

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий
Кафедра «Физика и естественнонаучные дисциплины»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
по дисциплине «Математика»

Направления подготовки
«09.03.02 Информационные системы и технологии»

Основная профессиональная образовательная программа
«Информационные системы и технологии»

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Цель освоения учебной дисциплины

Цель освоения дисциплины «Математика»:

приобретение знаний, предусмотренных программой, формирование умения и навыков применять полученные знания при решении конкретных задач.

Задачи изучения дисциплины:

- развитие логического и алгоритмического мышления студента;
- выработка умения моделировать реальные процессы;
- освоение приемов решения и исследования математически формализованных задач.

Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплине «Математика» предшествует общематематическая подготовка в объеме средней общеобразовательной школы или колледжа.

Знания, умения и практические навыки, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин:

- Физика
- Информатика
- Химия
- Исследование операций
- Теория принятия решений
- Математическое моделирование / Численные методы
- Учебная практика (ознакомительная практика)
- Учебная практика (практика по получению первичных профессиональных умений и навыков)

Государственная итоговая аттестация

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции:

универсальные:

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	З-УК-1 Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа. У-УК-1 Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников В-УК-1 Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач

общепрофессиональные:

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.	З-ОПК-1 Знать: основы естественнонаучных и инженерных дисциплин, методов математического анализа и моделирования. У-ОПК-1 Уметь: применять основные законы естественнонаучных и инженерных дисциплин при решении стандартных профессиональных задач. В-ОПК-1 Владеть: математическим аппаратом; методами теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.

Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

Направление/цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебной дисциплины	Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность
Профессиональное воспитание	формирование культуры исследовательской и инженерной деятельности (В16)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования культуры исследовательской и инженерной деятельности за счёт практических студенческих исследований современных производственных систем; проектной деятельности студентов по разработке и оптимизации технологических систем, связанной с решением реальных производственных задач; прохождения через разнообразные игровые, творческие, фестивальные формы, требующие анализа сложного объекта, постановки относительно него преобразовательных задач для их оптимального решения.	1. Организация научно-практических конференций и встреч с ведущими специалистами предприятий города и ветеранами атомной отрасли. 2. Организация и проведение предметных олимпиад и участие в конкурсах профессионального мастерства.

Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина преподается студентам в 1,2,3 семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 12 зачетных единиц, 432 часа.

Календарный план

№ Р	№ Т	Наименование раздела (темы) дисциплины	Виды учебной деятельности (в часах)	Аттестация раз-	Максималь-
-----	-----	--	-------------------------------------	-----------------	------------

а з д е л а	е м ы	ны	Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС	дела (форма)	ный балл за раздел
1 семестр									
1	1	Линейная алгебра.	32/4	6/2	-	6/2	10	3-КР1 5-ДЗ1 8-Кл1	30
	2	Векторная алгебра.	18	4	-	4	10		
	3	Аналитическая геометрия.	32/4	6/2	-	6/2	10		
	4	Комплексные числа.	14	2	-	2	10		
2	5	Введение в математический анализ.	22/4	6/2	-	6/2	10	12-КР2	20
	6	Дифференциальное исчисление функции одной переменной.	26/8	8/4	-	8/4	18	16-КР3	
			180/20	32/10		32/10	68		
Вид промежуточной аттестации			48					экзамен	50
2 семестр									
3	7	Функции многих переменных	32/4	6/2	-	6/2	2	3-КР4 5-КР5 8-Кл2	30
	8	Неопределенные и определенные интегралы	50/8	10/4	-	10/4	2		
4	9	Кратные интегралы	36/4	8/2		8/2	2	12-ДЗ2 15-КР6	20
	10	Обыкновенные дифференциальные уравнения и их системы	26/8	8/2	-	8/2	2		
			108/20	32/10		32/10	8		
Вид промежуточной аттестации			36					экзамен	
3 семестр									
5	11	Ряды.	36/4	8/2	-	8/2	10	3-КР7 5-ДЗ 3 8-Кл3	30
	12	Уравнения математической физики.	28/4	4/2	-	4/2	10		
	13	Криволинейные и поверхностные интегралы. Теория поля.	22/4	6/2	-	6/2	10		
6	14	Теория функции комплексного переменного.	22/4	6/2		6/2	10	12-Т1 15-КР8	20
	15	Дискретная математика.	36/4	8/2	-	8/2	4		
			144/20	32/10		32/10	44		
Вид промежуточной аттестации			36					экзамен	50

* - сокращенное наименование формы контроля

** - сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращенное наименование форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КР	Контрольная работа
ДЗ	Домашнее задание
Кл	Коллоквиум

Содержание лекционного курса

Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1 семестр	6	
Тема 1. Линейная алгебра. Матрицы и действия над ними, определители 2-го и 3-го, их вычисление. Понятие системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Метод Крамера решения СЛАУ.		1-3,5,6
Тема 2. Векторная алгебра Скалярные и векторные величины. Линейные операции над векторами. Базис, разложение вектора по базису. Действия над векторами в координатной форме. Скалярное произведение 2-х векторов, его свойства и выражение в координатной форме. Векторное и смешанное произведения.	4	1-3,5,6
Тема 3. Аналитическая геометрия. Координаты на плоскости и в пространстве: декартовы, полярные, цилиндрические. Уравнение прямой: с угловым коэффициентом, общее, в отрезках. Уравнение пучка прямых, уравнение прямой, проходящей через две данные точки. Угол между двумя прямыми, условия параллельности и перпендикулярности. Плоскость: общее уравнение, понятие нормального вектора. Частные случаи расположения плоскости в координатном пространстве. Угол между плоскостями, условия параллельности и перпендикулярности двух плоскостей. Прямая в пространстве: понятие направляющего вектора, каноническое уравнение прямой, общее уравнение, параметрическое уравнение. Взаимное расположение двух прямых в пространстве. Угол между прямыми. Взаимное расположение прямой и плоскости. Угол между прямой и плоскостью. Условия параллельности и перпендикулярности прямой и плоскости. Кривые 2 порядка.	6	1-3,5,6
Тема 4. Комплексные числа. Определение комплексного числа. Алгебраическая, тригонометрическая и показательная формы комплексного числа. Действия над комплексными числами.	2	6
Тема 5. Введение в математический анализ. Определения предела функции. Односторонние пределы. Бесконечно большие и бесконечно малые функции. Эквивалентные бесконечно малые функции. Первый и второй замечательные пределы.	6	4,6
Тема 6. Дифференциальное исчисление функции одной переменной. Производная функции, ее геометрический и механический	8	4,6

смысл. Правила дифференцирования функций. Таблица производных. Производные высших порядков. Дифференциал функции. Приложение производных к исследованию функции и построению графика. Правило Лопиталя.		
Итого	32	
2 семестр	6	4,6
Тема 7. Функции нескольких переменных. Определение функции двух переменных. Предел функции. Частные производные. Частные производные высших порядков.		
Тема 8. Неопределенные и определенные интегралы. Первообразная. Неопределенный интеграл и его свойства. Таблица основных формул интегрирования. Непосредственное интегрирование. Определенный интеграл как предел интегральных сумм. Основные свойства определенного интеграла. Формула Ньютона-Лейбница. Вычисление определенного интеграла.	10	4,6
Тема 9. Кратные интегралы. Двойные интегралы: определение, геометрический смысл, свойства. Вычисление двойных интегралов. Приложение двойного интеграла. Определения, свойства, вычисление, приложение тройных интегралов.	8	4,6
Тема 10. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Основные понятия дифференциальных уравнений. Дифференциальные уравнения 1-го порядка с разделяющимися переменными, линейные уравнения. Уравнения высших порядков.	8	4,6
3 семестр		
Тема 11. Ряды. Определение числового ряда. Сумма, сходимость ряда. Необходимый признак сходимости. Достаточные признаки сходимости числовых рядов. Знакопеременные ряды. Общий достаточный признак сходимости. Признак Лейбница. Степенные ряды. Теорема Абеля. Радиус и интервал сходимости степенного ряда.	8	4,6
Тема 12. Уравнения математической физики. Основные уравнения математической физики. Вывод уравнения колебаний струны. Решение уравнения колебаний струны методом Даламбера, методом Фурье. Уравнение распространения тепла в стержне. Решение методом Фурье. Уравнение Лапласа. Решение задачи Дирихле в круге методом Фурье.	4	8
Тема 13. Криволинейные и поверхностные интегралы. Теория поля. Определение криволинейных интегралов первого и второго рода, их основные свойства и вычисление. Геометрические и механические приложения. Формула Остроградского-Грина. Определение поверхностных интегралов первого и второго рода, их свойства, вычисление и приложение. Формула Остроградского-Гаусса, Стокса. Скалярное и векторное поле. Градиент и производная по направлению. Поток векторного поля через поверхность, вычисление потока. Теорема Остроградского-Гаусса. Дивергенция и ее вычисление. Циркуляция векторного поля. Теорема Стокса. Ротор поля.	6	4,6
Тема 14. Теория функции комплексного переменного.	6	6

Определение функции комплексной переменной, ее предел, непрерывность. Элементарные функции комплексной переменной. Определение и вычисление производной функции комплексной переменной. Условия Коши-Римана. Интегрирование функции комплексной переменной. Первообразная, неопределенный интеграл, формула Ньютона-Лейбница.		
Тема 15. Дискретная математика. Математическая логика. Высказывания, связки, формулы. Равносильные преобразования формул. Множества. Операции над множествами. Отношения и функции. Графы. Виды графов. Матрицы смежности и инцидентности. Операции с графами.	8	7
Итого	32	

Перечень практических занятий

Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1 семестр	6	
Линейная алгебра. Действия над матрицами. Вычисление определителей. Решение СЛАУ.	4	1-3,5,6
Векторная алгебра. Скалярное произведение векторов, угол между векторами. Векторное произведение векторов, площадь параллелограмма. Смешанное произведение векторов, объем параллелепипеда.	6	1-3,5,6
Аналитическая геометрия. Уравнения прямой на плоскости и в пространстве. Вычисление угла между прямыми. Уравнения плоскости, вычисление угла между плоскостями. Расстояние от точки до прямой и плоскости. Уравнения кривых второго порядка на плоскости.	2	6
Комплексные числа. Переход от алгебраической форме комплексного числа к тригонометрической и обратно. Действия над комплексными числами.	6	4,6
Введение в математический анализ. Вычисление пределов функций. Раскрытие неопределенностей различного вида.	8	4,6
Дифференциальное исчисление функции одной переменной. Вычисление производных от суммы, произведения, частного. Дифференцирование сложной функции. Производные высших порядков, их вычисление. Правило Лопиталя. Исследование функции с помощью производной. Построение графика функции.	32	
Итого	6	4,6
2 семестр		
Функции нескольких переменных. Вычисление частных производных функций 2-х переменных. Вычисление полного дифференциала. Вычисление частных производных высших порядков.	10	4,6
Неопределенные и определенные интегралы. Непосредственное интегрирование неопределенного интеграла. Замена переменных. Интегрирование по частям. Интегрирование рациональных дробей, тригонометрических		

функций. Вычисление определенного интеграла. Приложение определенного интеграла.		
Кратные интегралы. Вычисление двойного интеграла.	8	4,6
Обыкновенные дифференциальные уравнения и их системы. Решение дифференциальных уравнений 1 порядка с разделяющимися переменными, однородных, линейных уравнений. Решение уравнений высшего порядка. Линейные уравнения второго порядка, их решение. Системы дифференциальных уравнений.	8	4,6
Итого	32	
3 семестр	8	4,6
Ряды. Исследование числовых рядов на сходимость. Нахождение интервала сходимости степенного ряда. Ряды Фурье.		
Уравнения математической физики. Уравнение колебания струны, его решение методом Фурье, методом Даламбера.	4	8
Криволинейные и поверхностные интегралы. Теория поля. Вычисление тройного интеграла, криволинейного, поверхностного интегралов.	6	4,6
Функция комплексного переменного. Нахождение производной и интеграла функции комплексного переменного.	6	6
Дискретная математика. Составление таблиц истинности формул. Операции над множествами. Составление диаграммы Эйлера-Венна. Множества. Таблицы истинности. Графы. Матрицы смежности и инцидентности для неориентированного графа и орграфа.	8	7
Итого	32	

Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
1 семестр	10	
Вычисление определителей высших порядков. Ранг матрицы. Решение систем линейных однородных уравнений.		1-3,5,6
Приложения векторного, смешанного произведений.	10	1-3,5,6
Преобразование системы координат. Поверхности 2-го порядка.	10	1-3,5,6
Комплексные числа и действия над ними.	10	6
Основные характеристики функций. Основные элементарные функции.	10	4,6
Применение дифференциала к приближенным вычислениям. Приложения производных. Численные методы решения нелинейных уравнений.	18	4,6
Итого	68	
2 семестр	2	
Дифференцирование сложной и неявной функции. Экстремум функции 2-х переменных, его вычисление. Наибольшее и наименьшее значения функции в замкнутой области.		4,6

Условный экстремум.		
Интегрирование некоторых иррациональных выражений Приложение интеграла к вычислению площадей плоских фигур, длин дуг кривых, объемов тел. Несобственные интегралы.	2	4,6
Вычисление тройного интеграла. Приложение.	2	4,6
Метод Лагранжа решения дифференциальных уравнений. Решение систем дифференциальных уравнений. Приближенное решение дифференциальных уравнений.	2	4,6
Итого	8	
3 семестр	10	
Разложение функций в ряд Тейлора и ряд Маклорена. Приближенные вычисления с использованием степенных рядов. Ряды Фурье.		4,6
Основные уравнения математической физики. Вывод уравнения колебаний струны. Уравнение распространения тепла в стержне. Решение методом Фурье. Уравнение Лапласа. Решение задачи Дирихле в круге методом Фурье.	10	8
Определение, свойства, вычисление, приложение поверхностных интегралов 1-го и 2-го рода. Формулы Остроградского-Гаусса и Стокса. Понятие и вычисление потока векторного поля. Определение и вычисление дивергенции, циркуляции и ротора.	10	4,6
Ряды Тейлора и Лорана. Вычисление вычетов функций.	10	6
Эквивалентные, конечные и бесконечные множества. Мощность множества. Счетные множества и их свойства. равносильные формулы логики предикатов. Приведенные и нормальные формы в логике предикатов. Исчисление предикатов. Изоморфизм графов. Действия над графами. Упорядочивание дуг и вершин графа.	4	7
Итого	44	

Образовательные технологии

При реализации учебного материала курса используются различные образовательные технологии, способствующие созданию атмосферы свободной и творческой дискуссии как между преподавателем и студентами, так и в студенческой группе. Целью при этом является выработка у студентов навыков и компетенций, позволяющих самостоятельно вести исследовательскую и научно-педагогическую работу.

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций с использованием ПК и компьютерного проектора, практических занятий, с использованием ПК при проведении расчетов. Самостоятельная работа студентов проводится под руководством преподавателей, с оказанием консультаций и помощи при подготовке к контрольным работам, выполнении домашних заданий.

Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Наименование оценочного средства
Входной контроль			

1	Входной контроль		Вопросы
Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости			
	Раздел 1 Темы: 1. Линейная алгебра. 2. Векторная алгебра. 3. Аналитическая геометрия. 4. Комплексные числа.	3-УК-1 У-УК-1 В-УК-1 3-ОПК-1 У-ОПК-1 В-ОПК-1	Контрольная работа 1 Домашнее задание 1, Коллоквиум 1
2	Раздел 2 Тема 5. Введение в математический анализ. Тема 6. Дифференциальное исчисление функции одной переменной.	3-УК-1 У-УК-1 В-УК-1 3-ОПК-1 У-ОПК-1 В-ОПК-1	Контрольная работа 2 Контрольная работа 3
Промежуточная аттестация			
	Экзамен 1	3-УК-1 У-УК-1 В-УК-1 3-ОПК-1 У-ОПК-1 В-ОПК-1	Вопросы к экзамену
3	Раздел 3. Тема 7. Функции многих переменных. Тема 8. Неопределенный и определенный интегралы.	3-УК-1 У-УК-1 В-УК-1 3-ОПК-1 У-ОПК-1 В-ОПК-1	Контрольная работа 4 Контрольная работа 5 Коллоквиум 2
4	Раздел 4. Тема 9. Кратные интегралы. Тема 10. Дифференциальные уравнения.	3-УК-1 У-УК-1 В-УК-1 3-ОПК-1 У-ОПК-1 В-ОПК-1	Домашнее задание 2 Контрольная работа 6
Промежуточная аттестация			
	Экзамен 2	3-УК-1 У-УК-1 В-УК-1 3-ОПК-1 У-ОПК-1 В-ОПК-1	Вопросы к экзамену
5	Раздел 5. Тема 11. Ряды. Тема 12. Уравнения математической физики. Тема 13. Криволинейные и поверхностные интегралы. Теория поля.	3-УК-1 У-УК-1 В-УК-1 3-ОПК-1 У-ОПК-1 В-ОПК-1	Коллоквиум 3, Контрольная работа 7, Домашнее задание 3
6	Раздел 6. Тема 14. Теория функции комплексного переменного. Тема 15. Дискретная математика.	3-УК-1 У-УК-1 В-УК-1 3-ОПК-1 У-ОПК-1 В-ОПК-1	Тест 1 Контрольная работа 8
Промежуточная аттестация			
	Экзамен 3	3-УК-1 У-УК-1 В-УК-1 3-ОПК-1 У-ОПК-1 В-ОПК-1	Вопросы к экзамену

Входной контроль предназначен для выявления пробелов в знаниях студентов и готовности их к получению новых знаний.

Текущий контроль – это непрерывно осуществляемый мониторинг уровня усвоения знаний и формирования умений и навыков в течение семестра. Текущий контроль знаний, умений и навыков студентов осуществляется в ходе учебных (аудиторных) занятий, проводимых по расписанию. Формами текущего контроля являются выполнение контрольных работ и домашних заданий.

В качестве оценочного средства аттестации раздела используются коллоквиум, итоговая контрольная работа.

Для промежуточной аттестации предусмотрены экзаменационные вопросы и практические задания.

По итогам обучения выставляется экзамен.

1 семестр

Примерные вопросы входного контроля

1. Понятия медианы, биссектрисы высоты треугольника.
2. Свойства равнобедренного треугольника.
3. Соотношения между сторонами и углами прямоугольного треугольника.
4. Вычисление площади треугольника.
5. Квадрат, прямоугольник, параллелограмм, ромб, трапеция. Их свойства, формулы площадей.
6. Окружность и круг. Радиус, хорда, диаметр, касательная, секущая.
7. Длина окружности, длина дуги окружности.
8. Площадь круга и площадь сектора.
9. Куб, параллелепипед, призма, пирамида. Формулы площадей их поверхностей и объемов.
10. Функция, ее область определения и область значения.
11. Основные элементарные функции, их свойства и графики.
12. Основное тригонометрическое тождество.
13. Формулы приведения, сложения, двойного и половинного аргумента тригонометрических функций.
14. Решение тригонометрических уравнений вида $y = \sin x$, $y = \cos x$, $y = \tan x$.
15. Формулы сокращенного умножения.
16. Разложение квадратного трехчлена на линейные множители.

Примерный вариант контрольной работы 1 (КР1)

Дана система линейных алгебраических уравнений

$$\begin{cases} x_1 - 2x_2 + x_3 = 1, \\ 2x_1 + 3x_2 - x_3 = 8, \\ x_1 - x_2 + 2x_3 = -1. \end{cases}$$

Найти решение системы методом Крамера, матричным методом, методом Гаусса.

Примерный вариант домашнего задания 1 (ДЗ1)

По координатам вершин пирамиды $A_1(2;-3;1)$, $A_2(-1;-4;2)$,

$A_3(4;-1;2)$, $A_4(3;-4;2)$ найти: 1) длины ребер A_1A_2 и A_1A_3 ; 2) угол между ребрами A_1A_2 и A_1A_3 ; 3) площадь грани $A_1A_2A_3$; 4) объем пирамиды; 5) уравнения прямых A_1A_2 и A_1A_3 ; 6) уравнения плоскостей $A_1A_2A_3$ и $A_1A_2A_4$; 7) угол между плоскостями $A_1A_2A_3$ и $A_1A_2A_4$.

Примерный вариант контрольной работы 2 (КР2)

Вычислить пределы, не пользуясь правилом Лопиталя.

а) $\lim_{x \rightarrow 3} \frac{x^2 - 9}{x^2 - 3x}$; б) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sqrt{x+4} - 2}{x}$; в) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{2 \arcsin x}{3x}$;

г) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x^3 + 2x^2 + 3x + 4}{4x^3 + 3x^2 + 2x + 1}$; д) $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{x+3}{x+5} \right)^x$.

Вопросы коллоквиума1 (Кл1)

1. Матрицы. Основные понятия
2. Действия над матрицами.
3. Понятие определителя, вычисление.

4. Свойства определителей.
5. Определение и вычисление обратной матрицы.
6. Системы линейных уравнений, основные понятия.
7. Решение систем линейных уравнений матричным способом.
8. Решение систем линейных уравнений методом Крамера.
9. Векторы. Основные понятия. Линейные операции над векторами.
10. Проекция вектора на ось. Координаты вектора.
11. Разложение вектора по базису.
12. Длина вектора. Направляющие косинусы.
13. Определение скалярного произведения векторов. Угол между векторами.
14. Условие перпендикулярности векторов. Определение и условие коллинеарности векторов.
15. Выражение скалярного произведения через координаты векторов.
16. Векторное произведение. Основные понятия.
17. Вычисление площади параллелограмма, построенного на векторах.
18. Выражение векторного произведения через координаты векторов.
19. Определение смешанного произведения векторов.
20. Выражение смешанного произведения через координаты векторов.
21. Приложение смешанного произведения.
22. Полярная система координат. Формулы связи между прямоугольными и полярными координатами точки.
23. Уравнение прямой с угловым коэффициентом.
24. Уравнение прямой, проходящей через две данные точки.
25. Уравнение прямой «в отрезках».
26. Общее уравнение прямой.
27. Угол между прямыми на плоскости. Условия параллельности и перпендикулярности.
28. Расстояние от данной точки до данной прямой.
29. Общее уравнение плоскости.
30. Уравнение плоскости, проходящей через три точки.
31. Уравнение плоскости «в отрезках».
32. Угол между двумя плоскостями. Условия параллельности и перпендикулярности плоскостей.
33. Расстояние от точки до плоскости.
34. Канонические уравнения прямой в пространстве.
35. Уравнения прямой в пространстве, проходящей через две точки.
36. Параметрические уравнения прямой в пространстве.
37. Угол между прямыми в пространстве. Условия параллельности и перпендикулярности.
38. Эллипс. Гипербола. Парабола. Канонические уравнения.
39. Комплексные числа. Основные понятия. Формы записи.
40. Действия над комплексными числами.

Примерный вариант контрольной работы 3 (КР3)

Найти производные первого порядка:

$$1) y = \frac{x^3}{x^3 + 1}, \quad 2) y = (\ln x)^{\operatorname{tg} 2x}, \quad 3) x^2 - 2y^2 = 1, \quad 4) \begin{cases} x = t^2 \\ y = t^3 + t \end{cases}.$$

$$5) \text{ Найти } y'' \text{ для функции } y = \frac{x+3}{e^{4x}}:$$

$$6) \text{ Вычислить предел } \lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{e^x}{x^3}, \text{ используя правило Лопиталья.}$$

Промежуточная аттестация по дисциплине в соответствии с учебным планом направления проводится в форме экзамена. Экзамен по дисциплине представляет собой итоговое испытание

по профессионально-ориентированным проблемам, устанавливающее соответствие подготовленности студентов требованиям образовательного стандарта. Экзамен проводится с целью проверки уровня и качества сформированности компетенций в рамках соответствующего этапа и позволяет выявить и оценить теоретическую и практическую подготовку студента для решения профессиональных задач.

Экзамен проводится в письменной форме по индивидуальному экзаменационному билету.

Каждый экзаменационный билет имеет типовую структуру:

1. Теоретический вопрос по изученному курсу.
2. Практическое задание.

Пример типового экзаменационного билета по дисциплине

1. Логарифмическое дифференцирование.
2. Теорема Коши (об отношении приращений двух функций). Теорема Лагранжа (о конечных приращениях).

3. Вычислить предел функции $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{4}{x} [\ln(2+x) - \ln 2]$

4. Найти производную функции $y = e^{\sin x} \operatorname{arctg} 2x;$

Вопросы к экзамену 1 (1 семестр)

1. Определение предела функции.
2. Односторонние пределы функции.
3. Свойства пределов.
4. Бесконечно малые и бесконечно большие функции и их свойства.
5. Эквивалентные бесконечно малые функции. Свойство эквивалентных бесконечно малых функций.
6. Первый и второй замечательные пределы.
7. Непрерывность функции в точке и области.
8. Точки разрыва функции, их классификация.
9. Производная, ее геометрический и механический смысл.
10. Производная сложной функции.
11. Производная обратной функции.
12. Производная функции заданной неявно.
13. Производная функции заданной параметрически.
14. Логарифмическое дифференцирование.
15. Дифференциал функции.
16. Приложение дифференциала в приближенных вычислениях.
17. Производные высших порядков.
18. Правило Лопиталя.
19. Признак монотонности функции.
20. Точки экстремума. Необходимое условие точки экстремума.
21. Достаточные условия точки экстремума.
22. Наибольшее и наименьшее значения функции на отрезке.
23. Выпуклость и вогнутость графика функции, точки перегиба.
24. Необходимое и достаточное условия точки перегиба.
25. Асимптоты графика функции.
26. Общая схема исследования функции и построение графика.

2 семестр

Примерный вариант контрольной работы 4 (КР4)

1. Найти частные производные первого порядка функции $z = \sin(4x^3 + 4y^2)$

2. Найти полный дифференциал функции $z = 4y + x^3y$.
3. Найти частную производную второго порядка z''_{xy} функции $z = x^3 - 4x^2y + 5y^2$.
4. Найти $\frac{dz}{dx}$ функции $z = xy$, где $y = \frac{1}{x}$.
5. Исследовать функцию $z = 6y - 3y^2 - 2x^2 - 8x - 6$ на экстремум.

Примерный вариант контрольной работы 5 (КР5)

Найти неопределенные интегралы:

$$1) \int \frac{3-2x^4+\sqrt[3]{x^2}}{\sqrt[4]{x}} dx; \quad 2) \int \frac{\ln^8 x dx}{x} \quad 3) \int (2x+8) \cos 7x dx; \quad 4) \int \frac{x^3 - 13x - 13}{x^2 - x - 12} dx.$$

Вычислить определенный интеграл:

$$5) \int_0^4 \frac{\sqrt{x}}{1+2\sqrt{x}} dx;$$

6) Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями:

$$y = 2x \text{ и } y = 3 - x^2.$$

Вопросы к коллоквиуму 2 (Кл2)

1. Понятие функции нескольких переменных.
2. Предел функции 2-х переменных в точке.
3. Непрерывность функции двух переменных.
4. Частные производные первого порядка функции 2-х переменных.
5. Частные производные высших порядков.
6. Полный дифференциал.
7. Экстремум функции двух переменных.
8. Необходимые и достаточные условия экстремума.
9. Наибольшее и наименьшее значение функции в замкнутой области.
10. Дифференцирование сложных функций многих переменных.
11. Дифференцирование функций многих переменных, заданных неявно.
12. Неопределенный интеграл. Понятие первообразной.
13. Метод замены переменной в неопределенном интеграле.
14. Метод интегрирования по частям.
15. Определение простейших рациональных дробей.
16. Интегрирование простейших рациональных дробей.
17. Разложение рациональной дроби на простейшие.
18. Определение определенного интеграла, геометрический смысл.
19. Формула интегрирования по частям для определенного интеграла
20. Приложения определенного интеграла.

Примерный вариант домашнего задания 2 (ДЗ2)

1. Изменить порядок интегрирования в интеграле:

$$I = \int_{-2}^2 dx \int_{x^2}^4 f(x, y) dy$$

2. Вычислить $\iint_D (x+2y) dx dy$, где область D ограничена линиями $y=x^2$, $y=0$, $x+y-2=0$.
3. Вычислить площадь фигуры, ограниченной кривыми $y^2 = 2x$, $y = x$.

Примерный вариант контрольной работы 6 (КР6)

1. Найти общее решение дифференциального уравнения первого порядка.

$$a) (x+1)^3 dy - (y-2)^2 dx = 0, \quad б) (x^2 - y^2) \cdot dx + 2xy dy = 0, \quad в) y' + 2xy = 2x.$$

2. Найти общее и частное решение дифференциального уравнения, удовлетворяющего данным начальным условиям.

$$y'' + y' - 2y = \cos x - 3\sin x, \quad y(0) = 1, y'(0) = 2.$$

Вопросы к экзамену 2 (2 семестр)

1. Двойной интеграл, геометрический смысл, основные свойства.
2. Вычисление двойного интеграла в декартовых координатах.
3. Вычисление двойного интеграла в полярных координатах.
4. Приложение двойного интеграла.
5. Дифференциальные уравнения первого порядка. Общие понятия.
6. Уравнения с разделенными и разделяющимися переменными.
7. Однородные дифференциальные уравнения первого порядка.
8. Линейные дифференциальные уравнения первого порядка. Решение методом Бернулли.
9. Уравнение Бернулли.
10. Дифференциальные уравнения высших порядков, допускающие понижение порядка.
11. Линейные однородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами.
12. Линейные неоднородные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами. Структура решения.
13. Интегрирование ЛНДУ второго порядка с постоянными коэффициентами и правой частью специального вида.

3 семестр

Примерный вариант контрольной работы 7 (КР7)

Исследовать на сходимость ряды с положительными членами.

$$\begin{aligned} \text{а) } \sum_{n=1}^{\infty} \frac{n^2}{2^{n-1}}, \quad \text{б) } \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{n+1}{8n-1} \right)^n, \quad \text{в) } \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2n}{(n^2+1)^2}, \\ \text{г) } \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{n^2-1}}, \quad \text{д) } \frac{1}{2} + \frac{1}{5} + \frac{1}{8} + \dots + \frac{1}{3n-1} + \dots \end{aligned}$$

Примерный вариант домашнего задания 3 (ДЗ 3)

1. Методом Даламбера найти уравнение $u=u(x,t)$ формы однородной бесконечной струны, определяемой волновым уравнением $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$, если в начальный момент $t_0 = 0$ форма струны и скорость точки струны с абсциссой x определяются функциями $u|_{t_0=0} = \varphi(x)$ и $\frac{\partial u}{\partial t}|_{t_0=0} = \psi(x)$.

$$\varphi(x) = x^2, \quad \psi(x) = 0.$$

2. Решить методом Фурье волновое уравнение $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}$ колебаний струны длиной l , закрепленной на концах $x=0$ и $x=l$.

$$\varphi(x) = \begin{cases} (2h/l)x, & 0 \leq x \leq l/2, \\ (2h/l)(l-x), & l/2 \leq x \leq l. \end{cases} \quad \psi(x) = 0,$$

Примерный вариант теста 1 (Т1)

1. Формула возведения комплексного числа в степень $n \in \mathbb{N}$ имеет вид:

$$\begin{aligned} \text{а) } z^n &= r^n (\cos n\varphi + i \sin n\varphi), & \text{б) } z^n &= r^n (\cos \varphi + i \sin \varphi), \\ \text{в) } z^n &= r (\cos n\varphi + i \sin n\varphi), & \text{г) } z^n &= r^n (\cos 2n\varphi + i \sin 2n\varphi). \end{aligned}$$

2. Функция $f(z) = z^2 - 2z + i$ в точке $z_1 = -2 + 3i$ имеет значение:

$$\text{а) } z = 8 - 27i, \quad \text{б) } z = 8 + 26i, \quad \text{в) } z = 8 - 26i, \quad \text{г) } z = 8 + 26i.$$

3. Найти действительную и мнимую части функции $f(z) = z^2 - 5z$

а) $U = x^2 + y^2 - 5x$, $V = 2xy - 5y$, б) $U = x^2 - y^2 - 5x$, $V = 2xy - 5y$,

в) $U = x^2 - y^2 - 5x$, $V = -2xy - 5y$, г) $U = x^2 - y^2 - 5x$, $V = xy - 5y$,

4. Найти действительную и мнимую части функции $f(z) = \sin 2z$.

а) $U = -\sin 2x \operatorname{ch} 2y$, $V = \cos 2x \operatorname{sh} 2y$, б) $U = \sin 2x \operatorname{ch} 2y$, $V = \cos 2x \operatorname{sh} 2y$,

в) $U = \cos 2x \operatorname{ch} 2y$, $V = \sin 2x \operatorname{sh} 2y$, г) $U = \sin x \operatorname{chy}$, $V = \cos x \operatorname{shy}$.

5. Выполняются ли условия Коши-Римана для функции $f(z) = 2z^2 + 1$.

а) да, б) нет.

6. Для функции $f(z) = iz^2 - 3z + 1$ найти производную, если она существует.

а) $f'(z) = 3 + i2z$, б) не существует, в) $f'(z) = -3 + iz$, г) $f'(z) = -3 + i2z$.

7. Вычислить интеграл $\int_l (iz^3 + 3)dz$, где l – отрезок прямой от точки $z_1 = 1$ до точки

$z_2 = i$.

а) $-3 + 3i$, б) $-3 + \frac{7}{2}i$, в) $-3 - 3i$, г) $-3 - \frac{7}{2}i$.

Примерный вариант контрольной работы 8 (КР8)

1. Даны два множества: $A = \{2, 5, 7, 9\}$, $B = \{3, 5, 8, 9, 12\}$. Найти: 1) объединение множеств A и B ; 2) пересечение множеств A и B ; 3) разность $A \setminus B$.

2. Составить таблицу истинности формулы. $x \vee y \rightarrow (z \leftrightarrow \bar{x} \wedge y)$.

3. Дана матрица

$$\begin{bmatrix} 0 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 3 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Постройте орграф, для которого данная матрица является матрицей смежности. Найдите матрицу инцидентности орграфа.

Вопросы к коллоквиуму 3 (КлЗ)

1. Числовые ряды. Основные понятия и определения.
2. Свойства числовых рядов.
3. Необходимый признак сходимости числового ряда.
4. Ряд геометрической прогрессии.
5. Обобщенный гармонический ряд.
6. Признаки сравнения.
7. Признак Даламбера.
8. Радикальный признак Коши.
9. Интегральный признак Коши.
10. Знакопередающиеся ряды. Признак Лейбница.
11. Знакопеременные ряды. Общий достаточный признак сходимости знакопеременного ряда.
12. Функциональные ряды.
13. Определение степенного ряда. Теорема (Абеля).
14. Интервал и радиус сходимости.
15. Ряды Тейлора и Маклорена.
16. Тригонометрический ряд Фурье.
17. Теорема Дирихле.

18. Ряды Фурье для четных и нечетных функций.
19. Разложение в ряд Фурье функций произвольного периода.
20. Дифференциальные уравнения с частными производными. Основные понятия.
21. Классификация дифференциальных уравнений в частных производных 2-го порядка.
22. Основные уравнения и задачи математической физики.
23. Решение задачи колебания струны методом Даламбера.
24. Решение задачи колебания струны, закрепленной на концах, методом Фурье.

Вопросы к экзамену 3 (3 семестр)

1. Криволинейный интеграл первого рода, его вычисление.
 2. Криволинейный интеграл второго рода, его вычисление.
 3. Формула Остроградского-Грина.
 4. Поверхностный интеграл первого рода, его вычисление.
 5. Поверхностный интеграл второго рода, его вычисление.
 6. Вычисление поверхностного интеграла второго рода.
 7. Определение функции комплексной переменной, ее предел, непрерывность.
 8. Элементарные функции комплексной переменной. Определение и вычисление производной функции комплексной переменной. Условия Коши-Римана.
 9. Интегрирование функции комплексной переменной. Первообразная, неопределенный интеграл, формула Ньютона-Лейбница.
 10. Высказывания. Основные понятия.
 11. Логические операции: отрицание, конъюнкция, дизъюнкция, импликация, эквивалентность.
 12. Понятие множества. Способы задания множеств.
 13. Операции над множествами. Диаграммы Эйлера-Венна.
 14. Графы. Изолированные, смежные вершины. Инцидентность вершины и ребра.
 15. Степень вершины. Четные, нечетные вершины. Маршруты, цепи, циклы. Связность графа.
 16. Ориентированные графы. Степень выхода, степень входа. Изолированная вершина.
- Источник. Сток. Путь. Мультиграф.
17. Способы задания графов.

Шкалы оценки образовательных достижений

Код	Вид оценочного средства	Критерии	Баллы	Максимальный балл-минимальный балл
КР1 КР4	Контрольная работа 1,4	Выполнено 60% и более	1 балл за 1 задание	5-3
КР2,3,5-8	Контрольные работы 2,3,5-8	Выполнено 60% и более	2 балла за 1 задание	10-6
ДЗ1-ДЗ3	Домашнее задание 1-3	Выполнено 60% и более	2 балла за 1 задание	10-6
Т1	Тест 1	Выполнено 60% и более	1 балл за 10% заданий	10-6
Кл1, Кл2 Кл3	Коллоквиум 1 Коллоквиум 2 Коллоквиум 3	глубокое и прочное усвоение программного материала, полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы, свободно справляющиеся с поставленными задачами, знания материала.	14-15	15-9
		знание программного материала, грамотное изложение, без	11-13	

		существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний.		
		усвоение основного материала, при ответе допускаются неточности, при ответе недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении программного материала	9-10	
		-незнание программного материала,	0	
Э1 Э2 Э3	Экзамен 1 Экзамен 2 Экзамен 3	глубокое и прочное усвоение программного материала, полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы, свободно справляющиеся с поставленными задачами, знания материала.	45-50	50-30
		знание программного материала, грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний.	35-44	
		усвоение основного материала, при ответе допускаются неточности, - при ответе недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении программного материала.	30-34	
		незнание программного материала, при ответе возникают ошибки.	0	

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе по следующей шкале:

Сумма баллов	Оценка по 4-х бальной шкале	Оценка (ECTS)
90-100	5 (отлично)	A
85-89	4 (хорошо)	B
75-84		C
70-74		D
65-69		E
60-64	3 (удовлетворительно)	
0-59	2 (неудовлетворительно)	
		F

Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

Основная литература

1. Беклемишев Д.В. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры: Учебник.–18-е изд., испр.–СПб.:Издательство«Лань»,2021.–448с. Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/152643>

2. Кряквин В.Д. Линейная алгебра в задачах и упражнениях: Учебное пособие.–3-е изд., испр.–СПб.:Издательство«Лань»,2021.–592с. <https://e.lanbook.com/book/168907>

3. Клетеник Д.В. Сборник задач по аналитической геометрии: Учебное пособие. 17-е изд., стер. / Под ред. Н.В. Ефимова. – СПб.: Издательство «Лань», 2021. – 224 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/174993>:

4. Берман Г.Н. Сборник задач по курсу математического анализа: Учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2020. – 492 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/126705>

Дополнительная литература

5. Лившиц, К.И. Курс линейной алгебры и аналитической геометрии: учебник / К.И. Лившиц. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 508 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/163398>

6. Письменный, Д. Т. Конспект лекций по высшей математике: полный курс / Д. Т. Письменный. - 14 изд. – М.: Айрис-пресс, 2017. - 608 с.

7. Шевелев Ю.П. Дискретная математика, уч. пособие.–Спб.: Изд-во «Лань», 4-е изд., 2019, -592 с.<https://e.lanbook.com/book/118616>.

8. Карчевский М.М. Лекции по уравнениям математической физики.:Уч. пособие. 2-е изд., испр.–СПб.: Издательство «Лань», 2021, -164 с. <https://e.lanbook.com/book/168914>

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Процесс реализации образовательной программы обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения.

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Учебная мебель, учебная доска, комплект мультимедийного оборудования

Для самостоятельной работы обучающихся имеется: Читальный зал с выходом в сеть Интернет: Учебная мебель, комплект мультимедийного оборудования, персональные компьютеры, МФУ.

Методические рекомендации для студентов

1. Указания для прослушивания лекций

Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

2. Указания для участия в практических занятиях

Перед посещением семинара уяснить тему занятия и самостоятельно изучить связанные с ней понятия и методы решения задач.

Перед решением задач активно участвовать в обсуждении с преподавателем основных понятий, связанных с темой занятия.

В процессе решения задач вести дискуссию с преподавателем о правильности применения методов их решения.

По возможности самостоятельно доводить решение предлагаемых задач до окончательного итога.

В конце занятия при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

Основные результаты выполнения работы необходимо распечатать.

3. Указания для выполнения самостоятельной работы

Получить у преподавателя задание и список рекомендованной литературы. Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю.

Подготовить письменный отчет о проделанной работе.

При выполнении фронтальных заданий по усмотрению преподавателя работа может быть оценена без письменного отчета на основе ответов на контрольные вопросы, при условии активной самостоятельной работы.

Подготовить ответы на контрольные вопросы.

Методические рекомендации для преподавателей

1. Указания для проведения лекций

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса и отметить новые методы и подходы к решению задач, рассматриваемых в курсе, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Уточнить план проведения семинарского занятия по теме лекции. Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов.

Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя, категориальный аппарат. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами.

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

2. Указания для проведения практических занятий

Четко обозначить тему занятия.

Обсудить основные понятия, связанные с темой занятия.

В процессе решения задач вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний.

Отмечать студентов, наиболее активно участвующих в решении задач и дискуссиях.

В конце занятия задать аудитории несколько контрольных вопросов.

3. Указания по контролю самостоятельной работы студентов

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы

Рабочую программу составил

Доцент

Барановская Л.В.

Рецензент,

профессор Чернова Н.М.

Программа одобрена на заседании УМКН «Информационные системы и технологии» от 4.07.2023 года, протокол № 5.

Председатель учебно-методической комиссии

О.В. Виштак