а также познакомить студентов с современной теорией множеств, теорией меры и интеграла, играющих огромную роль в различных областях математики.

Задачи дисциплины

Задачи изучения дисциплины заключаются в овладении основными понятиями теории функций действительного переменного. Методы и идеи теории функций способствовали возникновению ряда новых математических дисциплин и, кроме того, проникли в такие области математики как топология, теория вероятностей, функциональный анализ, теория аналитических функций, вариационное исчисление, дифференциальные уравнения, теоретическая физика и др.

Углубляя знания, полученные в курсах дифференциального и интегрального исчисления, данный курс подводит его слушателей к передовым рубежам современной математики, позволяет взглянуть на математику не как на свод формул и теорем, а как на непрерывно развивающуюся науку, использующую труд и творчество многих поколений математиков - от Архимеда до А.Н. Колмогорова.

Такой взгляд на математику как на творчество призван привлечь студентов к самостоятельным научным исследованиям.

В результате изучения дисциплины студент должен:

- Иметь представление об основных понятиях теории функций действительного переменного.
- Знать и уметь доказывать основные теоремы курса.
- Знать, что такое конечное, счетное и несчетное множества. Уметь строить примеры указанных множеств.
- Знать, чему равны мощности основных множеств: множества рациональных чисел, множества точек отрезка $[0,1]$, прямой - $\mathbf{R}^1$, плоскости - $\mathbf{R}^2$ и т.д. Уметь построить множество, мощность которого больше мощности заданного множества.
- Уметь строить открытые, замкнутые, совершенные множества на прямой и на плоскости. Иметь представление о фракталах.
- Уметь оперировать с метрическими, евклидовыми, нормированными пространствами, в частности, знать взаимосвязь этих пространств и уметь построить любое из указанных пространств. Знать классические пространства $(\mathbf{R}^n, C([a,b]), C L_2([a,b]), l_p, 1 \leq p < \infty)$.

1.2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

ОПК-8 – Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть блока1 и является обязательной для изучения. Изучение данной дисциплины базируется на знаниях студентами общих курсов математического анализа, алгебры и геометрии.

Дисциплина «Теория функций действительного переменного» является составным элементом математического аппарата ряда дисциплин. Знания и умения, полученные при изучении дисциплины «Теория функций действительного переменного» широко применяются в таких дисциплинах, как геометрия, теории вероятностей, теории функций комплексного переменного, обыкновенные дифференциальные уравнения.

3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Объем дисциплины

Показатель объема дисциплины	Форма обучения
	Очная
Объем дисциплины в зачетных единицах	4
Объем дисциплины в часах	144
Контактная работа:	90,2
Лекции	30
Лабораторные работы	60
Контактные часы на промежуточную аттестацию:	0,2
Зачёт с оценкой	0,2
Предэкзаменационная консультация	46
Самостоятельная работа	7,8
Контроль	19,4

Формой промежуточной аттестации является зачет с оценкой в 4 семестре.

3.2.Содержание дисциплины

По очной форме обучения

Кол-во часов

Наименование разделов (тем) Дисциплины с кратким содержанием	Лекции	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Практические занятия
Тема 1. Общее введение (краткая аннотация курса). Элементы теории множеств. Введение (роль теории множеств в математике). Множество, подмножество, пустое множество. (Обозначения, определения, примеры). Операции объединения и пересечения множеств. Их свойства. Теорема о свойствах операций объединения и пересечения множеств. Определения объединения и пересечения любой совокупности множеств (множество множеств) с использованием кванторов. Дополнение множеств. Принцип двойственности. Определение разности, дополнения множеств. Доказательство теоремы "принцип двойственности".	2		4	
Тема 2. Счетные и несчетные множества. Эквивалентные множества. Определение отображения. Определение отображения "на" (сюръекции), определение отображения "в" (инъекции), определение взаимно однозначного отображения (биекции). Понятие эквивалентности множеств. Примеры. Свойства понятия эквивалентности. Счетные множества. Примеры. Счетность множества рациональных чисел. Определение несчетного множества.	2		4	
Тема 3. Свойства счетных множеств. Доказываются теоремы: 1) всякое непустое подмножество счетного множества конечно или счетно; 2) объединение (сумма) любой конечной или счетной совокупности счетных множеств есть снова счетное множество; 3) всякое бесконечное множество имеет счетное подмножество; 4) всякое бесконечное множество эквивалентно своему истинному подмножеству. Вводятся алгебраические и трансцендентные числа. Доказывается, что множество алгебраических чисел - счетно. Сформулирован ряд задач для самостоятельного решения.	2		4	
Тема 4. Несчетные множества. Доказывается теорема о том, что множество действительных чисел, заключенных между 0 и 1, несчетно. Приводятся примеры множеств, эквивалентных $[0,1]$. Акцентируется внимание на то, что доказанная теорема является, так называемой, "теоремой существования" (существования объектов с "плохими свойствами"). Используя данную теорему, доказывается существование иррациональных чисел и трансцендентных чисел. Далее, доказывается, что множество иррациональных чисел - несчетно, и более того, эквивалентно отрезку $[0,1]$. Аналогичная задача решается относительно трансцендентных чисел (обращается особое внимание на методы доказательства таких задач). Решается задача: доказать, что множество всех последовательностей из 0 и 1 эквивалентно отрезку $[0,1]$. При этом	2		4	

подробно рассматривается представление чисел из отрезка $[0,1]$ в виде двоичной дроби. Сформулирован ряд задач для самостоятельного решения.				
Тема 5. Мощность множества. Понятие мощности множества. Сравнение мощностей. Определения. Мощность счетного множества. Множества мощности континуума. Аксиома выбора (аксиома C или аксиома Цермело). Парадокс Банаха-Тарского. Примеры "известных" утверждений, где "используется" аксиома выбора (в частности, при доказательстве теоремы о том, что объединение любой конечной или счетной совокупности счетных множеств есть снова счетное множество). Историческая справка: антиномии и парадоксы, парадокс Рассела (парадокс Гонсета), теорема Геделя о неполноте, аксиоматика теории множеств (аксиоматики Z, BG, ZF), гипотеза Кантора (CH), работа П.Козна 1963 г. (аксиоматика ZF и аксиомы C, CH и их отрицания).	2		4	
Тема 6. Мощность множества всех подмножеств данного множества. Доказательство теоремы о том, что мощность всех подмножеств непустого множества больше мощности исходного множества. Предварительно привести доказательство этой теоремы для "конечномерного случая". Акцентировать внимание слушателей на то, что существует "неограниченная шкала мощностей". Теорема о мощности всех подмножеств натурального ряда.	2		4	
Тема 7. Теорема Кантора-Бернштейна. Доказательство теоремы Кантора-Бернштейна и ее следствия - теоремы о промежуточном множестве. Примеры применения указанных выше теорем. Сформулирован ряд задач для самостоятельного решения.	2		4	
Тема 8. Множества точек в N-мерном евклидовом пространстве. Множества точек на плоскости и в трехмерном пространстве. Напомнить: декартова прямоугольная система координат, координаты точки трехмерного пространства, радиус-вектор точки, операции сложения векторов и умножения на число. Длина вектора. Скалярное произведение векторов. Напомнить, как определяется расстояние на прямой, на плоскости, в трехмерном пространстве, сделать рисунки. Напомнить определение линейного (векторного) пространства. Аксиомы линейного пространства. Примеры линейных пространств.	2		4	
Тема 9. Скалярное произведение векторов в линейном пространстве. Скалярное произведение векторов в линейном пространстве. Аксиомы скалярного произведения. Свойства скалярного произведения. Определение евклидова пространства, примеры. Норма вектора. Расстояние между точками на прямой, на плоскости, в трехмерном пространстве. Множества точек в N- мерном евклидовом пространстве	2		4	

$\mathbf{R}^N$.				
Тема 10. Метрические пространства. Метрические пространства. Определение метрики. Аксиомы метрики. Свойства метрики. Определение метрического пространства. Примеры метрических пространств: $\mathbf{R}^N$, $\mathbf{R}_1^N$, $\mathbf{R}_2^N$, $\mathbf{R}_p^N$, $1 \leq p < \infty$, $\mathbf{R}_\infty^N$, l_1, l_2, l_p, $1 \leq p < \infty$, l_∞ (обратить внимание на то, что первые пять пространств - конечномерные, остальные - бесконечномерные). Пространство изолированных точек. Ввести пространство непрерывных функций $\mathbf{C}$ (множество непрерывных функций с равномерной метрикой) и пространство $\mathbf{CL}_2$ (множество непрерывных функций с интегральной метрикой). Сформулирован ряд задач для самостоятельного решения	2		4	
Тема 11. Нормированные пространства. Нормированные пространства. Определение нормы. Нормированное пространство. Примеры. Указать на "взаимосвязь" между метрическим, евклидовым и нормированным пространствами. Фундаментальные последовательности. Критерий Коши сходимости числовой последовательности в $\mathbf{R}^1$. Понятие полного пространства. Полнота $\mathbf{R}^N$. Примеры неполных пространств. Банаховы пространства. Привести пример метрического пространства, не являющегося нормированным.	2		4	
Тема 12. Неравенство Коши-Буняковского-Шварца. Доказательство неравенства Коши-Буняковского-Шварца. Теоремы о том, что любое евклидово пространство можно сделать нормированным, любое нормированное метрическим и любое евклидово метрическим.	2		4	
Тема 13. Открытые и замкнутые множества. (Классификация точек и множеств по расположению точек.) Открытые и замкнутые множества. В качестве "базового" ("модельного случая") рассматриваются открытые и замкнутые множества в метрическом пространстве $\mathbf{R}^N$. Окрестности. Определение окрестности в метрическом пространстве. Определение окрестности в любом метрическом пространстве (X, ρ), в частности, в пространстве $\mathbf{C}$ (множестве непрерывных функций с равномерной метрикой). Внутренние точки, внутренность множества и открытые множества. Даны определения: внутренней точки, внутренности, открытого множества. Приведены примеры, введены обозначения. Свойства открытых множеств. Доказаны теоремы: 1) объединение (сумма) любого числа открытых множеств - открытое множество; 2) пересечение конечного числа открытых множеств есть открытое множество. Доказано, что бесконечное пересечение открытых множеств - не обязательно открытое множество. Даны определения: предельной точки, производного множества, изолированной точки, граничной точки, замыкания, замкнутого множества. (В частности, даны разные определения замкнутого множества, и доказана их эквивалентность.) Приведено большое число	1		2	

примеров, введены обозначения.				
Тема 14. Свойства замкнутых множеств. Доказаны теоремы: 1) пересечение любого числа замкнутых множеств - замкнутое множество; 2) объединение конечного числа замкнутых множеств - замкнутое множество; 3) дополнение открытого множества (до всего пространства) есть замкнутое множество, дополнение замкнутого множества (до всего пространства) есть открытое множество. Доказательство первых двух теорем опирается на принцип двойственности, свойства открытых множеств (см. теоремы об объединении и пересечении открытых множеств) и результат теоремы 3. Доказано, что бесконечное объединение замкнутых множеств – не обязательно замкнутое множество. Доказана теорема: если F - замкнутое множество, а G - открытое множество, то $F \setminus G$ - замкнутое, а $G \setminus F$ - открытое множества. (Сделан акцент на то, что все доказанные в пунктах 2⁰ и 3⁰ теоремы справедливы для любых метрических пространств (X, ρ).)	1		2	
Тема 15. Строение открытых и замкнутых множеств на прямой. Строение открытых и замкнутых множеств на прямой. Доказаны теоремы о структуре открытых и замкнутых множеств на числовой прямой. Сформулирована теорема об отделимости (замкнутых множеств на прямой). Предлагается самостоятельно доказать указанную теорему для сегментов.	1		2	
Тема 16. Канторово совершенное множество. Канторово совершенное множество. Дано определение совершенного множества. Приведены примеры совершенных множеств. Строится канторово совершенное множество (доказывается, что оно совершенное). Выясняется арифметическая структура, "удивительные" свойства канторова совершенного множества (мощность канторова совершенного множества равна континууму, а сумма длин "удаляемых" при его построении интервалов равна единице), даны определения нигде не плотного и всюду плотного множеств. Приведены примеры таких множеств. Доказано, что канторово совершенное множество является нигде не плотным. "Канторово совершенное множество" в $\mathbf{R}^N$, $N \geq 2$. Построены "гребенка Кантора", "ковёр Серпинского", "кладбище Серпинского", "снежинка Коха". Вводится понятие фрактала. Дается историческая справка, делается акцент на современных исследованиях в математике и физике фрактальной геометрии природы. Обсуждается задача современного естествознания: исследование морфологии аморфного.	1		2	
Тема 17. Непрерывные отображения метрических пространств. Непрерывные отображения метрических пространств. Отметим, что ряд вопросов, связанных с существованием и единственностью решений уравнений того или иного типа (например, дифференциальных уравнений), можно сформулировать в виде вопроса о существовании и единственности неподвижной точки при некотором отображении метрического пространства в себя.	1		2	

Дается определение непрерывного отображения метрических пространств, приводятся примеры. Неподвижная точка отображения. Сжимающее отображение. Примеры.				
Тема 18. Принцип сжимающих отображений. Принцип сжимающих отображений. Доказывается теорема Банаха о Принципе сжимающих отображений. Комментируется важность этой теоремы и ее применение в различных разделах математики. Применение принципа сжимающих отображений для доказательства Теоремы о существовании и единственности решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка, разрешенного относительно производной.	1		2	

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Темы для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Количество часов	Формы самостоятельной работы	Методические обеспечения	Формы отчетности
1. Аксиома выбора.	Парадокс Банаха-Тарского. Примеры "известных" утверждений, где "используется" аксиома выбора (в частности, при доказательстве теоремы о том, что объединение любой конечной или счетной совокупности счетных множеств есть снова счетное множество).	7	Изучение учебной литературы, решение задач	http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm http://www.ph4s.ru/books_mat.html	Опрос
2. Аксиоматика теории множеств.	Теорема Геделя о неполноте, гипотеза Кантора (CH), работа П.Козна 1963 г. (аксиоматика ZF и аксиомы C, CH и их отрицания).	7	Изучение учебной литературы, решение задач	http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm http://www.ph4s.ru/books_mat.html	Опрос
3. "Канторово совершенное множество" в $\mathbb{R}^N$, $N \geq 2$.	"Гребенка Кантора", "ковёр Серпинского", "кладбище Серпинского", "снежинка Коха".	7	Изучение учебной литературы, решение задач	http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm http://www.ph4s.ru/books_mat.html	Опрос
4. Структура открытого множества на прямой.	Строение открытых и замкнутых множеств.	7	Изучение учебной литературы, решение задач	http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm http://www.ph4s.ru/books_mat.html	Опрос

5. Полнота метрического пространства $C([a,b])$.	Фундаментальна я последовательность.	7	Изучение учебной литературы, решение задач	http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm http://www.ph4s.ru/books_mat.html	Опрос
6. Метрическое пространство $CL_2([a,b])$.	Фундаментальна я последовательность, не являющаяся сходящейся.	7	Изучение учебной литературы, решение задач	http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm http://www.ph4s.ru/books_mat.html	Опрос
7. Теоремы о том, что любое евклидово пространство можно сделать нормированным, любое нормированное метрическим и любое евклидово метрическим.	Метрическое, нормированное и евклидово пространство.	4	Изучение учебной литературы, решение задач	http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm http://www.ph4s.ru/books_mat.html	Опрос
Итого		46			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции	Этапы формирования
ОПК-8 – «Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний».	1. Работа на учебных занятиях 2. Самостоятельная работа

5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оцениваемые компетенции	Уровень сформированности	Этап формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
ОПК-8	Пороговый	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.	Знать: • современные теории и методы в области теории функции действительного переменного; • значение и место дисциплины в общей картине мира. Уметь: • ясно и логично излагать полученные базовые знания; • демонстрировать понимание общей структуры дисциплины и взаимосвязи с	Текущий контроль: дом. задания опрос Контр. работа Зачет с оценкой	41-60

			другими дисциплинами • решать задачи, связанные с предметной областью, с учетом современных достижений науки; • применять информационно-коммуникационные технологии для эффективного решения научных и прикладных задач, связанных с предметной областью.		
	Продвинутый	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.	Знать: • современные теории и методы в области теории функции действительного переменного; • значение и место дисциплины в общей картине мира. Уметь: • ясно и логично излагать полученные базовые знания; • демонстрировать понимание общей структуры дисциплины и взаимосвязи с другими дисциплинами • решать задачи, связанные с предметной областью, с учетом современных достижений науки; • применять информационно-коммуникационные технологии для эффективного решения научных и прикладных задач, связанных с предметной областью. Владеть: • способностью к логическому рассуждению; • основными методами решения задач, сформулированными	Текущий контроль: дом. задания опрос Контр. работа Зачет с оценкой	61-100

			в рамках предметных областей.		
--	--	--	-------------------------------	--	--

5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примеры домашнего задания

1. Доказать равенство: $(A \cup B) \setminus C = (A \setminus C) \cup (B \setminus C)$.
2. Существует ли функция $f \in \mathbf{C}([a, b]) : [a, b] \xrightarrow[\text{в.о.с.}]{f} [0, 11] \cup [20, 21]$?
3. Установить в.о.с. между замкнутым единичным кругом с 10 выколотыми точками и открытым единичным кругом с 5 выколотыми точками.

Примерные задания к текущему контролю (контрольная работа)

1. Пусть $E = \{(x, y) \in (J \cap [-1, 2]) \times (J \cap [-1, 2])\} \subset \mathbf{R}^1$, J - иррациональные числа, $J \subset \mathbf{R}^1$.
Найти FrE , $\bar{E}$, E' , $\text{int } E$, $FrCE$, $\overline{CE}$, $\text{int } CE$, $(CE)'$, если $CE = S \setminus E$, $S = [-1, 2] \times [-1, 2]$.
2. Найти в канторовом множестве какую-либо точку второго рода, заключенную между десятичными дробями: 0.001 и 0.025.
3. Доказать, что объединение конечного числа попарно не пересекающихся множеств мощности $\aleph_1$ имеет мощность $\aleph_1$.

Примерные теоретические вопросы к текущему контролю

1. Счетные множества. Несчетные множества.
2. Эквивалентные множества. Мощность множества. Множества мощности континуума.
3. Множество всех подмножеств данного множества.
4. Метрические пространства.
5. Нормированные пространства.
6. Евклидовы пространства.
7. Банаховы пространства. Полные метрические пространства.
8. Окрестность точки. Внутренняя точка. Внутренность. Предельная точка. Изолированная точка. Граничная точка. Граница.
9. Открытое множество. Замкнутое множество. Замыкание множества.
10. Совершенное множество. Канторово совершенное множество.
11. Всюду плотное множество. Нигде не плотное множество.

Вопросы коллоквиума (письменный коллоквиум на 5 - 10 минут)

- 1) Дать определение $A \cup B$.
- 2) Дать определение окрестности точки $x_0 \in \mathbf{R}^1$.
- 3) Дать определение $\bigcup_{\alpha \in J} A_\alpha$.
- 4) Дать определение счетного множества, примеры.
- 5) Дать определение $\bigcap_{\alpha \in J} A_\alpha$.
- 6) Дать определение совершенного множества, примеры.
- 7) Дать определение $A \setminus B$.
- 8) Дать определение границы множества, примеры.
- 9) Дать определение замкнутого множества, примеры.
- 10) Дать определение $\text{int } E$, примеры множеств E с указанием $\text{int } E$.
- 11) Дать определение несчетного множества, примеры.
- 12) Дать определение открытого множества, примеры.
- 13) Дать определение $M \sim N$ (эквивалентность), примеры.
- 14) Дать определение граничной точки множества E , примеры.
- 15) Дать определение $\overline{M} = \overline{N}$ (что это значит?), примеры.
- 16) Дать определение изолированной точки множества E , примеры.
- 17) Дать определение $\overline{M} > \overline{N}$ (что это значит?), примеры.
- 18) Дать определение предельной точки множества E , примеры.
- 19) Каким множеством должно быть объединение конечного числа замкнутых множеств? Дайте определение замкнутого множества.
- 20) Дать определение внутренней точки множества E , примеры.
- 21) Дать определение замыкания множества, примеры.
- 22) Открытое множество на прямой (его структура?).
- 23) Дать определение метрического пространства, примеры.
- 24) Множество мощности $\aleph_1$ (что это значит?), примеры.
- 25) Множество мощности $\aleph_0$ (что это значит?).
- 26) Каким должно быть множество (открытым или замкнутым), являющееся объединением любой совокупности открытых множеств? Дайте определение открытого множества.
- 27) Сформулируйте теорему Кантора-Бернштейна.
- 28) Как определяется пространство $\mathbf{C}([a, b])$?
- 29) Что такое полное метрическое пространство? Примеры.
- 30) Дайте определение окрестности точки $x_0 \in \mathbf{R}^4$.
- 31) Дайте определение окрестности точки $x_0 \in \mathbf{C}([a, b])$.
- 32) Какое множество $E \subset \mathbf{R}^2$ называется всюду плотным (в $\mathbf{R}^2$)?
- 33) Множество $E \subset \mathbf{R}^1$ называется нигде не плотным, если ... (продолжите фразу).
- 34) Какой вид сходимости порождает метрика в пространстве $\mathbf{C}([a, b])$? Дайте определение этой сходимости (в терминах ε и N).
- 35) FrE (дайте определение), примеры множеств E с указанием FrE .
- 36) Что такое сходящаяся последовательность в метрическом пространстве?
- 37) Счетное объединение открытых множеств - каким должно быть это множество? Дайте определение открытого множества.

Вопросы к зачету с оценкой.

1. Понятие множества. Операции над множествами.
2. Эквивалентные множества. Определение. Примеры эквивалентных множеств. Теорема о том, что всякое бесконечное множество эквивалентно своему истинному подмножеству.
3. Счетные множества. Определение. Примеры. Счетность множества рациональных чисел. Свойства счетных множеств.
4. Счетные множества. Определение. Доказательство счетности множества всех многочленов с целыми коэффициентами и множества алгебраических чисел.
5. Несчетные множества. Определение. Теорема о несчетности множества точек сегмента $[0,1]$. Существование иррациональных и трансцендентных чисел.
6. Понятие мощности множества. Сравнение мощностей. Аксиома выбора.
7. Понятие мощности множества. Теорема о мощности множества всех подмножеств данного множества.
8. Понятие мощности множества. Теорема о мощности множества всех подмножеств натурального ряда. Теорема Кантора - Бернштейна (б/д) и ее следствие (с доказательством).
9. Определение метрических, евклидовых и нормированных пространств. Примеры указанных пространств. Полные и неполные метрические пространства. Примеры указанных пространств.
10. Внутренние точки и открытые множества. Определения. Примеры. Свойства открытых множеств.
11. Предельные точки. Изолированные точки. Граничные точки. Замыкание множества. Замкнутые множества. Совершенные множества. Определения. Примеры.
12. Замыкание, замкнутые множества. Свойства замкнутых множеств.
13. Строение открытых и замкнутых множеств на прямой (б/д). Канторово совершенное множество.

5.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Название компонента	Распределение баллов
I. Выполнение домашних заданий	30
II. Выполнение контрольных работ	30
III. Зачет с оценкой	40
Итого	100

Требования к выполнению домашнего задания

Критерий оценок

В каждом домашнем задании три задачи.

Оценка "отлично" (21-30 баллов) характеризует решение всех трех примеров из приведенных заданий или решение двух примеров из приведенных заданий, но при условии предоставления черновиков не получившегося задания.

Оценка "хорошо" (11-20 баллов) характеризует решение двух примеров из приведенных заданий.

Оценка "удовлетворительно" (до 10 баллов) характеризует решение одного примера из приведенных заданий.

Требования к выполнению контрольных заданий

Критерий оценок

В каждой контрольной работе три задания.

Оценка "отлично" (21-30 баллов) характеризует решение всех трех примеров из приведенных заданий.

Оценка "хорошо" (11-20 баллов) характеризует решение двух примеров из приведенных заданий.

Оценка "удовлетворительно" (до 10 баллов) характеризует решение одного примера из приведенных заданий.

Требования к зачету с оценкой

Критерии оценок

Оценка "отлично" (31-40 баллов) характеризует полное усвоение теоретического и практического материала, студент умеет доказать все теоремы из лекционного курса и решает все задачи и примеры из приведенных заданий.

Оценка "хорошо" (21-30 баллов) характеризует основное усвоение теоретического и практического материала, студент умеет доказать основные теоремы из лекционного курса и решает основные задачи и примеры из приведенных заданий.

Оценка "удовлетворительно" (11-20 баллов) характеризует знание (без доказательства) основных теорем и формул курса, студент умеет решать задачи и примеры из приведенных заданий, являющиеся обобщением задач школьного курса математики.

Оценка "неудовлетворительно" (до 10 баллов) выставляется студенту, если он не усвоил основные теоремы и формул курса и если студент не умеет решать задачи и примеры из приведенных заданий, являющиеся обобщением задач школьного курса математики.

В процессе практических занятий рекомендуется проводить текущий контроль. Для проведения текущего и итогового контроля разработаны домашние задания, контрольные работы и вопросы к зачету с оценкой. *Итоговая оценка знаний* студентов по изучаемой дисциплине составляет 100 баллов, которые конвертируется в оценку по пятибалльной шкале (итоговая форма контроля – зачет с оценкой), по следующей схеме:

Зачет с оценкой. Оценка на зачете составляет 40 баллов, которые получают в результате дифференцированной оценки знаний студентов исходя из сложности задания, приведенного в предложенном задании. Задание для зачета состоит из двух вопросов (40 баллов: по 20 баллов за ответ на каждый из двух вопросов).

Распределение баллов:

Оценка по 5-бальной системе		Шкала оценок при 100-бальной системе
5	Отлично	81 — 100
4	Хорошо	61 — 80
3	Удовлетворительно	41 — 60
2	Неудовлетворительно	21 — 40
1	Необходимо повторное изучение	0 — 20

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Основная литература

1. Шипачев, В.С. Высшая математика : учебник / В.С. Шипачев. — М. : ИНФРА-М, 2019. — 479 с. — (Высшее образование). — URL: <http://znanium.com/catalog/product/990716> (дата обращения: 30.07.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей Электронно-библиотечная система «znanium.com». — Текст : электронный
2. Ильин, В. А. Математический анализ в 2 ч. Часть 1 в 2 кн. Книга 1 : учебник для академического бакалавриата / В. А. Ильин, В. А. Садовничий, Б. Х. Сендов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 324 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-07067-5. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/437203> (дата обращения: 26.07.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей Электронно-библиотечная система «Юрайт». — Текст : электронный
3. Ильин, В. А. Математический анализ в 2 ч. Часть 1 в 2 кн. Книга 2 : учебник для академического бакалавриата / В. А. Ильин, В. А. Садовничий, Б. Х. Сендов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 315 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-07069-9. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/437204> (дата обращения: 26.07.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей Электронно-библиотечная система «Юрайт». — Текст : электронный
4. Ильин, В. А. Математический анализ в 2 ч. Часть 2 : учебник для академического бакалавриата / В. А. Ильин, В. А. Садовничий, Б. Х. Сендов. — 3-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 324 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-09085-7. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/427043> (дата обращения: 26.07.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей Электронно-библиотечная система «Юрайт». — Текст : электронный.
5. Авраменко, В.С. Теория функций действительного переменного [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.С. Авраменко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина». - Елец : Елецкий государственный университет им И.А. Бунина, 2011. - 100 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=271996>. (дата обращения: 29.07.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн». — Текст : электронный.

6.2. Дополнительная литература

1. Быкова О.Н. Теория функций действительного переменного: Учебное пособие /

- Быкова О.Н., Колягин С.Ю., Кукушкин Б.Н. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 196 с. - ISBN 978-5-905554-21-6 - URL: <http://znanium.com/catalog/product/543159> (дата обращения: 29.07.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей Электронно-библиотечная система «znanium.com». — Текст : электронный
2. Смолин, Ю.Н. Введение в теорию функций действительной переменной : учебное пособие / Ю.Н. Смолин. - 2-е изд., стер. - Москва : Издательство «Флинта», 2017. - 518 с. - ISBN 978-5-9765-1483-6. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364595> (дата обращения 29.07.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн». — Текст : электронный
 3. Ильин В.А. Основы математического анализа.[Текст]: учеб./ Ильин В.А., Позняк Э.Г. - Т.2.- М.: Наука,2010.
 4. Кудрявцев Л.Д. Курс математического анализа: учебник для вузов в 3-х т. / Л. Д. Кудрявцев. - 6-е изд. - М. : Дрофа, 2006. - 704с. – Текст: непосредственный.
 5. Никольский С.М. Курс математического анализа. [Текст]: учеб./ С.М. Никольский. - Т.2 . - М.: Наука, 2008.
 6. Теляковский С.А. Сборник задач по теории действительного переменного.[Текст]: учеб./ С.А. Теляковский - М.: Наука. 2008.
 7. Ульянов П.Л. Действительный анализ в задачах. [Текст]: учеб./ П.Л. Ульянов, А.Н. Бахвалов, М.И. Дьяченко, К.С. Казарян, П. Сифуантес. - М.:Физматлит. 2005.
 8. Бугров Я.С. Высшая математика : учебник для вузов в 3 т. / Я. С. Бугров, С. М. Никольский. - 6-е изд. - М. : Дрофа, 2004. - 512с. – Текст: непосредственный.

6.2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной
сети «Интернет»

<http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm>, http://www.ph4s.ru/books_mat.html,
<http://www.dmvn.mexmat.net/>.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Грань Т.Н., Холина С.А. Методические рекомендации по проведению лекционных занятий.

2. Грань Т.Н., Холина С.А. Методические рекомендации по проведению лабораторных и практических занятий.

8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows

Microsoft Office

Kaspersky Endpoint Security

Информационные справочные системы:

Система ГАРАНТ
Система «КонсультантПлюс»

Профессиональные базы данных

fgosvo.ru
pravo.gov.ru
www.edu.ru

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные учебной мебелью, доской, демонстрационным оборудованием.
- помещения для самостоятельной работы, укомплектованные учебной мебелью, персональными компьютерами с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду МГОУ;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования, укомплектованные мебелью (шкафы/стеллажи), наборами демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями;
- лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием: комплект учебной мебели, проектор, проекционная доска, персональный компьютер с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду МГОУ.