

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

Павловский филиал ННГУ

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ
протокол от «31» мая 2023 г. № 6

Рабочая программа дисциплины

МАТЕМАТИКА

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки / специальность

09.03.03 ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА

Направленность образовательной программы

ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА В ЭКОНОМИКЕ И УПРАВЛЕНИИ

Форма обучения

ОЧНАЯ, ОЧНО-ЗАОЧНАЯ

Павлово
2023 год

1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.09 «Математика» относится к обязательной части Блока 1. «Дисциплины (модули)» учебного плана ООП по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика» (квалификация (степень) «бакалавр»).

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**	
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Демонстрирует знание принципов сбора, отбора и обобщения информации, базирующихся на системном подходе. УК-1.2. Демонстрирует умение соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности. УК-1.3. Демонстрирует наличие практического опыта работы с информационными источниками, опыта научного поиска и представления научных результатов.	Знать: - основные понятия и определения математического анализа; - основные формулы дифференциального и интегрального исчисления; - свойства непрерывных и дифференцируемых функций, неопределённого и определённого интегралов - признаки сходимости числовых и функциональных рядов. Уметь: - дифференцировать и интегрировать элементарные и сложные функции; - исследовать функции и строить графики; - применять интегральное и дифференциальное исчисление одной и нескольких переменных к решению прикладных задач; - строить разложение функций в степенные ряды. Владеть: - методами доказательства правильности математических утверждений	Тест, контрольная работа
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.	ОПК-1.1. Способен использовать знания основ высшей математики, физики, основ вычислительной техники и программирования. ОПК-1.2. Способен решать профессиональные задачи с применением естественнонаучных и инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования. ОПК-1.3. Способен применять практический опыт теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.	Знать: - основные понятия и определения математического анализа; - основные формулы дифференциального и интегрального исчисления; - свойства непрерывных и дифференцируемых функций, неопределённого и определённого интегралов - признаки сходимости числовых и функциональных рядов. Уметь: - дифференцировать и интегрировать элементарные и сложные функции; - исследовать функции и строить графики; - применять интегральное и дифференциальное исчисление одной и нескольких переменных к решению прикладных задач; - строить разложение функций в степенные ряды. Владеть: - методами доказательства правильности математических утверждений	Тест, контрольная работа
ОПК-6. Способен анализировать и	ОПК-6.1. Способен использовать знания основ теории си-	Знать: - основные понятия и определения математического анализа;	Тест, контрольная работа

разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования.	<p>стем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования.</p> <p>ОПК-6.2. Способен применять методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятий решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем и технологий.</p> <p>ОПК-6.3. Способен проводить инженерные расчеты основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий.</p>	<p>- основные формулы дифференциального и интегрального исчисления;</p> <p>- свойства непрерывных и дифференцируемых функций, неопределённого и определённого интегралов</p> <p>-признаки сходимости числовых и функциональных рядов.</p> <p>Уметь:</p> <p>- дифференцировать и интегрировать элементарные и сложные функции;</p> <p>- исследовать функции и строить графики;</p> <p>- применять интегральное и дифференциальное исчисление одной и нескольких переменных к решению прикладных задач;</p> <p>- строить разложение функций в степенные ряды.</p> <p>Владеть:</p> <p>- методами доказательства правильности математических утверждений</p>	
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

Для очной формы обучения:

Общая трудоемкость	7 ЗЕТ
Часов по учебному плану	252
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	195
- занятия лекционного типа	64
- занятия семинарского типа	128
самостоятельная работа	21
Промежуточная аттестация - зачет, экзамен	36

Для очно-заочной формы обучения:

Общая трудоемкость	7 ЗЕТ
Часов по учебному плану	252
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	67
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа	32
самостоятельная работа	149
Промежуточная аттестация - зачет, экзамен	36

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	В том числе	
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них	Самостоятельная работа обучающегося, часы

				Занятия лекционного типа			Занятия семинарского типа			Занятия лабораторного типа			Всего					
	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная
1 семестр																		
Введение в анализ (предел последовательности, предел и непрерывность функции)	35	23		10	5		20	5					30	10		5	13	
Дифференциальное исчисление функций одной переменной	36	25		11	6		22	6					33	12		3	13	
Интегральное исчисление функций одной переменной	36	23		11	5		22	5					33	10		3	13	
КСР	1	1											1	1				
Контроль																		
2 семестр																		
Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных	33	47		10	5		20	5					30	10		3	37	
Обыкновенные дифференциальные уравнения	39	49		12	6		24	6					36	12		3	37	
Числовые и функциональные ряды	34	46		10	5		20	5					30	10		4	36	
КСР	2	2											2	2				
Контроль	36	36																
Итого	252	252		64	16		128	16					195	67		21	149	

Содержание дисциплины по темам

Тема 1. Введение в анализ (предел последовательности, предел и непрерывность функции)

1. Понятие числовой последовательности и её предела. Теоремы о сходящихся последовательностях. Ограниченные, бесконечно малые, бесконечно большие последовательности. Число ε . Правила вычисления пределов числовых последовательностей.

2. Понятие предела функции. Основные теоремы о пределах функций. Замечательные пределы. Бесконечно большие и бесконечно малые функции. Сравнение бесконечно малых функций. Правила вычисления пределов числовых функций.

3. Понятие непрерывности функции. Свойства функций, непрерывных на отрезке. Классификация точек разрыва.

Тема 2. Дифференциальное исчисление функций одной переменной.

1. Производная. Дифференцируемость функции. Непрерывность дифференцируемых функций. Геометрический смысл производной. Дифференциал функции, его геометрический

смысл. Правила дифференцирования. Таблица производных. Производные сложной и обратной функции. Дифференцирование функций, заданных неявно и параметрически. Производные и дифференциалы высших порядков. Формулы Тейлора и Маклорена.

2. Теоремы Ферма, Роля, Коши, Лагранжа, их применение. Правила Лопиталя.

3. Исследование функций с помощью методов дифференциального исчисления: условия возрастания и убывания функций, экстремумы функций, направление выпуклости графика функции, точки перегиба. Асимптоты графика функции. Общая схема исследования и построения графика функции. Задачи на наибольшее и наименьшее значения функции на промежутке.

Тема 3. Интегральное исчисление функций одной переменной.

1. Первообразная. Неопределенный интеграл, его свойства. Таблица интегралов. Приемы интегрирования: замена переменной, интегрирование по частям, интегрирование дробно-рациональных функций, иррациональных и тригонометрических функций.

2. Интегральные суммы. Определенный интеграл, его геометрический смысл. Свойства определённого интеграла. Изменение границ интегрирования при замене переменных. Метод интегрирования по частям для поиска определённого интеграла. Вычисление площадей плоских фигур, длин дуг и объёмов тел вращения.

3. Несобственные интегралы I и II родов.

Тема 4. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных.

1. Понятие функции многих переменных. Предел и непрерывность функции двух переменных. Частные производные первого порядка. Градиент. Частные производные высших порядков. Теорема о равенстве смешанных производных. Дифференциалы функции от двух переменных.

2. Экстремумы функции двух переменных. Условный экстремум.

Тема 5. Обыкновенные дифференциальные уравнения.

1. Дифференциальное уравнение первого порядка, его геометрическое истолкование, общее решение, начальные условия. Задача Коши. Дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными.

2. Однородные дифференциальные уравнения. Дифференциальные уравнения в полных дифференциалах. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка. Уравнения Бернулли.

3. Дифференциальные уравнения, допускающие понижение порядка. Линейные дифференциальные уравнения высших порядков. Линейная зависимость и линейная независимость системы функций.

4. Линейные однородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами. Применение дифференциальных уравнений в экономике.

Тема 6. Числовые ряды и функциональные ряды.

1. Понятие числового ряда. Частичная сумма ряда. Сходящиеся и расходящиеся ряды. Основные свойства рядов. Необходимое условие сходимости ряда. Теоремы сравнения рядов.

2. Признаки Даламбера, Коши. Интегральный признак Коши. Знакопередающиеся ряды. Признак Лейбница сходимости знакопередающегося ряда.

3. Понятие степенного ряда. Теорема Абеля. Радиус сходимости. Дифференцирование и интегрирование степенных рядов. Разложение некоторых элементарных функций в ряд Маклорена.

4. Ряды Фурье.

Занятия семинарского типа организуются в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка предусматривает решение прикладных задач. На проведение занятий семинарского типа в форме практической подготовки отводится 10 часов.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- ✓ практических навыков в соответствии с профилем ОП:
 - сбор и анализ детальной информации для формализации предметной области проекта и требований пользователей заказчика, интервьюирование ключевых сотрудников заказчика;
 - формирование и анализ требований к информатизации и автоматизации прикладных процессов, формализация предметной области проекта;
 - моделирование прикладных и информационных процессов;
- ✓ компетенции - ОПК-1, ОПК-6.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках практических занятий.

Промежуточная аттестация проходит в традиционных формах (зачёт, экзамен).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины «Математика» проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- повторение пройденного учебного материала, чтение рекомендованной литературы;
- подготовку к практическим занятиям;
- выполнение общих и индивидуальных домашних заданий;
- работу с электронными источниками;
- подготовку к сдаче формы промежуточной аттестации.

План практических занятий может быть следующим:

І семестр

Занятие 1. Определение числовой последовательности. Виды числовых последовательностей.

Занятия 2. Пределы числовых последовательностей.

Занятия 3. Пределы числовых функций.

Занятие 4. Сравнение бесконечно-малых числовых функций.

Занятие 5. Непрерывность функции. Классификация точек разрыва.

Занятия 6. Производная функции. Геометрический смысл производной.

Занятие 7. Правило Лопиталя. Дифференциал функции.

Занятие 8. Производные и дифференциалы высших порядков.

Занятие 9. Формулы Тейлора и Маклорена.

Занятие 10. Разложение в ряд Маклорена основных элементарных функций.

Занятие 11. Основные теоремы дифференциального исчисления.

Занятия 12-13. Исследование функций с помощью производной.

Занятие 14. Задачи на наименьшее и наибольшее значение функции на промежутке.

Занятие 15. Неопределённый интеграл. Интегрирование методом разложения.

Занятие 16. Интегрирование методом замены переменной.

Занятие 17. Интегрирование методом «по частям».

Занятие 18. Интегрирование дробно-рациональных функций.

Занятие 19. Интегрирование иррациональных функций.

Занятие 20. Интегрирование тригонометрических функций.

Занятие 21. Определённый интеграл и его свойства.

Занятия 22. Приложения определённого интеграла.

Занятия 23. Несобственные интегралы I рода.

Занятия 24. Несобственные интегралы II рода.

II семестр

Занятия 1-2. Функции нескольких переменных. Область определения. Способы построения графиков.

Занятие 3. Предел и непрерывность функции двух переменных.

Занятия 4-5. Частные производные и дифференциалы функции нескольких переменных. Градиент.

Занятия 6-7. Экстремумы функции двух переменных.

Занятия 8-9. Условный экстремум функции двух переменных.

Занятие 10. Контрольная работа по функциям нескольких переменных.

Занятия 11-12. Дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными. Задача Коши.

Занятия 13. Однородные дифференциальные уравнения.

Занятия 14-15. Линейные дифференциальные уравнения.

Занятия 16-17. Уравнения Бернулли.

Занятия 18. Дифференциальные уравнения в полных дифференциалах.

Занятия 19. Дифференциальные уравнения, допускающие понижение порядка.

Занятие 20. Линейные однородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами.

Занятие 21. Линейные однородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами.

Занятие 22. Контрольная работа по дифференциальным уравнениям.

Занятие 23. Числовые ряды и их свойства.

Занятия 24-25. Числовые ряды с неотрицательными членами.

Занятие 26. Знакопередающиеся и знакопеременные числовые ряды.

Занятие 27. Степенные ряды.

Занятие 28. Разложение функций в степенные ряды.

Занятие 29. Дифференцирование и интегрирование степенных рядов.

Занятия 30-31. Ряды Фурье.

Занятие 32. Контрольная работа по числовым и функциональным рядам.

Цель самостоятельной работы - формирование навыков непрерывного самообразования и профессионального совершенствования.

Самостоятельная работа способствует формированию аналитического и творческого мышления, совершенствует способы организации исследовательской деятельности, воспитывает целеустремленность, системность и последовательность в работе студентов, развивает у них навык завершать начатую работу.

Основные виды самостоятельной работы студентов:

- работа с основной и дополнительной литературой;
- изучение категориального аппарата дисциплины;
- самостоятельное изучение тем дисциплины;
- подготовка к зачёту, экзамену;
- работа в библиотеке;
- изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет.

Работа с основной и дополнительной литературой

Изучение рекомендованной литературы следует начинать с учебников и учебных пособий, затем переходить к научным монографиям и материалам периодических изданий. Работа с литературой предусматривает конспектирование наиболее актуальных и познавательных материалов. Это не только мобилизует внимание, но и способствует более глубокому осмыслению материала, его лучшему запоминанию, а также позволяет студентам проводить

систематизацию и сравнительный анализ изучаемой информации. Таким образом, конспектирование – одна из основных форм самостоятельного труда, которая требует от студента активно работать с учебной литературой и не ограничиваться конспектом лекций.

Студент должен уметь самостоятельно подбирать необходимую литературу для учебной и научной работы, уметь обращаться с предметными каталогами и библиографическим справочником библиотеки.

Изучение категориального аппарата дисциплины

Изучение и осмысление экономических категорий требует проработки лекционного материала, выполнения практических заданий, изучение словарей, энциклопедий, справочников.

Индивидуальная самостоятельная работа студента направлена на овладение и грамотное применение экономической терминологии в области компьютерного моделирования.

Самостоятельное изучение тем дисциплины

Особое место отводится самостоятельной проработке студентами отдельных разделов и тем изучаемой дисциплины. Такой подход вырабатывает у студентов инициативу, стремление к увеличению объема знаний, умений и навыков, всестороннего овладения способами и приемами профессиональной деятельности.

Изучение вопросов определенной темы направлено на более глубокое усвоение основных категорий экономической теории, понимание экономических процессов, происходящих в обществе, совершенствование навыка анализа теоретического и эмпирического материала.

Подготовка к зачёту, экзамену

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине проходит в виде зачёта и экзамена, предусматривающего оценку. Условием успешного прохождения промежуточной аттестации является систематическая работа студента в течение семестра. В этом случае подготовка к зачёту, экзамену является систематизацией всех полученных знаний по данной дисциплине.

Рекомендуется внимательно изучить перечень вопросов к зачёту, экзамену, а также использовать в процессе обучения программу, учебно-методический комплекс, другие методические материалы.

Желательно спланировать трехкратный просмотр материала перед зачётом, экзаменом. Во-первых, внимательное чтение с осмыслением, подчеркиванием и составлением краткого плана ответа. Во-вторых, повторная проработка наиболее сложных вопросов. В-третьих, быстрый просмотр материала или планов ответов для его систематизации в памяти.

Самостоятельная работа в библиотеке

Важным аспектом самостоятельной подготовки студентов является работа с библиотечным фондом.

Эта работа предполагает различные варианты повышения профессионального уровня студентов:

- а) получение книг для подробного изучения в течение семестра на научном абонементе;
- б) изучение книг, журналов, газет - в читальном зале;
- в) возможность поиска необходимого материала посредством электронного каталога;
- г) получение необходимых сведений об источниках информации у сотрудников библиотеки.

Изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет

Ресурсы Интернет являются одним из альтернативных источников быстрого поиска требуемой информации. Их использование возможно для получения основных и дополнительных сведений по изучаемым материалам. Необходимо помнить об оформлении ссылок на Интернет-источники.

Для повышения эффективности самостоятельной работы студентов преподавателю целесообразно использовать следующие виды деятельности:

- консультации,
- выдача заданий на самостоятельную работу,
- информационное обеспечение обучения,
- контроль качества самостоятельной работы студентов.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикаторы достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено		Зачтено				
Знания	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	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 программе подготовки. Допущено незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
Умения	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	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. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
Навыки	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	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 базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Вся компетенция (части компетенции), на формирование которой направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Вся компетенция (части компетенции), на формирование которой направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»

		но»
	Очень хорошо	Вся компетенция (части компетенции), на формирование которой направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Вся компетенция (части компетенции), на формирование которой направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Вся компетенция (части компетенции), на формирование которой направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
Не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна часть компетенции сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна часть компетенции сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1. Контрольные вопросы

Вопрос	Код формируемой компетенции
1.Числовые последовательности. Предел числовой последовательности. Свойства пределов. Ограниченные, бесконечно малые, бесконечно большие, сходящиеся и расходящиеся числовые последовательности.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
2.Правила вычисления пределов числовых последовательностей.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
3.Определение функции. Предел числовой функции. Основные теоремы о пределах функций. Замечательные пределы.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
4.Бесконечно малые и бесконечно большие функции. Сравнение бесконечно малых функций.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
5.Список основных эквивалентностей.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
6.Правила вычисления пределов числовых функций.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
7.Непрерывность функции. Классификация точек разрыва.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
8.Определение производной функции в точке. Таблица производных. Правила дифференцирования.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
9.Геометрический смысл производной. Касательная и нормаль к плоской кривой.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
10. Производные высших порядков. Дифференциалы. Дифференцирование функций, заданных неявно и параметрически.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
11. Основные теоремы дифференциального исчисления: теоремы Ферма, Ролля, Лагранжа, Коши. Примеры применения.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
12. Формулы Тейлора и Маклорена. Разложение по формуле Маклорена основных элементарных функций: $y = e^x$, $y = \sin x$, $y = \cos x$, $y = \ln(1+x)$, $y = (1+x)^m$.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
13. Нахождение асимптот графика функции.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
14. Исследование монотонности функции. Точки экстремума.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
15. Нахождение промежутков выпуклости и вогнутости функции. Точки перегиба.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
16. Схема исследования функции с помощью производной.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
17. Задачи на наибольшее и наименьшее значения функции на промежутке.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
18. Понятие неопределенного интеграла. Таблица неопределенных интегралов.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
19. Правила интегрирования. Интегрирование методами разложения и замены переменных.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
20. Метод интегрирования по частям.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
21. Интегрирование дробно-рациональных функций: интегрирование простейших дробей.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
22. Метод неопределенных коэффициентов (интегрирование сложных дробей с помощью простейших).	УК-1, ОПК-1. ОПК-6

23. Интегрирование иррациональных функций.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
24. Интегрирование тригонометрических функций.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
25. Определенный интеграл. Свойства определенного интеграла.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
26. Приложения определенного интеграла: вычисление площадей плоских фигур.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
27. Приложения определенного интеграла: вычисление длин дуг.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
28. Приложения определенного интеграла: вычисление объемов тел вращения.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
29. Несобственные интегралы первого рода.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
30. Несобственные интегралы второго рода.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6

Вопросы к экзамену

Вопрос	Код формируемой компетенции
1. Функции двух переменных: определение, область определения, множество значений. Линии уровня функции от двух переменных.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
2. Предел и непрерывность функции от двух переменных.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
3. Частные производные функции двух переменных. Градиент.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
4. Дифференциал функции двух переменных.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
5. Частные производные и дифференциалы высших порядков для функции нескольких переменных.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
6. Экстремумы функции двух переменных.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
7. Условный экстремум функции двух переменных.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
8. Дифференциальные уравнения: общее решение, теорема Коши, частное решение, начальные условия.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
9. Дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
10. Однородные дифференциальные уравнения.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
11. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
12. Дифференциальные уравнения Бернулли.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
13. Дифференциальные уравнения в полных дифференциалах.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
14. Дифференциальные уравнения, допускающие понижение порядка.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
15. Линейные однородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
16. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
17. Числовые ряды. Понятие частичной суммы ряда. Сходящиеся и расходящиеся числовые ряды. Необходимый признак сходимости ряда.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
18. Признаки сходимости рядов с неотрицательными членами: общий признак, признаки сравнения.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
19. Признаки сходимости рядов с неотрицательными членами: признак Коши, признак Даламбера.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
20. Признаки сходимости рядов с неотрицательными членами: интегральный признак Коши.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
21. Знакопеременные числовые ряды.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
22. Знакопеременные ряды. Признак Лейбница.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
23. Степенные ряды. Радиус сходимости степенного ряда. Теорема Абеля.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
24. Разложение функций в степенные ряды: ряды Тейлора и Маклорена.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
25. Разложения в ряд Маклорена основных элементарных функций.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
26. Дифференцирование и интегрирование степенных рядов.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6
27. Ряды Фурье.	УК-1, ОПК-1. ОПК-6

5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенций УК-1, ОПК-1, ОПК-6

1. Вычислите предел: $\lim_{x \rightarrow 2} \frac{x^2 - 3x + 2}{x^2 - x - 2}$.

Варианты ответов:

- 1) $\frac{1}{3}$
- 2) 2
- 3) $+\infty$

4) 0

2. Вычислите предел: $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^2 - 3x + 1}{4x^2 + x - 2}$.

Варианты ответов:

1) $-\frac{1}{2}$

2) $\frac{1}{4}$

3) $-\infty$

4) -3

3. Вычислите предел: $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 5x}{\operatorname{tg} 2x}$.

Варианты ответов:

1) $-\frac{1}{2}$

2) $\frac{1}{4}$

3) $-\infty$

4) 2,5

4. Вычислите предел: $\lim_{x \rightarrow 0} (1+x)^{\frac{2}{x}}$.

Варианты ответов:

1) e^2

2) 0

3) $+\infty$

4) e

5. Найти производную функции $y = 7x^2 + 4x - 5$, пользуясь правилами и формулами дифференцирования.

Варианты ответов:

1) $7x^2 + 4x - 5$

2) $14x + 4$

3) $4x - 5$

4) 5

6. Найти производную функции $y = e^x \cdot \arcsin x$, пользуясь правилами и формулами дифференцирования.

Варианты ответов:

1) $\frac{2x+1}{x^2+x}$

2) $\ln(x^2+x)$

3) $e^x \cdot \arcsin x + e^x \cdot \frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$

4) 0

7. Для функции $y = x^3 + 9x^2 + 24x + 17$ найти точки экстремума.

Варианты ответов:

1) -2; -4

2) -2

3) -4

4) 0; 1

8. Для функции $y = x^3 + 3x^2 - 24x - 21$ найти точку перегиба.

Варианты ответов:

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

9. Для функции $f(x, y) = 5x - 3xy + y^3$ найти частные производные первого порядка.

Варианты ответов:

- 1) $f'_x = 5 - 3y$; $f'_y = -3x + 3y^2$
- 2) $f'_x = 5 + 3y$; $f'_y = 3x + 3y^2$
- 3) $f'_x = 5 - 3y$; $f'_y = -3x - 3y^2$
- 4) $f'_x = 5$; $f'_y = -2$

10. Найти экстремум функции $f(x, y) = 6x - 6y - 3x^2 - 3y^2$.

Варианты ответов:

- 1) (-1, 1)
- 2) (1, 1)
- 3) (-1, -1)
- 4) (1, -1)

11. Найти неопределенный интеграл $\int (x^2 + 2x - 3) dx$.

Варианты ответов:

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

12. Найти неопределенный интеграл $\int x \sin x dx$.

Варианты ответов:

- 1) $-x \cos x + \sin x + C$
- 2) $x \cos x + \sin x + C$
- 3) $-x \cos x - \sin x + C$
- 4) $x \cos x - \sin x + C$

13. Решить задачу Коши: $y' = 2^{x-y}$, $y(1) = 1$.

Варианты ответов:

- 1) $y = -x + C$
- 2) $y = x + C$
- 3) $y = x$
- 4) $y = -x$

14. Найти общее решение дифференциального уравнения $y'' + 12y' + 36y = 0$.

Варианты ответов:

- 1) $y = e^{-6x}(C_1 - C_2 x)$
- 2) $y = e^{-6x}(C_1 + C_2 x)$

$$3) y = e^{6x}(C_1 + C_2 x)$$

$$4) y = e^{6x}(C_1 - C_2 x)$$

15. Исследовать на сходимость знакочередующийся ряд $1 - \frac{1}{2^2} + \frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2} + \dots$

Варианты ответов:

- 1) ряд сходится абсолютно
- 2) ряд расходится
- 3) ряд сходится условно
- 4) ряд не является знакочередующимся

5.2.3. Комплект контрольных работ

Тема 1. Введение в анализ

(предел последовательности, предел и непрерывность функции)

Вариант 1

Вычислите пределы числовых последовательностей и функций:

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

$$2. \lim_{x \rightarrow -2} \frac{x^3 + 3x^2 + 2x}{x^2 - x - 6};$$

$$3. \lim_{x \rightarrow 3} \left(\frac{1}{x-3} - \frac{6}{x^2-9} \right);$$

$$4. \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin \frac{x}{2}}{x};$$

$$5. \lim_{n \rightarrow +\infty} \left(1 + \frac{2}{n} \right)^{3n}.$$

Вариант 2

Вычислите пределы числовых последовательностей и функций:

$$1. \lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{8x^5 + 3x^3 + 2}{4x^5 + 2x^3 - 3};$$

$$2. \lim_{x \rightarrow 5} \frac{x^2 - 3x - 10}{x^3 - 125};$$

$$3. \lim_{x \rightarrow 1} \left(\frac{1}{x-1} - \frac{3}{1-x^3} \right);$$

$$4. \lim_{x \rightarrow 0} 3x \cdot \operatorname{ctg} \frac{x}{2};$$

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

Тема 2. Дифференциальное исчисление функций одной переменной

Вариант 1

1. Издержки производства некоторой продукции определяются функцией $y = 5x^2 + 80x$, где x - число единиц произведённой за месяц продукции. Эта продукция продаётся по цене

280 руб. за изделие. Сколько изделий нужно произвести и продать, чтобы прибыль была максимальна?

2. Исследуйте функции и постройте их графики:

а $y = \frac{x^4}{4} - 2x^2$;

б. $y = x - \ln x$.

Вариант 2

1. На монопольном рынке спрос на некоторый товар определяется следующей функцией: $y = 780 - 2x - 0,1x^2$, где x - число единиц товара. Найти максимальную прибыль, если средние издержки производства этого товара составляют $\bar{C}(x) = \frac{1000}{x} + 500 + 2x$. При каком значении цены прибыль максимальна?

2. Исследуйте функции и постройте их графики:

а. $y = x + \arctg x$;

б. $y = \frac{x^2}{x^2 - 1}$.

Тема 3. Интегральное исчисление функции от одной переменной

Вариант 1

1. Функция предельных издержек некоторой продукции имеет вид $C'(x) = 30xe^{0,001x^2}$. Найти функцию издержек, если фиксированные издержки составляют 20000 рублей.

2. Вычислите неопределённые интегралы:

а. $\int (\sqrt{x} - 5)^2 dx$; б. $\int \frac{3}{(1+5x)^4} dx$; в. $\int (x^2 + 3x + 2) \ln x dx$.

3. Вычислите площадь фигуры, ограниченной линиями:

а) $xy = 4$, $x = 1$, $x = 4$, $y = 0$;

б) $y = x^2 + 2$, $x = -1$, $x = 2$, $y = 0$;

в) $y = \ln x$, $x = e$, $y = 0$.

4. Вычислите несобственный интеграл или установите его расходимость:

а) $\int_0^{+\infty} e^{-x} \sin x dx$;

б) $\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dx}{x^2 + 6x + 10}$.

Вариант 2

1. Функция предельной прибыли некоторой продукции имеет вид $P'(x) = 25 - 0,004x$. Прибыль предприятия составляет 35,8 тыс. руб., если продано 1200 изделий. Найти функцию прибыли.

2. Вычислите неопределённые интегралы:

а) $\int (x-5)^3 dx$; б) $\int x \cos 2x dx$; в) $\int \frac{7x-15}{x^3 - 2x^2 + 5x} dx$.

3. Вычислите площадь фигуры, ограниченной линиями:

а) $y = 4 - x^2$, $y = 0$;

б) $y = x^2$, $y = 2 - x^2$;

в) $y = \sin 2x$, $x = \frac{\pi}{2}$, $y = 1$, где $\frac{\pi}{4} \leq x \leq \frac{\pi}{2}$.

4. Вычислите несобственный интеграл или установите его расходимость:

а) $\int_0^{+\infty} x e^{-x^2} dx$;

б) $\int_1^{+\infty} \frac{dx}{x^5}$;

в) $\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dx}{x^2 + 4x + 5}$.

Тема 4. Дифференциальное исчисление функций нескольких переменных

Вариант 1

1. Найдите частные производные функции: а. $z = x^2 y^3 + x^3 y$; б. $z = \frac{xy}{x+y}$.
2. Вычислите $\overrightarrow{\text{grad}} z$; dz и $d^2 z$, если $z = y \cdot e^{y-x}$.
3. Найдите экстремумы функции $z = xy(1-x-y)$.
4. Найдите условный экстремум функции $z = e^{x+2y}$ при условии $x^2 + y^2 = 1$.

Вариант 2

1. Найдите частные производные функции: а. $z = x e^{-xy}$; б. $z = x\sqrt{y} + \frac{y}{\sqrt[3]{x}}$.
2. Вычислите $\overrightarrow{\text{grad}} z$; dz и $d^2 z$, если $z = x \cdot \sin^2 y$.
3. Найдите экстремумы функции $z = x^3 - y^3 - 3xy$.
4. Найдите условный экстремум функции $z = \cos^2 x + \cos^2 y$ при условии $y - x = \frac{\pi}{4}$.

Тема 5. Дифференциальные уравнения.

Вариант 1

1. Найдите общее решение дифференциального уравнения:
 - а. $x\sqrt{5+y^2}dx + y\sqrt{1+x^2}dy = 0$;
 - б. $x^2 dy = (y^2 + xy)dx$;
 - в. $(3x^2 + 2y)dx + (2x - 3)dy = 0$;
 - г. $y' + y \cos x = \sin 2x$;
 - д. $y' + xy = x^3 y^3$;
 - е. $y'' + y' - 2y = 0$;
 - ж. $y'' - 4y' + 13y = 0$;
 - з. $y'' - 4y' + 4y = 0$.

Вариант 2

1. Найдите общее решение дифференциального уравнения:
 - а. $y' + 2xy = 2x$;
 - б. $-3xdx - 2xy^2 dx = 3x^2 y dy$;

в. $xdy - ydx = \sqrt{x^2 + y^2} dx$;

г. $(x + y)dx + xdy = 0$;

д. $y' - y \sin x = y^2 e^{\cos x}$;

е. $y'' - 3y' - 4y = 0$;

ж. $y'' + 8y' + 16y = 0$;

з. $y'' + 4y' = 0$.

Тема 6. Числовые и функциональные ряды

Вариант 1

1. Исследуйте на сходимость числовой ряд:

а. $1 + \frac{1}{10} + \frac{1}{100} + \frac{1}{1000} + \dots$;

б. $\frac{(1!)^2}{3!} + \frac{(2!)^2}{5!} + \frac{(3!)^2}{7!} + \frac{(4!)^2}{9!} + \dots$;

в. $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{n - \sin n}$;

г. $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n-2}{n^3}$;

д. $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{7^n}{3^n}$.

2. Исследуйте на сходимость знакочередующийся ряд:

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

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

3. Найдите область сходимости степенного ряда:

а. $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{10^n x^n}{\sqrt{n}}$;

б. $\sum_{n=1}^{+\infty} (-1)^{n-1} \frac{x^{n-1}}{(2n-1)!}$.

Вариант 2

1. Исследуйте на сходимость ряд:

а. $\frac{2 \cdot 1!}{1^1} + \frac{2^2 \cdot 2!}{2^2} + \frac{2^3 \cdot 3!}{3^3} + \frac{2^4 \cdot 4!}{4^4} + \dots$

б. $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{1}{10^n + n}$;

в. $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{n}{1 + n^4}$;

г. $\sum_{n=1}^{+\infty} \frac{\arctg n}{1 + n^2}$;

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

2. Исследуйте на сходимость знакочередующийся ряд:

$$а. \sum_{n=1}^{+\infty} (-1)^n \frac{\ln n}{n\sqrt{n}};$$

$$б. \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{(-1)^n}{\sqrt[4]{n^5}}.$$

3. Найдите область сходимости степенного ряда:

$$а. \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{x^n}{(2n-1) \cdot 2^n};$$

$$б. \sum_{n=1}^{+\infty} \frac{nx^{n+1}}{n+1}.$$

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Кундышева, Е. С. Математика [Электронный ресурс]: Учебник для экономистов / Е. С. Кундышева. — 4-е изд. — М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2015. — 564 с. (доступно в ЭБС «Знаниум», режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/512127>).

2. Журбенко Л. Н. Математика в примерах и задачах: Учебное пособие / Журбенко Л.Н., Никонова Г.А., Никонова Н.В., Дегтярева О.М. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 372 с. (доступно в ЭБС «Знаниум», режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=484735>).

3. Красс М.С. Математика для экономического бакалавриата: Учебник / М.С. Красс, Б.П. Чупрынов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 472 с. (доступно в ЭБС «Знаниум», режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=558399>).

б) дополнительная литература:

1. Жукова, Г. С. Математика: учебное пособие / Г.С. Жукова. — Москва: ИНФРА-М, 2019. — 351 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-108295-9. - Текст: электронный. - URL: (доступно в ЭБС «Знаниум», режим доступа: <https://new.znanium.com/catalog/product/1067391>)

2. Лунгу, К. Н. Высшая математика. Руководство к решению задач. Ч. 2: Учебное пособие / Лунгу К.Н., Макаров Е.В., - 2-е изд. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2015. - 384 с.: ISBN 978-5-9221-1603-9. - Текст : электронный. - URL:(доступно в ЭБС «Знаниум», режим доступа <https://new.znanium.com/catalog/product/854393>)

3. Лурье, И. Г. Высшая математика. Практикум: учеб. пособие / И.Г. Лурье, Т.П. Фунтикова. — Москва: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2018. — 160 с. - ISBN 978-5-16-100262-9. - Текст: электронный. - URL: (доступно в ЭБС «Знаниум», режим доступа: <https://new.znanium.com/catalog/product/935333>)

4. Ржевский, С.В. Высшая математика: учебник / С.В. Ржевский. – Москва: Инфра-М; Znanium.com, 2018. – 814 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-16-107481-7 (online). – Текст: электронный. – URL: (доступно в ЭБС «Знаниум», режим доступа: <https://new.znanium.com/catalog/product/1014067>)

5. Шипачев В.С. Высшая математика: Учебник / В.С. Шипачев. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 479 с.: (доступно в ЭБС «Знаниум», режим доступа

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Операционная система Microsoft Windows
2. Пакет прикладных программ Microsoft Office
3. Правовая система «Консультант плюс»
4. Правовая система «Гарант».
5. Интернет браузеры (Mozilla Firefox, Google Chrome)

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: компьютерная техника с подключением к сети «Интернет», экран, проектор для вывода мультимедиа материалов на экран, динамики для воспроизведения звука, доска.

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

Специальные условия организации обучения по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Организация обучения по дисциплине инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья при наличии таких обучающихся путем создания специальных условий для получения образования.

Профессорско-преподавательский состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии).

В соответствии с Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащенности образовательного процесса, утв. Минобрнауки РФ 08.04.2014 АК-44/05вн при изучении дисциплины предполагается использование социально-активных и рефлексивных методов обучения, технологий социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе.

При освоении дисциплины используются различные сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности обучающихся для достижения запланированных результатов обучения и формирования компетенций. Форма проведения промежуточной аттестации для обучающихся-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья устанавливается с учетом индивидуальных психофизиологических особенностей. По личной просьбе обучающегося с ограниченными возможностями здоровья, изложенной в форме письменного заявления, по дисциплине предусматриваются:

- замена устного ответа на письменный ответ при сдаче зачёта, экзамена;
- увеличение продолжительности времени на подготовку к ответу на зачёте, экзамене;
- при подведении результатов промежуточной аттестации студентов выставляется максимальное количество баллов за посещаемость аудиторных занятий.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки 09.03.03 «Прикладная информатика».

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии Павловского филиала ННГУ протокол № 3 от 24.05.2023.