

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Арзамасский филиал

Факультет естественных и математических наук

УТВЕРЖДЕНО
решением президиума
ученого совета ННГУ
(протокол от 14.12.2021 г. №4)

Рабочая программа дисциплины

Математический анализ

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

Бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

38.03.01 Экономика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Экономика и финансы организаций (предприятий)

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

бакалавр

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

очная, очно-заочная

(очная / очно-заочная / заочная)

Арзамас
2022 год

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.11 «Математический анализ» к обязательной части, образовательной программы направления подготовки 38.03.01 Экономика, профиль Экономика и финансы организаций (предприятий).

Дисциплина предназначена для освоения студентами очной формы обучения на первом курсе в 1 и 2 семестрах, очно-заочной формы обучения на первом курсе в 1 и 2 семестрах.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине (дескрипторы компетенции)	
УК - 1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Четко описывает состав и структуру требуемых данных и информации, грамотно реализует процессы их сбора, обработки и интерпретации	<i>Знать</i> состав и структуру математической информации, необходимой для решения поставленных в ходе исследования задач <i>Уметь</i> реализовать алгоритм сбора и обработки информации, необходимой для решения поставленных в ходе исследования задач <i>Владеть</i> навыками интерпретации информации, необходимой для решения поставленных задач	<i>Вопросы для устного опроса, коллоквиум</i> <i>Тест</i> <i>Контрольная работа</i>
	УК-1.2. Грамотно, логично, аргументировано формирует собственные суждения и оценки	<i>Знать</i> экономическую сущность математической информации, необходимой для формулировки выводов по результатам исследования <i>Уметь</i> выполнить анализ и синтез информации в ходе исследования <i>Владеть</i> навыком грамотно, логично и аргументировано сформулировать выводы по результатам математических вычислений	<i>Вопросы для устного опроса, коллоквиум</i> <i>Тест</i> <i>Контрольная работа</i>
	УК-1.3. Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности	<i>Знать</i> формы и методы научного познания и анализа информации в ходе исследования <i>Уметь</i> на основе критического анализа и синтеза математической информации отличить факты от мнений, интерпретаций, оценок <i>Владеть</i> навыками анализа и логического мышления в ходе решения поставленных задач	<i>Вопросы для устного опроса, коллоквиум</i> <i>Тест</i> <i>Контрольная работа</i>
	УК-1.4. Аргументированно и логично представляет свою точку зрения посредством и на основе системного описания	<i>Знать</i> основы аргументированного ведения полемики на основе современных знаний в исследуемой области <i>Уметь</i> аргументированно и логично на основе статистических данных представить свою точку зрения, применять принципы и методы системного подхода	<i>Вопросы для устного опроса, коллоквиум</i> <i>Тест</i> <i>Контрольная работа</i>

		для решения поставленных задач <i>Владеть</i> навыками аргументации, ведения дискуссии и полемики в ходе исследования	
ОПК-5 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении профессиональных задач.	ОПК-5.1. Осуществляет выбор инструментальных и программных средств для решения профессиональных задач	<i>Знать</i> инструментальные и программные средства для решения профессиональных задач на основе основных методов линейной алгебры <i>Уметь</i> применять современные информационные технологии и программные средства для решения профессиональных задач и задач линейной алгебры <i>Владеть</i> навыками обоснованного выбора необходимых инструментальных и программных средств для решения профессиональных задач	<i>Вопросы для устного опроса, коллоквиум</i> <i>Тест</i> <i>Контрольная работа</i>
	ОПК-5.2. Использует современные информационные технологии и программные средства для решения профессиональных задач	<i>Знать</i> : состав и содержание современных информационных технологий, используемых для решения профессиональных задач. <i>Уметь</i> : использовать средства информационных технологий в профессиональной сфере. <i>Владеть</i> : профессиональными навыками работы с программными средствами для решения профессиональных задач.	<i>Вопросы для устного опроса, коллоквиум</i> <i>Тест</i> <i>Контрольная работа</i>

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Структура дисциплины

Трудоемкость	очная форма обучения	очно-заочная форма обучения	заочная форма обучения
Общая трудоемкость	8 з.е.	8 з.е.	
часов по учебному плану, из них	288		
– занятия лекционного типа	68	12	
– занятия семинарского типа	68	18	
контроль самостоятельной работы	4	4	
Промежуточная аттестация экзамен	72	72	
Самостоятельная работа	76	182	

3.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов (Р) или тем (Т) дисциплины (модуля), Форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы, из них										Самостоятельная работа обучающегося, часы, в период					
				Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (в т.ч. текущий контроль успеваемости)					Контроль самостоятельной работы	промежуточной аттестации (контроля)			теоретического обучения					
					семинары, практические занятия		лабораторные работы												
	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	
Тема 1. Введение. Элементы теории множеств и функций.	20	23		6	1		6	2								8	20		
Тема 2. Предел и непрерывность функции одной переменной.	20	23		6	1		6	2								8	20		
Тема 3. Производная и дифференциал функции одной переменной.	24	23		8	1		8	2								8	20		
Тема 4. Исследование дифференцируемых функций одной переменной.	24	23		8	1		8	2								8	20		
Тема 5. Интегральное исчисление.	24	23		8	1		8	2								8	20		
Тема 6. Основные понятия теории дифференциальных уравнений.	24	23		8	1		8	2								8	20		
Тема 7. Числовые, функциональные и степенные ряды.	24	24		8	2		8	2								8	20		
Тема 8. Функции нескольких переменных.	26	24		8	2		8	2								10	20		
Тема 9. Классические методы оптимизации.	26	26		8	2		8	2								10	22		
В том числе текущий контроль	4	4										4	4						
Экзамен	72	72												72	72				
ИТОГО	288	288		68	12		68	18				4	4		72	72	76	182	

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является важнейшей составной частью учебного процесса и обязанностью каждого студента.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используется электронный управляемый курс «Математический анализ»; для 1 семестра: <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=8375>, для 2 семестра: <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=9291> созданный в системе электронного обучения ННГУ <https://e-learning.unn.ru/>.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Математический анализ» осуществляется в следующих видах: подготовка к опросам, коллоквиумам, тестированию, контрольным работам, экзаменам.

Методические рекомендации к самостоятельной работе

Подготовка к опросам

Подготовка к опросу, проводимому в рамках практического занятия, требует уяснения вопросов, вынесенных на конкретное занятие, повторения основных терминов, запоминания формул и алгоритмов. Она включает в себя ознакомление с темой практического занятия, изучение теоретического материала в соответствии с темой по конспекту лекций, изучение соответствующих разделов учебников и учебных пособий, поиск дополнительного материала в сети Интернет.

Методические рекомендации:

- 1) выписать определения, формулы и запомнить их;
- 2) изучить алгоритмы решения и рекомендации по решению конкретных задач, представленные в конспекте лекций;
- 3) рассмотреть примеры, представленные в конспекте лекций, понять ход решения;
- 4) записать возникшие во время самостоятельной работы с конспектом и учебной литературой вопросы, чтобы затем на практическом занятии получить на них ответы;
- 5) обращаться за консультацией к преподавателю при возникновении затруднений в освоении материала.

Подготовка к контрольным работам

Контрольные работы являются традиционным оценочным средством, применяемым при обучении математическим дисциплинам. Целью контрольных работ является проверка умений и навыков использования формул и алгоритмов, как в стандартных, так и нестандартных задачах ситуациях.

Методические рекомендации

1. На практическом занятии, предшествующем контрольной работе, со слов преподавателя запишите виды заданий, которые войдут в работу и критерии их оценки, временной регламент работы. Задайте уточняющие вопросы преподавателю, если они есть.
2. Повторите формулы и алгоритмы решения по тетради для практических занятий.
3. Разберите решение основных типов заданий по указанным видам, используя тетрадь для практических работ.
4. Изучите конспекты лекций по указанному кругу вопросов.

5. Разберите непонятные Вам вопросы со студентами Вашей группы. Если остались вопросы, разберите их с преподавателем.

6. Решите примеры указанных видов, из рекомендованных учебных пособий.

Методические рекомендации по подготовке к коллоквиуму, зачету, экзамену

Для допуска к зачету и экзамену необходимо написать предусмотренные планом контрольные работы на положительные оценки, то есть «удовлетворительно» или выше.

Зачет или экзамен проводится в традиционной форме (ответ на вопросы экзаменационного билета) с учетом оценок за коллоквиум и контрольную(ые) работу(ы).

Подготовка к коллоквиуму, зачету, экзамену начинается с первого занятия по дисциплине. При этом важно с самого начала планомерно осваивать материал, руководствуясь требованиями, обращаться к преподавателю за консультацией по неусвоенным вопросам.

Для подготовки к сдаче коллоквиума, зачета или экзамена необходимо первоначально прочитать весь лекционный материал, а также соответствующие разделы рекомендуемых изданий. Лучшим вариантом является тот, при котором при подготовке используется несколько источников информации. Это способствует разностороннему восприятию каждой конкретной темы дисциплины.

В обобщённом варианте подготовка к сдаче коллоквиума, зачета, экзамена включает в себя:

- просмотр программы учебной дисциплины, перечня вопросов к коллоквиуму, зачету или экзамену;
- подбор рекомендованных преподавателем источников (учебников, учебных пособий, дополнительной литературы и т.д.),
- использование конспектов лекций, материалов занятий и их изучение;
- консультирование у преподавателя.

Рекомендации для работы с основной и дополнительной литературой

Работа с литературой должна сопровождаться записями в форме конспекта, плана, тезисов. При этом важно не только привлечь более широкий круг литературы, но и суметь на ее основе разобраться в степени изученности темы. Стоит выявить дискуссионные вопросы, нерешенные проблемы, попытаться высказать свое отношение к ним. Привести и аргументировать свою точку зрения или отметить, какой из имеющихся в литературе точек зрения по данной проблематике придерживаетесь и почему.

По завершении изучения рекомендуемой литературы полезно проверить уровень своих знаний с помощью контрольных вопросов для самопроверки. Необходимо вести систематическую работу над литературными источниками. Необходимо изучать не только литературу, рекомендуемую в данных учебно-методических материалах, но и новые, важные издания по курсу, вышедшие в свет после публикации. При этом следует выделять неясные, сложные для восприятия вопросы. В целях прояснения последних нужно обращаться к преподавателю.

Учебно-методические документы, регламентирующие самостоятельную работу

<https://arz.unn.ru/sveden/document/>
http://www.arz.unn.ru/pdf/Metod_all_all.pdf

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

В ходе промежуточной аттестации по дисциплине осуществляется оценка сформированности компонентов компетенций (полнота знаний/ наличие умений/ навыков), т.е. результатов обучения, указанных в таблице п.2 настоящей рабочей программы, на основе оценки усвоения содержания дисциплины.

Обобщенная оценка сформированности компонентного состава компетенции в ходе промежуточной аттестации по дисциплине проводится на основе учета текущей успеваемости в ходе освоения дисциплины и учета результата сдачи промежуточной аттестации.

Выявленные признаки несформированности компонентов (индикаторов) хотя бы одной компетенции не позволяют выставить интегрированную положительную оценку сформированности компетенций и освоения дисциплины на данном этапе обучения.

Обобщенная оценка сформированности компонентного состава компетенций на промежуточной аттестации, которая вносится в зачетно-экзаменационную ведомость по дисциплине и зачетную книжку студента, осуществляется по следующей оценочной шкале.

Шкала оценки сформированности компонентного состава компетенций на промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
Зачтено	Отлично	сформированность компонентного состава (индикаторов) компетенций соответствует требованиям компетентностной модели будущего выпускника на данном этапе обучения, основанным на требованиях ОС ННГУ по направлению подготовки, студент готов самостоятельно решать стандартные и нестандартные профессиональные задачи в предметной области дисциплины в соответствии с типами задач профессиональной деятельности осваиваемой образовательной программы
	Хорошо	сформированность компонентного состава (индикаторов) компетенций соответствует требованиям компетентностной модели будущего выпускника на данном этапе обучения, основанным на требованиях ОС ННГУ по направлению подготовки, но студент готов самостоятельно решать только различные стандартные профессиональные задачи в предметной области дисциплины в соответствии с типами задач профессиональной деятельности осваиваемой образовательной программы
	Удовлетворительно	сформированность компонентного состава (индикаторов) компетенций соответствует в целом требованиям компетентностной модели будущего выпускника на данном этапе обучения, основанным на требованиях ОС ННГУ по направлению подготовки, но студент способен решать лишь минимум стандартных профессиональных задач в предметной области дисциплины в соответствии с типами задач профессиональной деятельности осваиваемой образовательной программы
Не зачтено	Неудовлетворительно	сформированность компонентного состава (индикаторов) компетенций не соответствует требованиям компетентностной модели будущего выпускника на данном этапе обучения, основанным на требованиях ОС ННГУ по направлению подготовки, студент не готов решать профессиональные задачи в предметной области дисциплины в соответствии с типами задач профессиональной деятельности осваиваемой образовательной программы

Шкала оценивания сформированности компетенции

Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)				
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
<u>Знания</u>	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем требованиям программы подготовки, без ошибок.
<u>Умения</u>	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.
<u>Навыки</u>	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.

5.2 Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Критерии оценки тестирования

Оценка "отлично" - 85-100% правильных ответов;

Оценка "хорошо" 66-84 % правильных ответов;

Оценка "удовлетворительно" – 40-65 % правильных ответов;

Оценка "неудовлетворительно" - меньше 40 %.

Критерии оценки контрольной работы

Оценка «отлично» в работе представлено полностью верное решение всех обязательных задач.

Оценка «хорошо» в работе представлено полностью верное решение $\frac{3}{4}$ обязательных задач.

Оценка «удовлетворительно» в работе представлено полностью верное решение половины обязательных задач.

Оценка «неудовлетворительно» решено меньше половины обязательных задач.

Критерии оценки устного ответа студента при опросе

Оценка «отлично» выставляется, когда студент глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, правильно обосновывает решения, умеет самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок.

Оценка «хорошо» выставляется, если студент твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в том случае, при котором студент освоил только основные категории темы (определения, формулы, свойства, формули-

ровки теорем), но допускает неточности, нарушает последовательность в изложении программного материала.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, в ответе которого обнаружались существенные пробелы в знании основного содержания учебной программы дисциплины или грубые ошибки.

Критерии оценки устного ответа студента на коллоквиуме/ зачете/ экзамене

Оценка «отлично» выставляется, когда студент глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, правильно обосновывает решения, умеет самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок.

Оценка «хорошо» выставляется, если студент твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в том случае, при котором студент освоил только основные категории темы (определения, формулы, свойства, формулировки теорем), но допускает неточности, нарушает последовательность в изложении программного материала, испытывает существенные затруднения при доказательствах или совсем их не проводит.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, в ответе которого обнаружались существенные пробелы в знании основного содержания учебной программы дисциплины или грубые ошибки.

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения и для контроля формирования компетенции

Семестр 1

Вопросы для опроса для оценки сформированности компетенций УК-1

1. Понятие последовательности.
2. Определение предела последовательности.
3. Предельный переход в равенствах и неравенствах для последовательностей.
4. Свойства пределов, связанные с арифметическими операциями над последовательностями.
5. Бесконечно малые последовательности и их свойства.
6. Число e как предел последовательности.

для оценки сформированности компетенций ОПК-5

7. Понятие предела функции.
8. Односторонние пределы.
9. Свойства предела функции.
10. Замена переменной при вычислении предела функции.
11. Понятие непрерывности функции в точке.
12. Точки разрыва функции и их классификация.
13. Замечательные пределы.
14. Эквивалентности бесконечно малых.

Вопросы для коллоквиума для оценки сформированности компетенций УК-1

1. Система действительных чисел. Непрерывность множества действительных чисел. Принцип Дедекинда.
2. Ограниченные и неограниченные числовые множества. Верхняя и нижняя грань множества. Свойства Архимеда действительных чисел. Принцип вложенных отрезков.
3. Понятие функции. Числовая функция действительной переменной. Обратная функция. Композиция функций. Понятие последовательности.
4. Определение предела последовательности. Сходящиеся и расходящиеся последовательности. Бесконечные пределы.
5. Свойства сходящихся последовательностей. Предельный переход в равенствах и неравенствах для последовательностей.
6. Свойства пределов, связанные с арифметическими операциями над последовательностями.
7. Бесконечно малые последовательности и их свойства.
8. Предел монотонной последовательности.
9. Число ε как предел последовательности.

для оценки сформированности компетенций ОПК-5

10. Теорема Больцано-Вейерштрасса.
11. Критерий Коши сходимости последовательностей.
12. Представление действительных чисел десятичными дробями.
13. Понятие предела функции. Эквивалентность различных определений предела функции. Односторонние пределы.
14. Свойства предела функции. Замена переменной при вычислении предела функции. Пределы монотонных функций.
15. Критерий Коши существования предела функции.
16. Понятие непрерывности функции в точке. Точки разрыва функции и их классификация. Свойства функций непрерывных в точке.
17. Ограниченность функций непрерывных на отрезке. Достижение экстремальных значений (теорема Вейерштрасса).
18. Промежуточные значения непрерывных функций. Теорема Больцано-Коши.
19. Показательная функция и её свойства.
20. Существование и непрерывность обратной функции. Логарифмическая и степенная функции и их свойства.
21. Замечательные пределы.

Типовые задания тестирования

для оценки сформированности компетенций УК-1

Выберите один верный ответ

1. Предел функции равен: $\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{3x^2 + x - 4}{x^2}$

- 1) 4; 2) 3; 3) 5; 4) 0

2. Предел функции равен: $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{8x^4 + 6x + 1}{3x^4}$

- 1) 1; 2) $\frac{4}{3}$; 3) $\frac{8}{4}$; 4) $\frac{8}{3}$

3. Предел функции равен: $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(3 + \frac{1}{x}\right)^2$

- 1) 9; 2) 2; 3) 3; 4) 0

4. Предел функции равен: $\lim_{x \rightarrow 2} \frac{3x^2 + 3x - 4}{2x + 3}$

1) 3; 2) 2; 3) 0; 4) 1

5. Предел функции равен: $\lim_{x \rightarrow 8} \frac{x-8}{\sqrt[3]{x}-2}$

1) 8; 2) 4; 3) 12; 4) 9

для оценки сформированности компетенций ОПК-5

6. Предел функции равен: $\lim_{x \rightarrow 0} \operatorname{ctg} 5x \cdot \sin 3x$

1) $\frac{3}{5}$; 2) $\frac{5}{3}$; 3) $\frac{8}{5}$; 4) 0

7. Предел функции равен: $\lim_{x \rightarrow \pi} \frac{\sin 7x}{\sin 4x}$

1) $\frac{7}{4}$; 2) $\frac{1}{4}$; 3) $-\frac{7}{4}$; 4) 0

8. Предел функции равен: $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\arcsin x}{x}$

1) 1; 2) 0; 3) 2; 4) $\frac{1}{2}$

9. Предел функции равен: $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{x}\right)^{5x}$

1) e ; 2) 1; 3) e^2 ; 4) e^5

10. Предел функции равен: $\lim_{x \rightarrow \infty} (\cos x)^{1/x^2}$

1) $e^{-1/2}$; 2) 0; 3) $e^{1/2}$; 4) e

**Варианты контрольной работы
для оценки сформированности компетенций УК-1**

1. Вычислить предел $\lim_{x \rightarrow 3} \frac{2x^2 - 7x + 3}{x - 3}$ и доказать его существование по определению (найти $\delta(\varepsilon)$).

2. Вычислить пределы функций, не пользуясь правилом Лопиталя-Бернулли:

2.1 $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos 3x}{2x^2};$

2.2 $\lim_{x \rightarrow -1} \frac{2x(x+1)}{3(x^2-1)};$

2.3 $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{3}{x}\right)^{7x};$

2.4 $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\sqrt{2x^3 + 3x^2 + 5}}{\sqrt{x^3 + 2} + \sqrt{3x^3 + x + 1}}.$

3. Найти точки разрыва функции $y = \begin{cases} x^2, & x < 2; \\ 3^{1/(3-x)}, & x \geq 2. \end{cases}$ и исследовать их характер.

**Варианты контрольной работы
для оценки сформированности компетенций ОПК-5**

1. Найти производную $y = (x - 2)\sqrt{x^2 + 4x + 5}$
2. Найти первый dy , и второй d^2y дифференциалы функции $y = \ln(e^{-x} + e^x)$.
3. Записать формулу для производной n -ого порядка функции $y = \frac{2x + 5}{13(3x + 1)}$ и вычислить ее значение в точке $x_0 = -1$.
4. Вычислить предел, используя правило Лопиталя $\lim_{x \rightarrow +0} x \ln^2 x$.
5. Исследовать функцию и построить ее график $y = x^2 e^x$.

Контрольные вопросы для промежуточной аттестации (к экзамену)

№ п/п	Вопрос	Код формируемой компетенции
1.	Множества. Основные обозначения. Операции над множествами.	УК-1
2.	Вещественные числа и их свойства.	УК-1
3.	Числовая прямая (числовая ось) и множества на ней, грани числовых множеств, абсолютная величина числа.	УК-1
4.	Числовые последовательности, предел числовой последовательности.	УК-1
5.	Применение в экономике числовых последовательностей.	УК-1
6.	Функция, свойства функции, примеры.	ОПК-5
7.	Предел функции. Теоремы о пределах функций.	ОПК-5
8.	Два замечательных предела.	ОПК-5
9.	Бесконечно малые и бесконечно большие функции.	ОПК-5
10.	Непрерывность функции. Непрерывность элементарных функций. Понятие сложной функции.	ОПК-5
11.	Точки экстремума функции. Основные теоремы.	ОПК-5
12.	Правила дифференцирования суммы, произведения и частного функции.	ОПК-5
13.	Таблица производных простейших элементарных функций.	ОПК-5
14.	Дифференцирование сложной функции.	ОПК-5
15.	Применение экстремума функции в задачах экономики.	УК-1
16.	Дифференциальные уравнения первого порядка. Постановка задачи.	УК-1
17.	Дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными.	УК-1
18.	Неполные дифференциальные уравнения.	ОПК-5
19.	Линейные дифференциальные уравнения первого порядка.	ОПК-5
20.	Дифференциальные уравнения второго порядка.	ОПК-5
21.	Дифференциальные уравнения, допускающие понижение порядка.	ОПК-5
22.	Линейные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами.	ОПК-5
23.	Краевая задача для дифференциального уравнения второго порядка.	ОПК-5
24.	Приложение дифференциальных уравнений в экономике.	ОПК-5
25.	Геометрический и механический смысл производной.	УК-1
26.	Дифференциал и его связь с производной.	УК-1
27.	Правила вычисления производных. Производная суммы, произведения и частного двух функций.	УК-1
28.	Производная обратной и сложной функции. Инвариантность формы дифференциала первого порядка.	УК-1
29.	Производные и дифференциалы высших порядков. Высшие производные для основных элементарных функций (логарифмическая, показательная, степенная, тригонометрические: синус и косинус).	ОПК-5
30.	Теорема Ферма.	ОПК-5
31.	Теорема Ролля.	ОПК-5
32.	Теорема Лагранжа о конечных приращениях.	ОПК-5
33.	Теорема Коши.	ОПК-5
34.	Раскрытие неопределённостей по правилам Лопиталя. (теоремы 1, 1', 2)	УК-1

35.	Формула Тейлора.	УК-1
36.	Разложение элементарных функций по формуле Тейлора.	УК-1
37.	Признак постоянства функции на промежутке.	УК-1
38.	Признаки возрастания и убывания функции в точке и на промежутке.	УК-1
39.	Понятия максимума и минимума. Необходимые условия экстремума.	УК-1
40.	Достаточные условия экстремума. Первое и второе правило исследования функции на экстремум.	ОПК-5
41.	Выпуклые и вогнутые кривые. Необходимое условие выпуклости (вогнутости).	ОПК-5
42.	Достаточное условие выпуклости (вогнутости) кривой.	ОПК-5
43.	Точки перегиба. Поведение функции в окрестности точки перегиба.	ОПК-5
44.	Вертикальные, наклонные и горизонтальные асимптоты. Схема исследования функции.	ОПК-5

2 семестр

Вопросы для опроса для оценки сформированности компетенций УК-1

1. Числовой ряд, его частичные суммы. Сходящиеся и расходящиеся ряды.
2. Геометрическая прогрессия.
3. Необходимый признак сходимости.
4. Гармонический ряд. Обобщенный гармонический ряд.
5. Сложение рядов и умножение ряда на число.
6. Положительные ряды. Признак сравнения рядов с положительными членами.

для оценки сформированности компетенций ОПК-5

7. Признаки Даламбера и Коши.
8. Предельная форма признаков Даламбера и Коши.
9. Интегральный признак Коши-Маклорена.
10. Знакопеременные ряды. Теорема Лейбница.
11. Абсолютная и условная сходимость рядов. Теорема Коши.
12. Степенные ряды, их область сходимости.
13. Разложение функций e^x , $\cos x$, $\sin x$ в ряд Тейлора.

Вопросы для коллоквиума для оценки сформированности компетенций УК-1

1. Числовой ряд, его частичные суммы. Сходящиеся и расходящиеся ряды. Примеры. Критерий Коши для рядов.
2. Геометрическая прогрессия.
3. Необходимый признак сходимости. Гармонический ряд.
4. Остаток ряда. Свойства остатка.
5. Сложение рядов и умножение ряда на число.
6. Положительные ряды. Признак сравнения рядов с положительными членами.

для оценки сформированности компетенций ОПК-5

7. Признаки Даламбера и Коши.
8. Предельная форма признаков Даламбера и Коши.
9. Интегральный признак Коши-Маклорена.
10. Знакопеременные ряды. Теорема Лейбница.
11. Абсолютная и условная сходимость рядов. Теорема Коши.
12. Степенные ряды, их область сходимости.
13. Ряд Тейлора.

14. Разложение функций e^x , $\cos x$, $\sin x$ в ряд Тейлора.

**Задания тестирования
для оценки сформированности компетенций УК-1**

ДЕ 3. Интегральное исчисление функций одной переменной

Выберите один верный ответ

1. Интеграл $\int \frac{x dx}{\sin^2 x}$ равен:

- 1) $-x \operatorname{ctg} x + \ln |\sin x| + C$; 2) $-x \operatorname{tg} x + \ln |\sin x| + C$; 3) $-x \operatorname{ctg} x + \ln |\cos x| + C$; 4) $-\operatorname{ctg} x + \ln |\sin x| + C$

2. Интеграл $\int \frac{x^3}{x^2 + 1} dx$ равен:

- 1) $\frac{x^3}{2} - \frac{1}{2} \ln(x^2 + 1) + C$; 2) $\frac{x^2}{2} - \frac{1}{2} \ln(x^2 + 4) + C$; 3) $\frac{x^2}{2} - \frac{1}{2} \ln(x^2 + 1) + C$; 4) $\frac{x^2}{2} - \ln(x^2 + 1) + C$

3. Интеграл $\int_0^1 \frac{x dx}{x^4 + 1}$ равен:

- 1) $\frac{3\pi}{8}$; 2) $-\frac{\pi}{8}$; 3) $\frac{\pi}{8}$; 4) $\frac{\pi}{4}$

4. Интеграл $\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\sin x dx}{2 + \sin x}$ равен:

- 1) $\frac{\pi(18 - 4\sqrt{3})}{9}$; 2) $\frac{\pi(9 - 4\sqrt{3})}{9}$; 3) $\frac{\pi(9 - 2\sqrt{3})}{18}$; 4) $\frac{\pi(9 - 4\sqrt{3})}{18}$

5. Интеграл $\int_0^{\frac{1}{\sqrt{2}}} \frac{dx}{(1 - x^2)\sqrt{1 - x^2}}$ равен:

- 1) 3; 2) 1; 3) 0; 4) 4

6. Площадь фигуры, ограниченной графиками функций $y = (x - 1)^2$, $y^2 = x - 1$ равна:

- 1) 1; 2) 3; 3) $\frac{2}{3}$; 4) $\frac{1}{3}$

7. Объем тела, образованного вращением фигуры, ограниченной графиками функций $y = x^3$; $y = \sqrt{x}$ вокруг оси Ox равен:

- 1) 1; 2) $\frac{5\pi}{7}$; 3) $\frac{5\pi}{14}$; 4) $\frac{3\pi}{14}$

8. Объем тела, образованного вращением фигуры, ограниченной графиками функций $y = x^3$; $y = x$ вокруг оси Oy равен:

1) $\frac{8\pi}{15}$; 2) $\frac{3\pi}{18}$; 3) $\frac{5\pi}{14}$; 4) $\frac{\pi}{15}$

9. Длина линии $y = \frac{1}{2}(e^x + e^{-x})$ от точки $x = 0$ до точки $x = 1$ равна:

1) $\frac{1}{4}(e - e^{-1})$; 2) $\frac{1}{2}(e - e^{-1})$; 3) $\frac{1}{2}(e + e^{-1})$; 4) $\frac{1}{2}(e - e^{-2})$

10. Длина линии $\rho = 3(1 + \cos \varphi)$ равна:

1) 6; 2) 18; 3) 12; 4) 24

Задания тестирования

для оценки сформированности компетенций ОПК-5

Выберете один верный ответ

1. Исследовать на сходимость ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt{n^3 + 2}}{n^2 \sin^2 n}$.

1) Сходится; 2) Расходится

2. Исследовать на сходимость ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1 \cdot 4 \cdot 7 \cdot \dots \cdot (3n - 2)}{2^{n+1} \cdot n!}$.

1) Сходится; 2) Расходится

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

1) Сходится; 2) Расходится

4. Исследовать на сходимость ряд $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(n + 1) \ln^2(n + 1)}$.

1) Сходится; 2) Расходится

5. Исследовать на сходимость ряд $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{1}{n\sqrt{n}}$.

1) Сходится; 2) Расходится

Варианты контрольной работы

для оценки сформированности компетенций УК-1

1. Исследовать ряд на сходимость: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2 + \sin n\alpha}$.

2. Исследовать ряд на сходимость: $\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{3n^2 + 5n - 1}{5n^2 + 2n + 1} \right)^n$.

3. Исследовать ряд на сходимость: $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{2^n (n + 1)}$.

4. Найти область сходимости ряда: $\sum_{n=2}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1} (x - 5)^n}{n3^n}$.

5. Разложить функцию в ряд Тейлора по степеням x : $\frac{1}{x^2 + 9x + 20}$.

**Варианты контрольной работы
для оценки сформированности компетенций ОПК-5**

1. Найти интеграл (занесение под знак дифференциала) $\int \frac{x^3}{x^2 + 4} dx$
2. Найти интеграл (интегрирование по частям) $\int (x\sqrt{2} - 3) \cos 2x dx$.
3. Найти интеграл (интегрирование дробей) $\int \frac{-x^5 + 9x^3 + 4}{x^2 + 3x} dx$.
4. Найти интеграл (интегрирование иррациональностей) $\int \frac{\sqrt[5]{(1 + \sqrt[3]{x^2})^4}}{x^2 \sqrt[5]{x}} dx$

**Контрольные вопросы для промежуточной аттестации (к экзамену)
1 семестр**

№ п/п	Вопрос	Код формируемой компетенции
45.	Множества. Основные обозначения. Операции над множествами.	УК-1
46.	Вещественные числа и их свойства.	УК-1
47.	Числовая прямая (числовая ось) и множества на ней, грани числовых множеств, абсолютная величина числа.	УК-1
48.	Числовые последовательности, предел числовой последовательности.	УК-1
49.	Применение в экономике числовых последовательностей.	УК-1
50.	Функция, свойства функции, примеры.	ОПК-5
51.	Предел функции. Теоремы о пределах функций.	ОПК-5
52.	Два замечательных предела.	ОПК-5
53.	Бесконечно малые и бесконечно большие функции.	ОПК-5
54.	Непрерывность функции. Непрерывность элементарных функций. Понятие сложной функции.	ОПК-5
55.	Точки экстремума функции. Основные теоремы.	ОПК-5
56.	Правила дифференцирования суммы, произведения и частного функции.	ОПК-5
57.	Таблица производных простейших элементарных функций.	ОПК-5
58.	Дифференцирование сложной функции.	ОПК-5
59.	Применение экстремума функции в задачах экономики.	УК-1
60.	Дифференциальные уравнения первого порядка. Постановка задачи.	УК-1
61.	Дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными.	УК-1
62.	Неполные дифференциальные уравнения.	ОПК-5
63.	Линейные дифференциальные уравнения первого порядка.	ОПК-5
64.	Дифференциальные уравнения второго порядка.	ОПК-5
65.	Дифференциальные уравнения, допускающие понижение порядка.	ОПК-5
66.	Линейные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами.	ОПК-5
67.	Краевая задача для дифференциального уравнения второго порядка.	ОПК-5
68.	Приложение дифференциальных уравнений в экономике.	ОПК-5
69.	Геометрический и механический смысл производной.	УК-1
70.	Дифференциал и его связь с производной.	УК-1
71.	Правила вычисления производных. Производная суммы, произведения и частного двух функций.	УК-1
72.	Производная обратной и сложной функции. Инвариантность формы дифференциала первого порядка.	УК-1
73.	Производные и дифференциалы высших порядков. Высшие производные для основных элементарных функций (логарифмическая, показательная, степенная, тригонометрические: синус и косинус).	ОПК-5
74.	Теорема Ферма.	ОПК-5
75.	Теорема Ролля.	ОПК-5
76.	Теорема Лагранжа о конечных приращениях.	ОПК-5
77.	Теорема Коши.	ОПК-5

78.	Раскрытие неопределённостей по правилам Лопиталя. (теоремы 1, 1', 2)	УК-1
79.	Формула Тейлора.	УК-1
80.	Разложение элементарных функций по формуле Тейлора.	УК-1
81.	Признак постоянства функции на промежутке.	УК-1
82.	Признаки возрастания и убывания функции в точке и на промежутке.	УК-1
83.	Понятия максимума и минимума. Необходимые условия экстремума.	УК-1
84.	Достаточные условия экстремума. Первое и второе правило исследования функции на экстремум.	ОПК-5
85.	Выпуклые и вогнутые кривые. Необходимое условие выпуклости (вогнутости).	ОПК-5
86.	Достаточное условие выпуклости (вогнутости) кривой.	ОПК-5
87.	Точки перегиба. Поведение функции в окрестности точки перегиба.	ОПК-5
88.	Вертикальные, наклонные и горизонтальные асимптоты. Схема исследования функции.	ОПК-5

Контрольные вопросы для промежуточной аттестации (к экзамену)

2 семестр

№ п/п	Вопрос	Код формируе- мой компетенции
1.	Первообразная и неопределенный интеграл.	ОПК-5
2.	Основные свойства неопределенного интеграла.	ОПК-5
3.	Таблица основных неопределенных интегралов.	ОПК-5
4.	Основные методы интегрирования.	ОПК-5
5.	Условия существования определенного интеграла.	ОПК-5
6.	Основные свойства определенного интеграла.	ОПК-5
7.	Основная формула интегрального исчисления.	УК-1
8.	Основные правила интегрирования.	УК-1
9.	Геометрические приложения определенного интеграла.	УК-1
10.	Приложение определенного интеграла в экономике.	УК-1
11.	Несобственные интегралы.	УК-1
12.	Способы вычисления несобственных интегралов.	УК-1
13.	Числовые ряды. Примеры. Основные понятия. Необходимый признак сходимости ряда.	ОПК-5
14.	Признак сходимости Даламбера.	ОПК-5
15.	Признак сходимости Коши.	ОПК-5
16.	Знакопеременные ряды. Примеры. Свойства.	ОПК-5
17.	Признак сходимости Лейбница.	ОПК-5
18.	Степенные ряды. Примеры. Свойства.	ОПК-5
19.	Радиус сходимости степенного ряда.	ОПК-5
20.	Формула Маклорена.	УК-1
21.	Разложение функции в степенной ряд Тейлора.	УК-1
22.	Приложение рядов к приближенным вычислениям.	УК-1
23.	Числовые ряды. Примеры. Основные понятия. Необходимый признак сходимости ряда.	ОПК-5
25.	Интегрирование функций методом замены переменной.	ОПК-5
26.	Метод интегрирования по частям.	ОПК-5
27.	Интегрирование простейших дробей I, II, и III типов.	УК-1
28.	Интегрирование простейшей дроби IV типа.	УК-1
29.	Интегрирование функции вида $R\left(x, \sqrt[n]{\frac{ax+b}{cx+d}}\right)$.	УК-1
30.	Интегрирование биномиальных дифференциалов.	УК-1
31.	Интегрирование выражений содержащих тригонометрические функции.	УК-1
32.	Задачи, приводящие к понятию определенного интеграла.	УК-1
37.	Формула Ньютона-Лейбница.	УК-1
38.	Формула интегрирования по частям в определенном интеграле.	ОПК-5
39.	Метод замены переменной в определенном интеграле.	ОПК-5
42.	Вычисление площадей плоских фигур в декартовых и полярных координатах.	ОПК-5

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Виноградова, И.А. Математический анализ в задачах и упражнениях: В 3-х т. Том 1: Дифференциальное и интегральное исчисление.: Учебное пособие / Виноградова И.А., Олехник С.Н., Садовничий В.А. – М.:МЦНМО, 2017. – 412 с. – URL: <http://znanium.com/catalog/product/958691>
2. Фихтенгольц, Г.М. Основы математического анализа. Часть 1: учебник/ Г.М. Фихтенгольц. – 11-е изд. стер. – СПб: Лань, 2019. – 444 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/112051>
3. Фихтенгольц, Г.М. Основы математического анализа. Часть 2: учебник/ Г.М. Фихтенгольц. – 10-е изд. стер. – СПб: Лань, 2019. – 464 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/115730>

б) дополнительная литература:

1. Берман, Г.Н. Сборник задач по курсу математического анализа: учебное пособие/ Г.Н. Берман. – 8-е изд. стер. – СПб: Лань, 2019. – 492 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/111199>
2. Будаев, В.Д. Математический анализ. Функции нескольких переменных: учебник/ В.Д. Будаев, М.Я. Якубсон. – СПб: Лань, 2017. – 456 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/96244>
3. Вендина, А.А. Математический анализ для педагогов: учебное пособие/ А.А. Вендина, П.Ф. Севрюков. – Ставрополь: СГПИ, 2017. – 104 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/117654>
4. Калитвин, А.С. Лекции по математическому анализу. Часть III. Неопределенный интеграл: учебное пособие / А.С. Калитвин. – Липецк: Липецкий ГПУ, 2017. – 64 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/111965>
5. Калитвин, А.С. Лекции по математическому анализу. Часть IV. Определенный интеграл: учебное пособие / А.С. Калитвин. – Липецк: Липецкий ГПУ, 2017. – 110 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/112020>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Лицензионное программное обеспечение: Операционная система Windows.
Лицензионное программное обеспечение: Microsoft Office.

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), платформа Elibrary: национальная информационно-аналитическая система. Адрес доступа: http://elibrary.ru/project_risc.asp

Свободно распространяемое программное обеспечение:

программное обеспечение LibreOffice;
программное обеспечение Yandex Browser;

Электронные библиотечные системы и библиотеки:

Электронная библиотечная система "Лань" <https://e.lanbook.com/>
Электронная библиотечная система "Консультант студента" <http://www.studentlibrary.ru/>

Электронная библиотечная система "Юрайт" <http://www.urait.ru/>
Электронная библиотечная система "Znanium" <http://znanium.com/>
Фундаментальная библиотека ННГУ www.lib.unn.ru/
Сайт библиотеки Арзамасского филиала ННГУ. – Адрес доступа: lib.arz.unn.ru
Педагогическая библиотека: <http://pedagogic.ru/>
Журнал «Педагогика»: <http://www.pedpro.ru/>
Издательский дом «Первое сентября»: <http://1september.ru/>
«Высшее образование в России»: научно-педагогический журнал Министерства
образования и науки РФ: <http://www.vovr.ru/>
«Учительская газета»: <http://www.ug.ru/>

Ресурс «Массовые открытые онлайн-курсы Нижегородского университета им.
Н.И. Лобачевского» <https://mooc.unn.ru/>

Портал «Современная цифровая образовательная среда Российской Федерации»
<https://online.edu.ru/public/promo>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: ноутбук, проектор, экран.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ННГУ.

Программа дисциплины «**Математический анализ**» составлена в соответствии с образовательным стандартом высшего образования (ОС ННГУ) бакалавриат по направлению подготовки 38.03.01 Экономика (приказ ННГУ от 21.06.2021г. №349-ОД).

Автор(ы):
к.п.н., доцент
Абрамова О.М.

Рецензент (ы):
к.п.н., доцент
Нестерова Л.Ю.

Программа одобрена на заседании кафедры физико-математического образования
от 18.11.2021 года, протокол № 9
зав. кафедрой

д.п.н., доцент
Фролов И.В.

Председатель УМК
к.э.н., доцент
факультета естественных и математических наук
Люшина Э.Ю.

П.7. а) СОГЛАСОВАНО:

Заведующий библиотекой
Федосеева Т.А.