



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЕиС
И.Ю. Мезин

17.02.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Направление подготовки (специальность)
44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Направленность (профиль/специализация) программы
Математика и информатика

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Прикладной математики и информатики
Курс	1, 2
Семестр	1, 2, 3

Магнитогорск
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (приказ Минобрнауки России от 22.02.2018 г. № 125)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

11.02.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой



С.И. Кадченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС

17.02.2020 г. протокол № 6

Председатель



И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ПМИИ, канд. физ.-мат. наук



Л.В. Смирнова

Рецензент:

директор МОУ СОШ № 33, канд. пед. наук



И.В. Шманева

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Кадченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Кадченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Кадченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Кадченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.И. Кадченко

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ являются формирование способности осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний, формирование профессиональных компетенций, приобретение прочных вычислительных навыков решения задач из всех разделов математического анализа, а также для решения задач из других естественнонаучных курсов учебного плана данного направления.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Математический анализ входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Дисциплина «Математический анализ» относится к блоку Б.1 базовой части комплекса математических и естественнонаучных дисциплин программы 01.03.02 – «Прикладная математика и информатика», и изучается студентами на 1 и 2 курсах (первый, второй и третий семестры).

Дисциплина «Математический анализ» изучается в числе первых дисциплин, относящихся к математическому циклу. Она использует знания и навыки, полученные в рамках школьной программы.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенции:

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

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Физика

Теория вероятностей и математическая статистика

Методы оптимизации

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

Дифференциальные уравнения

Практикум по решению задач с параметрами

Практикум по решению задач повышенной сложности школьного курса математики

Практикум решения олимпиадных задач по математике

Производственная - практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Математический анализ» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-8	Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний
ОПК-8.2	Использует специальные научные знания для повышения эффективности педагогической деятельности
ОПК-8.1	Планирует и проводит научные исследования в области педагогической деятельности

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных единиц 360 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 222 акад. часов;
- аудиторная – 212 акад. часов;
- внеаудиторная – 10 акад. часов
- самостоятельная работа – 66,6 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 71,4 акад. часа

Форма аттестации - экзамен, зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Раздел 1. Общие понятия о функции								
1.1 Тема 1.1. Определение функции. Способы задания функции. Свойства функций: четность, нечетность, периодичность, возрастание, убывание, ограниченность, неограниченность.	1	10		10/6И		Изучение литературы. Решение задач	Собеседование, проверка выполнения домашнего задания.	ОПК-8.1, ОПК-8.2
Итого по разделу		10		10/6И				
2. Раздел 2. Предел функции и ее непрерывность								
2.1 Тема 2.1. Предел функции. Определение предела функции. Единственность предела функции. Свойства пределов функции. Предел монотонной функции. Предел композиции функций. Сравнение функций в окрестности заданной точки. Замечательные пределы. Тема 2.2. Непрерывность. Непрерывность функции. Свойства непрерывных функций. Непрерывность элементарных функций. Односторонние пределы и точки разрыва функции. Классификация точек разрыва. Свойства функций, непрерывных на	1	12		12/6И		Изучение литературы. Решение задач	Собеседование, проверка выполнения домашнего задания.	ОПК-8.2, ОПК-8.1
Итого по разделу		12		12/6И				

3. Раздел 3. Дифференциальное исчисление функций одной							
3.1 Тема 3.1. Производная и дифференциал. Определение производной и дифференциала. Геометрический и физический смысл производной и дифференциала. Правила нахождения производных. Производная обратной и сложной функции. Производные и дифференциалы высших порядков. Тема 3.2. Основные теоремы дифференциального исчисления: Ферма, Ролля, Лагранжа, Коши. Правило Лопиталя. Тема 3.3. Исследование функций. Признаки монотонности функций. Локальные экстремумы функций. Выпуклость и точки перегиба графика функции. Асимптоты. Построение графиков	1	14	14/6И	14,2	Изучение литературы. Решение задач.	Собеседование, проверка выполнения домашнего задания.	ОПК-8.2, ОПК-8.1
Итого по разделу		14		14/6И	14,2		
Итого за семестр		36		36/18И	14,2	экзамен	
4. Раздел 4. Интегральное исчисление функций одной переменной							

4.1. Тема 4.1. Неопределенный интеграл. Первообразная и её свойства. Неопределённый интеграл. Таблица неопределённых интегралов. Замена переменной в неопределённом интеграле. Интегрирование по частям в неопределённом интеграле.							
Тема 4.2. Приёмы и методы интегрирования. Интегрирование рациональных и иррациональных функций. Интегрирование некоторых тригонометрических функций. Интегралы, не берущиеся в элементарных функциях.							
Тема 4.3. Определенный интеграл Римана. Необходимые и достаточные условия интегрируемости функций. Свойства интегрируемых функций.	2	34	34/16И	18,3	Изучение литературы. Решение задач.	Собеседование, проверка выполнения домашнего задания.	ОПК-8.2, ОПК-8.1
Тема 4.4. Основные теоремы интегрального исчисления. Интегральная теорема о среднем. Формула Ньютона-Лейбница. Формулы замены переменной и интегрирование по частям в определенном интеграле.							
Тема 4.5. Применение определенного интеграла. Понятие площади и объема. Вычисление площадей. Площадь фигуры в полярных координатах. Вычисление длины кривой. Площадь поверхности вращения. Объем тел вращения. Физические приложения определенного интеграла.							
Тема 4.6. Несобственные интегралы. Несобственные интегралы							
Итого по разделу		34	34/16И	18,3			
Итого за семестр		34	34/16И	18,3		экзамен	
5. Раздел 5. Функции нескольких переменных							

5.1 Тема 5.1. Предел и непрерывность функций нескольких переменных. Предел функции двух переменных. Непрерывность функции двух переменных. Частные производные. Дифференциал функции двух переменных, его геометрический смысл. Градиент функции. Производная по направлению. Частные производные высших порядков. Криволинейные и двойные интегралы	3	18		18/10И	20	Изучение литературы. Решение задач.	Собеседование, проверка выполнения домашнего задания.	ОПК-8.2, ОПК-8.1
Итого по разделу		18		18/10И	20			
6. Раздел 6. Ряды								
6.1 Тема 6.1. Числовые ряды. Свойства сходящихся рядов. Признаки сходимости положительных рядов. Знакопеременные ряды. Абсолютная и условная сходимость рядов Тема 6.2. Функциональные ряды. Область сходимости. Равномерная сходимость функционального ряда. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости функциональных рядов. Свойства равномерно сходящихся рядов. Степенные ряды и их свойства. Разложение функций в степенные ряды. Приложения функциональных рядов. Тригонометрические ряды Фурье. Тема 6.3. Обыкновенные дифференциальные уравнения.	3	18		18/8И	14,1	Изучение литературы. Решение задач.	Собеседование, проверка выполнения домашнего задания.	ОПК-8.2, ОПК-8.1
Итого по разделу		18		18/8И	14,1			
Итого за семестр		36		36/18И	34,1		зао	
Итого по дисциплине		106		106/52 И	66,6		экзамен, зачет с оценкой	

5 Образовательные технологии

При проведении занятий и организации самостоятельной работы студентов используются:

1. Традиционные образовательные технологии, ориентированные на организацию образовательного процесса и предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

2. Технологии проблемного обучения – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов.

Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения:

Практическое занятие в форме практикума – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

3. Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата.

Формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий: Лекция «обратной связи» – лекция–провокация (изложение материала с заранее запланированными ошибками), лекция-беседа.

4. Информационно-коммуникационные образовательные технологии – организация образовательного процесса, основанная на применении программных сред и технических средств работы с информацией по теме научно-исследовательской работы студента.

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией и видеоматериалов

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Гурьянова К. Н., Алексеева У. А., Бояршинов В. В. Математический анализ: учеб. Пособие.-Урал. федер. ун-т. - Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 330 с. (http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/28697/1/978-5-7996-1340-2_2014.pdf)

2. Дубровин В.Т. Лекции по математическому анализу: учебное пособие. – 3-е изд., перераб. и доп. / В.Т. Дубровин. – Казань: Казан. ун-т, 2012. Ч.I. – 180 с.: илл. (<https://kpfu.ru/docs/F471329804/kniga1.pdf>)

3. Шершнева, В. Г. Математический анализ : учеб. пособие. — М. : ИНФРА-М, 2019. — 288 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-005488-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1008011> (дата обращения: 28.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

4. Кудрявцев, Л. Д. Краткий курс математического анализа. Т. 1. Дифференциальное и интегральное исчисления функций одной переменной. Ряды: Учебник / Кудрявцев Л.Д., - 4-е изд. - Москва :ФИЗМАТЛИТ, 2015. - 444 с.: ISBN 978-5-9221-1585-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/854332> (дата обращения: 28.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

б) Дополнительная литература:

1. Никитин А.А., Фомичев В. В. Математический анализ: углубленный курс 2-е изд., испр. и доп. учебник и практикум для академического бакалавриата.-Москва-Юрайт., 2019 (<https://urait.ru/viewer/matematicheskiy-analiz-uglublennyy-kurs-432899#page/1>)

2. Корчагина, Е. В. Математический анализ : учебное пособие / Е. В. Корчагина, Н. А. Андреева. - Воронеж : Воронежский институт ФЦИН России, 2019. - 187 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1086245> (дата обращения: 28.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

в) Методические указания:

1.Дубровский В.В., Извеков Ю.А.,Родчиков А.А. Введение в математический анализ: учебно-методический комплекс [Самостоятельное ЭИ] № рег. свид. 31500 21.05.2013 N гос.рег. 0321302202.-0,9Мб

2.Бондаренко Т.А, Дубровский В.В, Каменева Г.А, Родчиков А.А. Ряды и их приложения[Самостоятельное ЭИ] рег. свид. №32701 06.08.2013 N гос.рег. 0321302202.-0,65Мб

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
GIMP	свободно распространяемое	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Доска, мультимедийный проектор, экран.

Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Персональные компьютеры с пакетом MS Office, вы-ходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Комплекс тестовых заданий для проведения рубежного и промежуточного контроля.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Наименование разделов	Тема дисциплины	Вид самостоятельной работы	Кол-во часов	Формы контроля
Раздел 1. Общие понятия о функции	Функции. Способы задания функций. Виды отображений. График функции. Обратная функция. Композиция отображений.	Подготовка к практическому занятию Письменный экспресс-опрос Решение задач ИДЗ	2	Проверка выполнения домашнего задания Опрос. Проверка конспектов. Опрос.
	Итого по разделу		2	Зачет
Раздел 2. Предел функции и ее непрерывность	Предел функции. Определение предела функции. Единственность предела функции. Свойства пределов функции. Предел монотонной функции. Предел композиции функций. Сравнение функций в окрестности заданной точки. Замечательные пределы.	Подготовка к практическому занятию Решение задач ИДЗ	4	Проверка выполнения индивидуального домашнего задания.
	Непрерывность. Непрерывность функции. Свойства непрерывных функций. Непрерывность элементарных функций. Односторонние пределы и точки разрыва функции. Классификация точек разрыва. Свойства функций, непрерывных на отрезке.	Подготовка к контрольной работе	4	Проверка выполнения домашнего задания

	Контрольная работа			Проверка контрольной работы, анализ
	Итого по разделу		8	Зачет
Раздел 3. Дифференциальное исчисление функций одной переменной	Производная и дифференциал. Определение производной и дифференциала. Геометрический, физический и экономический смысл производной и дифференциала. Свойства производных, связанных с арифметическими действиями. Производная обратной и сложной функции. Производные и дифференциалы высших порядков.	Подготовка к практическому занятию Решение задач ИДЗ	2	Проверка выполнения домашнего задания
	Основные теоремы дифференциального исчисления Дифференциальные теоремы о среднем: Ферма, Ролля, Лагранжа, Коши. Правило Лопиталя.	Решение задач. Проработка конспекта лекции	2	Выполнение интернет-теста в домашних условиях
	Исследование функций. Признаки монотонности функций. Локальные экстремумы функций. Выпуклость и точки перегиба функций. Асимптоты. Построение графиков функций.	Решение задач Проработка конспекта лекции	2,2	Проверка выполнения домашнего задания
	Итого по разделу		6,2	зачет
	Итого за 1-й семестр		14,2	

Раздел 4. Интегральное исчисление функций одной переменной	Неопределенный интеграл. Первообразная и её свойства. Неопределённый интеграл. Таблица неопределённых интегралов. Замена переменной в неопределённом интеграле. Формула интегрирования по частям.	Решение задач Проработка конспекта лекции	2	Опрос. Проверка конспектов.
	Приёмы и методы интегрирования. Интегрирование рациональных и иррациональных функций. Интегрирование некоторых тригонометрических функций. Интегралы, не берущиеся в элементарных функциях.	Подготовка к практическому занятию Решение задач ИДЗ	2	Проверка выполнения домашнего задания. Тест.
	Определенный интеграл Римана. Необходимые и достаточные условия интегрируемости функций. Свойства интегрируемых функций.	Решение задач Проработка конспекта лекции	2	Выполнение интернет-теста в домашних условиях
	Основные теоремы интегрального исчисления. Интегральная теорема о среднем. Связь между определенным и неопределенным интегралом. Формула Ньютона-Лейбница. Формулы замены переменной и интегрирование по частям в определенном интеграле.	Решение задач Проработка конспекта лекции	2	Опрос. Проверка конспектов. Проверка выполнения домашнего задания
	Применение определенного интеграла. Понятие площади и объема. Вычисление площадей. Площадь фигуры в полярных координатах. Вычисление длины кривой. Площадь поверхности вращения. Объем тел вращения. Физические приложения определенного интеграла.	Решение задач Проработка конспекта лекции	4	Проверка выполнения домашнего задания

	Несобственные интегралы. Несобственные интегралы первого рода. Несобственные интегралы второго рода.	Подготовка к практическому занятию	2,3	Тест. Проверка тезисов докладов. Проверка выполнения домашнего задания
	Итого по разделу		14,3	Зачет
Раздел 5. Функции нескольких переменных	Предел и непрерывность функций нескольких переменных. Предел функции двух переменных. Непрерывность функции двух переменных. Частные производные. Дифференциал функции двух переменных, его геометрический смысл. Градиент функции. Производная по направлению. Частные производные высших порядков. Криволинейные и двойные интегралы.	Подготовка к практическому занятию	18,3	Проверка выполнения домашнего задания
	Числовые ряды. Свойства сходящихся рядов. Признаки сходимости положительных рядов. Знакопеременные ряды. Абсолютная и условная сходимость рядов Функциональные ряды. Область сходимости. Равномерная сходимость функционального ряда. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости функциональных рядов. Свойства равномерно сходящихся рядов. Степенные ряды и их свойства. Разложение функций в степенные ряды. Приложения функциональных рядов	Подготовка к практическому занятию	16	Проверка выполнения домашнего задания

Раздел 6. Ряды	Итого по разделу (3-й семестр)		34,1	
	Итого по дисциплине		66,6	

Перечень практических заданий для подготовки
к экзамену в 1-м семестре

I. ПРЕДЕЛЫ

Задание 1. Найти предел числовой последовательности:

$$1. \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(3-n)^2 - (3+n)^2}{(4-n)^2 + (4+n)^2}$$

$$2. \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(3-n)^3 - (3+n)^3}{(4-n)^3 + (4+n)^3}$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(4-n)^2 - (4+n)^2}{(5-n)^2 + (5+n)^2}$$

$$4. \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(3-n)^3 - (3+n)^3}{(4-3n)^3 + (4+3n)^3}$$

$$5. \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(3-2n)^2 - (3+2n)^2}{(4-n)^2 + (4+n)^2}$$

Задание 2. Найти предел функции:

$$1. \lim_{x \rightarrow -1} \frac{(x^3 - 2x - 1)(x + 1)}{x^4 + 4x^2 - 5}$$

$$2. \lim_{x \rightarrow -1} \frac{(x^2 + 3x + 2)^2}{x^3 + 2x^2 - x - 2}$$

$$3. \lim_{x \rightarrow -1} \frac{(x^3 - 3x - 2)}{x + x^2}$$

$$4. \lim_{x \rightarrow -1} \frac{(2x^2 + x - 1)^2}{x^3 + 2x^2 - x - 2}$$

$$5. \lim_{x \rightarrow -3} \frac{(x^2 + 2x - 3)^2}{x^3 + 4x^2 + 3x}$$

Задание 3. Найти предел функции:

$$1. \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\ln(1 + \sin x)}{\sin 4x}$$

$$2. \lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos 10x}{e^{x^2} - 1}$$

$$3. \lim_{x \rightarrow 0} \frac{3x^2 - 5x}{\sin 3x}$$

$$4. \lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos 2x}{\cos 7x - \cos 3x}$$

$$5. \lim_{x \rightarrow 0} \frac{4x}{\operatorname{tg}(\pi(1 + x))}$$

II. ПРОИЗВОДНАЯ

Задание 4. Найти производную функции:

$$1. y = (x^3 + 4)/x^2$$

$$2. y = (x^2 - x + 1)/(x - 1)$$

$$3. y = 2/(x^2 + 2x)$$

$$4. y = 4x^2/(3 + x^2)$$

$$5. y = 12x/(x^2 + 9)$$

Задание 5. Найти производную функции :

$$1. y = \frac{2(3x^3 + 4x^2 - x - 2)}{15\sqrt{1 + x}}$$

$$2. y = \frac{(2x^2 - 1)\sqrt{1 + x^2}}{3x^3}$$

$$3. y = \frac{x^4 - 8x^2}{2(x^2 - 4)}$$

$$4. y = \frac{2x^2 - x - 1}{3\sqrt{2 + 4x}}$$

$$5. y = \frac{(1 + x^8)\sqrt{1 + x^8}}{12x^{12}}$$

Задание 6. Составить уравнения касательной и нормали к графику функции в точке с абсциссой x_0 :

$$1. y = (4x - x^2)/4, \quad x_0 = 2$$

$$2. y = 2x^2 + 3x - 1, \quad x_0 = -2$$

$$3. y = x - x^3 \quad x_0 = -1$$

$$4. y = x^2 + 8\sqrt{x} - 32, \quad x_0 = 4$$

5. $y = x + \sqrt{x^3}$, $x_0 = 1$

Задание 7. Вычислить приближенно значение функции в точке x с помощью дифференциала функции:

1. $y = \sqrt[3]{x}$, $x = 7,76$

2. $y = \sqrt[3]{x^3 + 7x}$, $x = 1,012$

3. $y = (x + \sqrt{5 - x^2})/2$, $x = 0,98$

4. $y = \sqrt[3]{x^2 + 2x + 5}$, $x = 0,97$

5. $y = x^{11}$, $x = 1,021$

Задание 8. Найти наибольшее и наименьшее значения функции на заданном отрезке:

1. $y = 4x^2 + 1$, $[-2;3]$

2. $y = x^3 + 3x$, $[-4;2]$

3. $y = (x + 2)^2$, $[-1;4]$

4. $y = \sqrt[3]{x^2 + 2x + 5}$, $[0;2]$

5. $y = x^{11}$, $[-1;2]$

Задание 9. Построить график функции с помощью производной функции первого порядка :

1. $y = 2x^3 - 9x^2 + 12x - 9$

2. $y = 3x - x^3$

3. $y = x^2(x - 2)^2$

4. $y = (x^3 - 9x^2)/4 + 6x - 9$

5. $y = 2 - 3x^2 - x^3$

Задание 10. Найти производную третьего порядка функции:

1. $y = \lg(5x + 2)$

2. $y = 4^{3x+2}$

3. $y = \sqrt{x}$

4. $y = 7^{5x+2}$

5. $y = 4/x$

Перечень практических заданий для подготовки

к экзамену во 2-м семестре

III. ИНТЕГРАЛЫ

Задание № 11. Найти неопределенный интеграл

1. $\int (x + 3x^3 - 2)dx$

$\int (3x + 3x^{12} - 13x^{31})dx$

2.

$\int (2x + 2x^6 - 5)dx$

$\int (23x + 3x^7 - 2x^3)dx$

3.

4.

$$\int (x + 3x^5 - 2x^7) dx$$

5.

Задание № 12. Найти неопределенный интеграл

1. $\int (x + 3) \sin 2x dx$

2. $\int (x + 3) e^{4x} dx$

3. $\int (5x + 8) \sin 9x dx$

4. $\int (4x - 9) \sin 6x dx$

5. $\int (x + 3) e^{4x} dx$

Задание № 13. Найти неопределенный интеграл

1. $\int \frac{2x^3 + 3x^2 - 4x + 5}{x + 3} dx$

2. $\int \frac{x^3 + 6x^2 - 4x + 5}{x + 1} dx$

3. $\int \frac{2x^3 + 3x^2 - 4x - 3}{x + 5} dx$

4. $\int \frac{7x^3 + 3x^2 - 4x + 8}{x - 4} dx$

5. $\int \frac{2x^3 + 8x^2 - 4x + 4}{x - 8} dx$

Задание № 14. Найти площадь фигуры, ограниченной линиями:

1. $y = (x - 2)^3$; $y = 4x - 8$

2. $y = (x - 2)^2$; $x = 4$; $y = 0$

3. $y = (x - 2)^2$; $y = 4x + 4$; $y = 0$

4. $y = (x + 3)^2$; $y = -x + 9$; $y = 0$

5. $y = (x - 4)^2$; $x = 0$; $y = 0$

Задание № 15. Вычислить объем тела, полученного от вращения вокруг оси OX плоской фигуры, ограниченной линиями:

1. $y = (x - 5)^2$; $x = 0$; $y = 0$

2. $y = (x - 1)^3$; $x = 0$; $y = 0$

$$3. \quad y=(x-2)^2; \quad y=4x+4; y=0$$

$$4. \quad y=(x-2)^3; \quad y=4x-8$$

$$5. \quad y=(x-5)^3; \quad y=125(x-1); y=0$$

$$6. \quad y=(x+6)^3; \quad x=0; y=0$$

Задание № 16. Вычислить длину дуги кривой, заданной в полярных координатах:

$$1. \quad \rho=3e^{3\varphi/4}, -\pi/2 \leq \varphi \leq \pi/2$$

$$2. \quad \rho=2e^{4\varphi/3}, -\pi/2 \leq \varphi \leq \pi/2$$

$$3. \quad \rho=5e^\varphi, -\pi/2 \leq \varphi \leq \pi/2$$

$$4. \quad \rho=5e^{5\varphi/12}, -\pi/2 \leq \varphi \leq \pi/2$$

$$5. \quad \rho=6e^{12\varphi/5}, -\pi/2 \leq \varphi \leq \pi/2$$

$$6. \quad \rho=3e^{3\varphi/4}, 0 \leq \varphi \leq \pi/3$$

$$7. \quad \rho=4e^{4\varphi/3}, 0 \leq \varphi \leq \pi/3$$

$$8. \quad \rho=7e^\varphi, 0 \leq \varphi \leq \pi/3$$

$$9. \quad \rho=5e^{5\varphi/12}, 0 \leq \varphi \leq \pi/3$$

$$10. \quad \rho=12e^{12\varphi/5}, 0 \leq \varphi \leq \pi/3$$

Задание № 17. Вычислить несобственный интеграл или доказать его расходимость

$$1. \quad \int_1^{+\infty} \frac{dx}{4+x^2}$$

$$2. \quad \int_{-2}^{-1} \frac{2dx}{\sqrt{x^2-6x-7}}$$

$$3. \quad \int_3^{+\infty} \frac{dx}{4-x^2}$$

$$4. \quad \int_4^5 \frac{(x+2)dx}{\sqrt{x^2-3x-4}}$$

$$5. \quad \int_1^{+\infty} \frac{dx}{4+x}$$

Перечень практических заданий для подготовки

к зачету в 3-м семестре

V. РЯДЫ

Задание № 24. Исследовать на сходимость ряд

1.
$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2n^2 + 3n + 5}{n^5 + 3n^3 + 6n^2 + 7}$$

2.
$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{6n^3 + 3n + 5}{n^4 + 7n^3 + 6n^2 + 7}$$

3.
$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2n^2 + 3n + 5}{n^5 + 3n^3 + 6n^2 + 7}$$

4.
$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2n^2 + 3n + 5}{n^5 + 3n^3 + 6n^2 + 7}$$

5.
$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2n^2 + 3n + 5}{n^5 + 3n^3 + 6n^2 + 7}$$

Задание № 25. Исследовать на сходимость ряд

1.
$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2^{n+1}}{n!}$$

2.
$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(3 + 2n)^n}{(2 + n)^{n+2}}$$

3.
$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(5 + 2n)^n}{(2 + n)^n}$$

4.
$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2^{n+1}}{n!}$$

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

В качестве промежуточной аттестации по дисциплине «Математический анализ» студенты сдают в 1-м, 2-м экзамены. В 3-м семестре - зачет с оценкой

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ОПК-8: способность осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний		
ОПК-8.1	Планирует и проводит научные исследования в области педагогической деятельности	Для осуществления научных исследований в области педагогической деятельности студент должен знать ответы на теоретические вопросы выводимые на экзамены. Примерный перечень вопросов к экзамену во 1-м семестре 1. Действительные числа. 2. Способы задания и простейшие свойства функции. 3. Числовая последовательность. Монотонные последовательности. Предел последовательности. 4. Теорема о единственности предела последовательности. 5. Бесконечно малые и бесконечно большие последовательности. Классификация бесконечно малых последовательностей. Свойства бесконечно малых последовательностей. 6. Критерий существования предела последовательности на языке бесконечно малых. 7. Теорема о пределе суммы, разности, произведения и частного последовательностей. 8. Теорема о пределе промежуточной последовательности. Принцип стягивающихся сегментов. Предел функции в точке. 9. Геометрическая интерпретация предела функции. Правила нахождения пределов функций. Теорема о пределе промежуточной функции. 10. Первый замечательный предел. Односторонние и бесконечно большие пределы функции. 11. Предел сложной функции. Число "e" и связанные с ним пределы. 12. Определения непрерывности функции в точке. Свойства непрерывных функций в точке. Классификация точек разрыва функции и их геометрическая интерпретация. 13. Теорема о непрерывности суммы, разности,

		произведения и частного непрерывных функций. 14. Первая теорема Вейерштрасса. 15. Вторая теорема Вейерштрасса. Первая теорема Больцано-Коши. 16. Вторая теорема Больцано-Коши. 17. Необходимое и достаточное условие дифференцируемости функции. 18. Физический и геометрический смысл производной. Дифференциал функции, его геометрический смысл и приближенные вычисления с помощью дифференциала. 19. Непрерывность дифференцируемой функции. 20. Производная суммы и разности функций. 21. Производная произведения функций. Производная частного двух функций. Производная сложной функции. 22. Производная обратной функции. Производная параметрически заданной функции. 23. Производная показательной функции. Производная логарифмической функции. Производная степенной функции. 24. Производные тригонометрических функций. Производные обратных тригонометрических функций. 25. Теорема Ролля. 26. Теорема Лагранжа. 27. Вычисление угла между двумя кривыми. Условие постоянства функции в интервале. Условие монотонности функции в интервале. 28. Экстремумы функции и их нахождение. Наибольшее и наименьшее значения функции на отрезке. 29. Теорема Коши. Правило Лопиталя. Производные высших порядков и их приложения. 30. Многочлен Тейлора и его свойства. Формула Тейлора. 31. Формулы Тейлора для функций $y=e^x$, $y=\sin x$, $y=\cos x$, $y=\ln(1+x)$ Примерный перечень вопросов к экзамену во 2-м семестре 1. Первообразная и ее свойства. Неопределенный интеграл и его свойства. 2. Таблица основных неопределенных интегралов. 3. Интегрирование по частям и заменой переменной в неопределенном интеграле. 4. Типовые интегралы. 5. Схема интегрирования рациональных функций. 6. Интегрирование простейших иррациональных функций. 7. Интегрирование тригонометрических функций. 8. Задачи, приводящие к понятию определенного интеграла.
--	--	--

		9. Аддитивная функция промежутка. Плотность. Суммы Дарбу и Римана. Интеграл Римана. Условия интегрируемости. 10. Свойства определенного интеграла. 11. Теорема о среднем значении. Определенный интеграл с переменным верхним пределом. 12. Формула Ньютона-Лейбница. 13. Приближенные вычисления определенного интеграла. 14. Интегрирование по частям и заменой переменной в определенном интеграле. 15. Вычисление площадей плоских фигур. 16. Вычисление объема тела вращения. 17. Вычисление длины дуги. 18. Вычисление момента инерции стержня. 19. Вычисление момента инерции кольца. 20. Вычисление работы переменной силы. 21. Несобственные интегралы. Примерный перечень вопросов к зачету с оценкой в 3-м семестре 1. Типы окрестностей точек и множеств на плоскости и в пространстве. 2. Предел и непрерывность функции нескольких переменных. 3. Свойства функций нескольких переменных непрерывных на замкнутом множестве. 4. Частные производные функции нескольких переменных. 5. Производная функции нескольких переменных по направлению. 6. Градиент функции нескольких переменных и его свойства. 7. Производная сложной функции нескольких переменных. 8. Производные высших порядков ФНП 9. Экстремумы функции нескольких переменных. 10. Задачи, приводящие к понятию криволинейного интеграла I рода. 11. Свойства и вычисление криволинейного интеграла I рода. 12. Задачи, приводящие к понятию криволинейного интеграла II рода. 13. Свойства и вычисление криволинейного интеграла II рода. 14. Задачи, приводящие к понятию двойного интеграла. 15. Свойства и вычисление двойного интеграла. 16. Приложения двойного интеграла. 17. Формула Грина 18. Лемма и теорема о независимости криволинейного интеграла 2-го рода от формы пути интегрирования
--	--	--

		19. Тройной интеграл, его свойства и вычисление. 20. Поверхностные интегралы. 21. Общие понятия о числовом ряде. 22. Гармонический ряд. Необходимое условие сходимости ряда. 23. Свойства сходящихся рядов. 24. Достаточное условие сходимости положительных рядов. 25. Признаки сравнения положительных рядов. 26. Признак Даламбера. 27. Признак Коши. 28. Интегральный признак Меклорена-Коши. 29. Признак Лейбница. 30. Теорема об абсолютно сходящемся ряде 31. Общие понятия о функциональном ряде. 32. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости функциональных рядов. 33. Свойства равномерно сходящихся рядов. 34. Теорема Абеля. 35. Интервал и радиус сходимости степенного ряда. 36. Свойства степенных рядов. 37. Ряд Тейлора. 38. Разложение элементарных функций в ряд Маклорена. 39. Приложения рядов Маклорена
ОПК-8.2	Использует специальные научные знания для повышения эффективности педагогической деятельности	Студент должен уметь применять основные понятия, их свойства, формулы и теоремы при решении простых примеров и задач, применять основные понятия, их свойства, формулы и теоремы при решении примеров и задач средней сложности, входящие в школьный курс математики и используемые в других изучаемых предметах. Студент должен владеть навыками правильного выбора свойств, формул и теорем для решения простых задач и задач средней сложности Перечень практических заданий для подготовки к экзамену в 1-м семестре I. ПРЕДЕЛЫ Задание 1. Найти предел числовой последовательности: $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{(3-n)^2 - (3+n)^2}{(4-n)^2 + (4+n)^2}$ Задание 2. Найти предел функции: $\lim_{x \rightarrow -1} \frac{(x^3 - 2x - 1)(x + 1)}{x^4 + 4x^2 - 5}$ Задание 3. Найти предел функции: $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\ln(1 + \sin x)}{\sin 4x}$ II. ПРОИЗВОДНАЯ Задание 4. Найти производную функции: $y = (x^3 + 4) / x^2$

	Задание 5. Найти производную функции : $y = \frac{2(3x^3 + 4x^2 - x - 2)}{15\sqrt{1+x}}$ Задание 6. Составить уравнения касательной и нормали к графику функции в точке с абсциссой x_0: 1. $y = (4x - x^2)/4, \quad x_0 = 2$ Задание 7. Вычислить приближенно значение функции в точке x с помощью дифференциала функции: 1. $y = \sqrt[3]{x}, \quad x = 7,76$ Задание 8. Найти наибольшее и наименьшее значения функции на заданном отрезке: 1. $y = 4x^2 + 1, \quad [-2; 3]$ Задание 9. Построить график функции с помощью производной функции первого порядка : 1. $y = 2x^3 - 9x^2 + 12x - 9$ Задание 10. Найти производную третьего порядка функции: 1. $y = \lg(5x + 2)$ Перечень практических заданий для подготовки к экзамену во 2-м семестре III. ИНТЕГРАЛЫ Задание № 11. Найти неопределенный интеграл $\int (x + 3x^3 - 2)dx$ Задание № 12. Найти неопределенный интеграл 1. $\int (x + 3)e^{4x} dx$ Задание № 13. Найти неопределенный интеграл 5. $\int \frac{2x^3 + 8x^2 - 4x + 4}{x - 8} dx$ Задание № 14. Найти площадь фигуры, ограниченной линиями: 1 $y = (x-2)^3; \quad y = 4x - 8$ Задание № 15. Вычислить объем тела, полученного от вращения вокруг оси OX плоской фигуры, ограниченной линиями: 1 $y = (x-5)^2; \quad x = 0; \quad y = 0$ Задание № 16. Вычислить длину дуги кривой, заданной в полярных координатах: $\rho = 3e^{3\varphi/4}, \quad -\pi/2 \leq \varphi \leq \pi/2$ Задание № 17. Вычислить несобственный интеграл или доказать его расходимость 1. $\int_1^{+\infty} \frac{dx}{4 + x^2}$ Перечень практических заданий для подготовки к зачету в 3-м семестре V. РЯДЫ Задание № 24. Исследовать на сходимость ряд
--	---

		1. $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{6n^2 + 2n + 5}{7n^5 + 3n^3 + 6n^2 + 7}$ Задание № 25. Исследовать на сходимость ряд 1. $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2^{n+1}}{n!}$ Определить способ решения задач и применить его: 1. Найти предел функции: $\lim_{x \rightarrow -1} \frac{(x^3 - 2x - 1)(x + 1)}{x^4 + 4x^2 - 5}$ 2. Найти производную функции : $y = \frac{2(3x^3 + 4x^2 - x - 2)}{15\sqrt{1+x}}$ 3. Составить уравнения касательной и нормали к графику функции в точке с абсциссой x_0: $y = (4x - x^2)/4, \quad x_0 = 2$ 4. Найти неопределенный интеграл 1. $\int (x + 3)e^{4x} dx$ 5. Исследовать на сходимость ряд 1. $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2n^2 + 3n + 5}{n^5 + 3n^3 + 6n^2 + 7}$
--	--	--

Показатели и критерии оценивания экзамена:

Критериями успешного освоения программы курса являются:

- умение интерпретировать понятия и утверждения, применять к решению задач изученную теорию;
- усвоение методов и приемов решения основных задач дисциплины;
- приобретение навыков работы с наиболее часто встречающимися объектами математического анализа.
- знание основных теоретических положений, формулировок и доказательств ряда теорем.

Показатели и критерии оценивания знаний студента по дисциплине на экзамене :

– на оценку «**отлично**» – студент должен показать высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку «**хорошо**» – студент должен показать знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку «**удовлетворительно**» – студент должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** – студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Показатели и критерии оценивания при зачете с оценкой:

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

– на оценку **«отлично»** – студент должен показать высокий уровень знаний и интеллектуальные навыки решения задач, нахождения уникальных ответов в решаемых задачах;

– на оценку **«хорошо»** – студент должен показать знания и интеллектуальные навыки решения задач;

– на оценку **«удовлетворительно»** – студент должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** – студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Примерный перечень вопросов к экзамену в 1-м семестре

1. Действительные числа.
2. Способы задания и простейшие свойства функции.
3. Числовая последовательность. Монотонные последовательности. Предел последовательности.
4. Теорема о единственности предела последовательности.
5. Бесконечно малые и бесконечно большие последовательности. Классификация бесконечно малых последовательностей. Свойства бесконечно малых последовательностей.
6. Критерий существования предела последовательности на языке бесконечно малых.
7. Теорема о пределе суммы, разности, произведения и частного последовательностей.
8. Теорема о пределе промежуточной последовательности. Принцип стягивающихся сегментов. Предел функции в точке.
9. Геометрическая интерпретация предела функции. Правила нахождения пределов функций. Теорема о пределе промежуточной функции.
10. Первый замечательный предел. Односторонние и бесконечно большие пределы функции.
11. Предел сложной функции. Число "ε" и связанные с ним пределы.
12. Определения непрерывности функции в точке. Свойства непрерывных функций в точке. Классификация точек разрыва функции и их геометрическая интерпретация.

13. Теорема о непрерывности суммы, разности, произведения и частного непрерывных функций.
14. Первая теорема Вейерштрасса.
15. Вторая теорема Вейерштрасса.
Первая теорема Больцано-Коши.
16. Вторая теорема Больцано-Коши.
17. Необходимое и достаточное условие дифференцируемости функции.
18. Физический и геометрический смысл производной. Дифференциал функции, его геометрический смысл и приближенные вычисления с помощью дифференциала.
19. Непрерывность дифференцируемой функции.
20. Производная суммы и разности функций.
21. Производная произведения функций. Производная частного двух функций. Производная сложной функции.
22. Производная обратной функции. Производная параметрически заданной функции.
23. Производная показательной функции. Производная логарифмической функции. Производная степенной функции.
24. Производные тригонометрических функций. Производные обратных тригонометрических функций.
25. Теорема Ролля.
26. Теорема Лагранжа.
27. Вычисление угла между двумя кривыми. Условие постоянства функции в интервале. Условие монотонности функции в интервале.
28. Экстремумы функции и их нахождение. Наибольшее и наименьшее значения функции на отрезке.
29. Теорема Коши. Правило Лопиталья. Производные высших порядков и их приложения.
30. Многочлен Тейлора и его свойства. Формула Тейлора.
31. Формулы Тейлора для функций $y=e^x$, $y=\sin x$, $y=\cos x$, $y=\ln(1+x)$

Примерный перечень вопросов к экзамену во 2-м семестре

1. Первообразная и ее свойства. Неопределенный интеграл и его свойства.
2. Таблица основных неопределенных интегралов.
3. Интегрирование по частям и заменой переменной в неопределенном интеграле.
4. Типовые интегралы.
5. Схема интегрирования рациональных функций.
6. Интегрирование простейших иррациональных функций.
7. Интегрирование тригонометрических функций.
8. Задачи, приводящие к понятию определенного интеграла.
9. Аддитивная функция промежутка. Плотность. Суммы Дарбу и Римана. Интеграл Римана. Условия интегрируемости.
10. Свойства определенного интеграла.

11. Теорема о среднем значении. Определенный интеграл с переменным верхним пределом.
12. Формула Ньютона-Лейбница.
13. Приближенные вычисления определенного интеграла.
14. Интегрирование по частям и заменой переменной в определенном интеграле.
15. Вычисление площадей плоских фигур.
16. Вычисление объема тела вращения.
17. Вычисление длины дуги.
18. Вычисление момента инерции стержня.
19. Вычисление момента инерции кольца.
20. Вычисление работы переменной силы.
21. Несобственные интегралы.

Примерный перечень вопросов к зачету с оценкой в 3-м семестре

1. Типы точек и множеств на плоскости и в пространстве.
2. Предел и непрерывность функции нескольких переменных.
3. Свойства функций нескольких переменных непрерывных на замкнутом множестве.
4. Частные производные функции нескольких переменных.
5. Производная функции нескольких переменных по направлению.
6. Градиент функции нескольких переменных и его свойства.
7. Производная сложной функции нескольких переменных.
8. Производные высших порядков ФНП
9. Экстремумы функции нескольких переменных.
10. Задачи, приводящие к понятию криволинейного интеграла I рода.
11. Свойства и вычисление криволинейного интеграла I рода.
12. Задачи, приводящие к понятию криволинейного интеграла II рода.
13. Свойства и вычисление криволинейного интеграла II рода.
14. Задачи, приводящие к понятию двойного интеграла.
15. Свойства и вычисление двойного интеграла.
16. Приложения двойного интеграла.
17. Формула Грина
18. Лемма и теорема о независимости криволинейного интеграла 2-го рода от формы пути интегрирования
19. Тройной интеграл, его свойства и вычисление.
20. Поверхностные интегралы.
21. Общие понятия о числовом ряде.
22. Гармонический ряд. Необходимое условие сходимости ряда.
23. Свойства сходящихся рядов.
24. Достаточное условие сходимости положительных рядов.
25. Признаки сравнения положительных рядов.
26. Признак Даламбера.
27. Признак Коши.
28. Интегральный признак Маклорена-Коши.
29. Признак Лейбница.
30. Теорема об абсолютно сходящемся ряде

31. Общие понятия о функциональном ряде.
32. Признак Вейерштрасса равномерной сходимости функциональных рядов.
33. Свойства равномерно сходящихся рядов.
34. Теорема Абеля.
35. Интервал и радиус сходимости степенного ряда.
36. Свойства степенных рядов.
37. Ряд Тейлора.
38. Разложение элементарных функций в ряд Маклорена.
39. Приложения рядов Маклорена