



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИИСТ
И.Ю. Мезин

19.02.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

МАТЕМАТИКА

Направление подготовки (специальность)
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль/специализация) программы
Электроснабжение

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

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

Магнитогорск
2024 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)

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

09.02.2024, протокол № 6

Зав. кафедрой  Ю.А. Извеков

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС

19.02.2024 г. протокол № 5

Председатель  И.Ю. Мезин

Согласовано:

Зав. кафедрой Электроснабжения промышленных предприятий

 А.В.Варганова

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ПМИИ, канд. физ.-мат. наук  Е.А. Пузанкова

Рецензент:

зав. кафедрой Физики, канд. физ.-мат. наук  Д.М. Долгушин

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)

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

09.02.2024, протокол № 6

Зав. кафедрой _____ Ю.А. Извеков

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС

19.02.2024 г. протокол № 5

Председатель _____ И.Ю. Мезин

Согласовано:

Зав. кафедрой Электроснабжения промышленных предприятий

_____ А.В.Варганова

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ПМИИ, канд. физ.-мат. наук _____ Е.А.

Пузанкова

Рецензент:

зав. кафедрой Физики, канд. физ.-мат. наук _____ Д.М. Долгушин

Лист актуализации рабочей программы

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

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Ю.А. Извеков

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Ю.А. Извеков

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Ю.А. Извеков

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Прикладной математики и информатики

Протокол от ____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Ю.А. Извеков

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Математика» являются: формирование у обучающихся общепрофессиональных компетенций, включающей ознакомление бакалавров с основными математическими понятиями, воспитание высокой математической культуры, базирующейся на использовании основных законов математики в профессиональной деятельности, привитие навыков современных видов математического мышления, использование математических методов и основ математического моделирования в практической деятельности, выработка у бакалавров умения проводить математический анализ прикладных задач и овладение основными аналитико-геометрическими методами исследования таких задач.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Математика входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

Математические основы инженерии

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

Теоретические основы электротехники

Математические задачи энергетики

Теоретическая механика

Математическое моделирование в электроэнергетических системах

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

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-3	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
ОПК-3.1	Использует методы анализа и моделирования при решении профессиональных задач, моделировании и проектировании энергосистем
ОПК-3.2	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат при теоретическом и экспериментальном исследовании в решении задач энергосбережения

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

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

- контактная работа – 131,1 акад. часов;
- аудиторная – 126 акад. часов;
- внеаудиторная – 5,1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 211,2 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 17,7 акад. час

Форма аттестации - зачет с оценкой, экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Линейная и векторная алгебра								
1.1 Обратная матрица. Решение систем линейных алгебраических уравнений матричным методом и по формулам Крамера.	2	2		2	2	- подготовка к практическому занятию, - выполнение ИДЗ №1 «Линейная алгебра», - составление учебной карты по теме (краткая систематизация изученного)	- консультации по решению ИДЗ №1 «Линейная алгебра»	ОПК-3.1, ОПК-3.2
1.2 Системы линейных уравнений. Метод Гаусса		2		2	5	- подготовка к практическому занятию, - выполнение ИДЗ №1 «Линейная алгебра», - подготовка к АКР №1 «СЛУ»	- консультации по решению ИДЗ №1 «Линейная алгебра», - АКР №1 «СЛУ»	ОПК-3.1, ОПК-3.2
1.3 Векторы. Линейные операции над векторами. Прямоугольная декартова система координат		1		1	4	- подготовка к практическому занятию, - выполнение домашней работы	- опрос	ОПК-3.1, ОПК-3.2
1.4 Нелинейные операции над векторами: скалярное произведение, векторное произведение, смешанное произведение		2		2	4	- подготовка к практическому занятию, - составление учебной карты «Векторы: линейные и нелинейные операции»	- АКР №2 «Векторы», - проверка учебной карты	ОПК-3.1, ОПК-3.2
Итого по разделу		7		7	15			

2. Аналитическая геометрия								
2.1 Аналитическая геометрия на плоскости: Уравнение линии на плоскости. Уравнение прямой на плоскости. Основные задачи, связанные с уравнением прямой на плоскости	2	2		2	4	- подготовка к практическому занятию, - выполнение ИДЗ №2 «Аналитическая геометрия»	- консультации по решению ИДЗ №2	ОПК-3.1, ОПК-3.2
2.2 Аналитическая геометрия на плоскости: Кривые второго порядка (окружность, эллипс, гипербола, парабола)					4	- подготовка к практическому занятию, - выполнение домашнего задания «Аналитическая геометрия»	- консультации по решению ИДЗ №2	ОПК-3.1, ОПК-3.2
2.3 Аналитическая геометрия в пространстве: Уравнение плоскости, основные задачи. Уравнение прямой в пространстве, основные задачи		2		2	4	- подготовка к практическому занятию, - выполнение домашнего задания «Аналитическая геометрия»	- проверка ИДЗ №2 «Аналитическая геометрия»	ОПК-3.1, ОПК-3.2
Итого по разделу		4		4	12			
3. Введение в математический анализ								
3.1 Числовые последовательности. Предел числовой последовательности. Сходимость последовательности. Ограниченные и монотонные последовательности. Простейшие свойства пределов последовательностей. Число e . Предел функции на языке последовательностей. Бесконечно большие, бесконечно малые. Свойства пределов функций. Основные виды неопределенностей	2	2		2	4	- подготовка к практическому занятию, - выполнение ИДЗ №3 «Предел. Непрерывность», - составление учебной карты по теме	- консультации по решению ИДЗ №3	ОПК-3.1, ОПК-3.2
3.2 Непрерывность функции в точке и на множестве. Арифметические операции над непрерывными функциями. Непрерывность элементарных функций. Свойства функций, непрерывных на отрезке. Точки разрыва и их		1		1	2	- подготовка к АКР №3 «Предел», - выполнение ИДЗ №3 «Предел. Непрерывность», - подготовка к защите теоретической части ИДЗ №3	- АКР №3 «Предел», - защита ИДЗ № 3	ОПК-3.1, ОПК-3.2
Итого по разделу		3		3	6			
4. Дифференциальное исчисление функции одной переменной								

4.1 Задачи, приводящие к понятию производной. Определение производной функции в точке. Дифференциал, его геометрический смысл. Геометрический и механический смысл производной. Правила дифференцирования и таблица производных	2	2		2	5	Самостоятельная работа с литературой – конспект раздела «Задачи, приводящие к понятию производной», - подготовка к практическому занятию, - выполнение ИДЗ №4 «Производная. Вычисление», - составление учебной карты «Производная»	- проверка конспекта, - консультации по решению ИДЗ №4	ОПК-3.1, ОПК-3.2
4.2 Дифференцирование неявно заданных, параметрически заданных функций. Логарифмическое дифференцирование. Производные высших порядков		1		1	4	- подготовка к практическому занятию, - выполнение ИДЗ №4 «Производная. Вычисление», - составление учебной карты «Производная», - подготовка к защите ИДЗ №4	консультации по решению ИДЗ №4, Проверка ИДЗ №4 «Производная. Вычисление», учебная карта (проект) по теме – защита	ОПК-3.1, ОПК-3.2
4.3 Основные теоремы дифференциального исчисления: теоремы Ферма, Ролля, Лагранжа, Коши. Применение производных при вычислении пределов. Правило Лопиталя		1			4	- подготовка к практическому занятию, - выполнение ИДЗ №4, - составление учебной карты «Производная», - подготовка к АКР №4 «Производная»	- АКР №4 «Производная»	ОПК-3.1, ОПК-3.2
4.4 Исследование функций с помощью дифференциального исчисления. Признаки знакопостоянства, возрастания и убывания, выпуклости и вогнутости функции на промежутке. Экстремумы функций. Нахождение наименьшего и наибольшего значений функции на замкнутом промежутке		2		2	5	- подготовка к практическому занятию, - выполнение ИДЗ №4 «Применение производной для исследования функций и построения графиков», - составление учебной карты «Производная при построении графика функции»	Проверка ИДЗ №4 «Применение производной для исследования функций и построения графиков», Проверка учебной карты	ОПК-3.1, ОПК-3.2
Итого по разделу		6		5	18			
5. Интегральное исчисление функций одной переменных								

5.1 Первообразная функция. Неопределенный интеграл и его основные свойства. Таблица неопределенных интегралов от основных элементарных функций	2			2	5	- подготовка к практическому занятию, - выполнение ИДЗ №5 «Неопределенный интеграл», - составление учебной карты «Методы интегрирования»	- консультации по решению ИДЗ №5, - проверка ИДЗ №5	ОПК-3.1, ОПК-3.2
5.2 Основные методы интегрирования: Методы непосредственного интегрирования. Интегрирование заменой переменной и по частям				2	5	- подготовка к практическому занятию, - выполнение ИДЗ №5 «Неопределенный интеграл», - составление учебной карты «Методы интегрирования»	- консультации по решению ИДЗ №5, - проверка ИДЗ №5	ОПК-3.1, ОПК-3.2
5.3 Основные методы интегрирования: Интегрирование рациональных дробей				2	5	- подготовка к практическому занятию, - выполнение ИДЗ №5 «Неопределенный интеграл», - составление учебной карты «Методы интегрирования» - подготовка к АКР №5 «Неопределенный интеграл»	- консультации по решению ИДЗ №5, - проверка ИДЗ №5 - АКР №5 «Неопределенный интеграл»	ОПК-3.1, ОПК-3.2
5.4 Основные методы интегрирования: Интегрирование тригонометрических выражений. Интегрирование иррациональных выражений				2	5,1	- подготовка к практическому занятию, - выполнение ИДЗ №5 «Неопределенный интеграл», - составление учебной карты «Методы интегрирования»	- консультации по решению ИДЗ №5, - проверка ИДЗ №5, - проверка учебной карты	ОПК-3.1, ОПК-3.2

5.5	Определенный интеграл. Задача вычисления площади криволинейной трапеции и другие задачи, приводящие к понятию определенного интеграла. Формула Ньютона-Лейбница. Свойства определенного интеграла. Существование первообразной непрерывной функции. Замена переменной и		2		2	5	- подготовка к практическому занятию, - выполнение ИДЗ №5 «Определенный интеграл и его приложения», - составление учебной карты «Приложения определенного интеграла»	- консультации по решению ИДЗ №5, - проверка ИДЗ №5	ОПК-3.1, ОПК-3.2
5.6	Несобственные интегралы: Признаки сходимости					4	- подготовка к практическому занятию, - выполнение ИДЗ №5 «Определенный интеграл и его приложения», - самостоятельное изучение литературы: конспект «Свойства несобственных интегралов. Признаки сходимости»	- консультации по решению ИДЗ №5, - проверка ИДЗ №5, - проверка конспекта «Свойства несобственных интегралов. Признаки сходимости»	ОПК-3.1, ОПК-3.2
Итого по разделу			10		10	29,1			
6. Функции нескольких переменных									
6.1	Функции нескольких переменных. Линии и поверхности уровня. Частные производные и полный дифференциал ФНП	2	2		2	5	-составление учебной карты - самостоятельной решение практических задач по теме (выполнение ИДЗ)	-проверка ИДЗ "ФНП" -проверка составленной учебной карты	ОПК-3.1, ОПК-3.2
6.2	Частные производные высших порядков. Экстремум функции нескольких переменных.		2			6	-выполнение домашнего задания - самостоятельный разбор решения практических задач	-тестирование	ОПК-3.1, ОПК-3.2
Итого по разделу			4		2	11			
7. Элементы теории функций комплексной переменной									
7.1	Комплексные числа и действия над ними в алгебраической и тригонометрической формах	2			3	7	-составление учебной карты "Комплексные числа" -выполнение домашнего задания	-опрос	ОПК-3.1, ОПК-3.2

7.2 Понятие функции комплексного переменного. Элементарные функции и их свойства: экспонента, логарифм, тригонометрические функции, степенная функция.		2		2	8	-подготовка к занятию -выполнение ИДЗ "Комплексные числа"	-проверка ИДЗ №Комплексные числа"	ОПК-3.1, ОПК-3.2
Итого по разделу		2		5	15			
Итого за семестр		36		36	106,1		зао	
8. Обыкновенные дифференциальные уравнения								
8.1 Обыкновенные дифференциальные уравнения первого порядка. Основные определения. Частное и общее решение. Интегральные кривые. Геометрический смысл дифференциального уравнения первого порядка. Методы решения дифференциальных уравнений первого порядка	3	2		4	10	- подготовка к практическому занятию, - выполнение ИДЗ №9 «Обыкновенные ДУ первого порядка», - составление учебной карты «ДУ первого порядка: типы и методы решения»	- консультирование по решению ИДЗ №9, - проверка выполнения ИДЗ №9	ОПК-3.1, ОПК-3.2
8.2 ДУ высших порядков, сводящиеся к первому		2		2	8	- подготовка к практическому занятию, - выполнение ИДЗ №9 «Обыкновенные ДУ первого порядка», - составление учебной карты «ДУ первого порядка: типы и методы решения»	- консультирование по решению ИДЗ №9, - проверка выполнения ИДЗ №9, - защита ИДЗ №9, - проверка учебной карты «ДУ первого порядка: типы и методы решения»	ОПК-3.1, ОПК-3.2
8.3 Линейные дифференциальные уравнения n-го порядка. Линейное однородное уравнение. Фундаментальная система решений. Определитель Вронского. Неоднородное линейное уравнение (ЛНДУ), вид общего решения. Метод вариации произвольных постоянных. Линейное уравнение с постоянными коэффициентами. Характеристическое уравнение. Общее решение		4		6	14	- подготовка к практическому занятию, - выполнение ИДЗ №9 «ЛНДУ высших порядков с постоянными коэффициентами . Системы ДУ», - составление учебной карты «ЛНДУ высших порядков с постоянными коэффициентами : методы решения»	- консультирование по решению ИДЗ №9, - проверка выполнения ИДЗ №9, - проверка учебной карты «ЛНДУ высших порядков с постоянными коэффициентами: методы решения», - АКР №7 «ОДУ»	ОПК-3.1, ОПК-3.2
Итого по разделу		8		12	32			
9. Элементы теории числовых и функциональных рядов								

9.1 Понятие числового ряда. Понятие сходимости ряда. Признаки сходимости знакоположительных рядов. Знакопеременные ряды. Ряд Лейбница	3	2		4	12	- подготовка к практическому занятию, - выполнение ИДЗ №8 «Числовые ряды»	- консультации по решению ИДЗ №8, - проверка ИДЗ №8	ОПК-3.1, ОПК-3.2
9.2 Основные понятия теории функциональных рядов. Сходимость. Равномерная сходимость функционального ряда. Непрерывность, дифференцируемость и интегрируемость суммы функционального ряда. Степенные ряды. Теоремы Абеля. Радиус сходимости. Непрерывность, дифференцируемость и интегрируемость суммы степенного ряда. Ряд Тейлора. Разложение в ряд Маклорена основных элементарных функций. Приложения степенных рядов		2		6	12	- подготовка к практическому занятию, - выполнение ИДЗ №8 «Числовые ряды»	- консультации по решению ИДЗ №8, - проверка ИДЗ №8	ОПК-3.1, ОПК-3.2
9.3 Основные задачи гармонического анализа. Ортогональные системы функций. Тригонометрическая система функций. Ряд Фурье. Признаки сходимости рядов Фурье				4	12	- подготовка к практическому занятию, - выполнение ИДЗ №8 «Функциональные ряды»	- консультации по решению ИДЗ №8, - проверка ИДЗ №8	ОПК-3.1, ОПК-3.2
Итого по разделу		4		14	36			
10. Элементы теории вероятностей								
10.1 Случайные величины. Дискретные и непрерывные случайные величины. Ряд распределения, функция распределения и плотность. Математическое ожидание и дисперсия, начальные и центральные	3	2		4	14,1	- подготовка к практическому занятию, - выполнение ИДЗ №10 «Теория вероятностей»	- консультации по решению ИДЗ №10, - проверка выполнения ИДЗ №10	ОПК-3.1, ОПК-3.2
10.2 Известные распределения и их числовые характеристики. Нормальное распределение		2		2	12	- подготовка к практическому занятию, - выполнение ИДЗ №10 «Теория вероятностей»	- консультации по решению ИДЗ №10, - проверка выполнения ИДЗ №10	ОПК-3.1, ОПК-3.2
10.3 Многомерные случайные величины. Функции распределения, свойства. Числовые характеристики. Элементы теории корреляции		2		4	11	- подготовка к практическому занятию, - выполнение ИДЗ №10 «Теория вероятностей»	- консультации по решению ИДЗ №10, - проверка выполнения ИДЗ №10, Защита ИДЗ №10	ОПК-3.1, ОПК-3.2
Итого по разделу		6		10	37,1			

Итого за семестр	18		36	105,1		экзамен	
Итого по дисциплине	54		72	211,2		зачет с оценкой, экзамен	

5 Образовательные технологии

Реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Согласно п. 34 Порядка организации и осуществления деятельности по образовательным программам бакалавриата высшего образования (утв. приказом МОиН РФ от 05.04.2017 г. № 301), при проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей.

Выбирая ту или иную технологию работы с обучающимися, необходимо иметь в виду, что наибольшего эффекта от ее применения можно достичь, если учитывать цели образования, на реализацию которых должна быть направлена избираемая технология, содержание, которое предстоит передать обучающимся с ее помощью, а также условия, в которых она будет использоваться.

В нашей работе мы используем следующее.

1. Традиционные образовательные технологии. Организация образовательного процесса, предполагает прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий:

- информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами.
- практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

2. Технологии проектного обучения. Образовательный процесс построен в соответствии с алгоритмом поэтапного решения проблемной задачи или выполнения учебного задания. Проект предполагает совместную учебно-познавательную деятельность группы студентов, направленную на выработку концепции, установление целей и задач, формулировку ожидаемых результатов, определение принципов и методик решения поставленных задач, планирование хода работы, поиск доступных и оптимальных ресурсов, поэтапную реализацию плана работы, презентацию результатов работы, их осмысление и рефлексию. Применяется в основном для перехода компетенции на уровень владения.

Основные типы применяемых нами в образовательной деятельности проектов:

Исследовательский проект – структура приближена к формату научного исследования (доказательство актуальности темы, определение научной проблемы, предмета и объекта исследования, целей и задач, методов, источников, выдвижение гипотезы, обобщение результатов, выводы, обозначение новых проблем). Результатом является учебная карта по модулю нашей образовательной программы.

Творческий проект, предполагающий в отличие от предыдущего, конечный продукт в следующих вариантах – газета к исторически значимому «математическому» событию (праздник числа «Пи» и т.п.); «математическая» открытка (своего рода учебная карта, только неформально, красочно оформленная; видеоролик «Я научу вас решать ...» и т.п.

Информационный проект – учебно-познавательная деятельность с ярко выраженной эвристической направленностью (поиск, отбор и систематизация информации о каком-то объекте, ознакомление участников проекта с этой информацией, ее анализ и обобщение и, наконец, презентация по практическому приложению).

4. Информационно-коммуникационные образовательные технологии. Организация образовательного процесса с применением специализированных программных сред и технических средств работы с информацией (информационную среду университета MOODUS MOODLE).

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Шипачев В. С. Высшая математика: учебник / В.С. Шипачев. — Москва: ИНФРА-М, 2019. — 479 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-101787-6. - Текст: электронный. - URL: <https://new.znaniyum.com/catalog/product/990716>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Математика: учеб. пособие / Ю.М. Данилов, Л.Н. Журбенко, Г.А. Никонова, Н.В. Никонова, С.Н. Нуриева ; под ред. Л.Н. Журбенко, Г.А. Никоновой. — Москва: ИНФРА-М, 2019. — 496 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-102130-9. - Текст: электронный. - URL: <https://new.znaniyum.com/catalog/product/989799>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебное пособие / Бирюкова Л.Г., Бобрик Г.И., Матвеев В.И., - 2-е изд. - Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 289 с. (Высшее образование: Бакалавриат) ISBN 978-5-16-011793-5. - Текст: электронный. - URL: <https://new.znaniyum.com/catalog/product/370899>.— Режим доступа: для авториз. пользова-телей.

2. Математика в примерах и задачах: учеб. пособие / О.М. Дегтярева, Л.Н. Журбенко, Г.А. Никонова, Н.В. Никонова, С.Н. Нуриева. — Москва: ИНФРА-М, 2019. — 372 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-102288-7. — Текст: электронный. — URL: <https://new.znaniyum.com/catalog/product/989802>.— Режим доступа: для авториз. поль-зователей.

3. Данко, П.Е. Высшая математика в упражнениях и задачах. (В 2-х частях) [Текст] / П. Е. Данко, А. Г. Попов, Т. Я. Кожевникова. - М.: Высшая школа, 1986-2009. ISBN: 978-5-488-02201-0. - более 1000 шт.

4. Фихтенгольц, Г.М. Основы математического анализа: учебник: в 2 частях / Г.М. Фихтенгольц. — 11-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. — Часть 1 — 2019. — 444 с. — ISBN 978-5-8114-0190-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/112051> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Фихтенгольц, Г.М. Основы математического анализа: учебник: в 2 частях / Г.М. Фихтенгольц. — 10-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. — Часть 2 — 2019. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-0191-8. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115730> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Шипачев В. С. Задачник по высшей математике: учеб. пособие / В.С. Шипачев. — 10-е изд., стереотип. — Москва: ИНФРА-М, 2020. — 304 с. — (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-101831-6. — Текст: электронный. — URL: <https://new.znaniyum.com/catalog/product/1042456>

в) Методические указания:

1. Неопределенный интеграл: от теории к практике : учебное пособие / З. С. Акманова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/325>. - Текст : электронный.
2. Квасова Н. А. Аналитическая геометрия : учебное пособие / Н. А. Квасова, Е. А. Пузанкова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/20583>. - Текст : электронный
3. Анисимов А. Л. Матрицы. Определители. Системы линейных алгебраических уравнений : учебное пособие / А. Л. Анисимов, Т. А. Бондаренко, Г. А. Каменева ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/1898>. - ISBN 978-5-9967-1000-3. - Текст : электронный.
4. Бондаренко Т. А. Интегральное исчисление функции одной переменной : учебное пособие / Т. А. Бондаренко ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/1879>. - ISBN 978-5-59967-1001-0. - Текст : электронный.
5. Булычева С. В. Математика: пределы и непрерывность функции одной переменной. Практикум : учебное пособие / С. В. Булычева ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/1874>. - ISBN 978-5-59967-1002-7. - Текст : электронный.
6. Быкова М. В. Дифференциальные уравнения : учебное пособие / М. В. Быкова, Н. А. Квасова, Н. И. Кимайкина. - Магнитогорск : МГТУ, 2012. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/52>. - Текст : электронный.
7. Изосова Л. А. Основы математического анализа : учебное пособие. Ч. 1. Дифференциальное исчисление функции одной переменной / Л. А. Изосова, Л. А. Грачева ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/428>. - Текст : электронный.
8. Коротецкая В. А. Функции нескольких переменных : учебное пособие / В. А. Коротецкая, Ю. А. Извеков ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/177>. - Текст : электронный.
9. Изосова Л. А. Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие / Л. А. Изосова, Л. А. Грачева ; Л. А. Изосова, Л. А. Грачева, Е. М. Гугина ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 179 с. : ил., табл., схемы. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/20555>. - Текст : непосредственный.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое ПО	бессрочно
STATISTICA в.6	К-139-08 от 22.12.2008	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
----------------	--------

Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа Доска, мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Доска, мультимедийный проектор, экран

Комплекс методических разработок (раздаточного материала и методических указаний) и\или комплекс тестовых заданий для подготовки и проведения промежуточных и рубежных контролей

Помещения для самостоятельной работы учащихся Персональные компьютеры с пакетом MSOffice, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования Шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Математика» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач на практических занятиях.

Примерные аудиторные контрольные работы (АКР):

АКР №1 «Аналитическая геометрия»

1. $\vec{a} = (2; 1; -3)$, $\vec{b} = (-4; 0; 2)$, $\vec{c} = (1; 1; -2)$. Найдите:

а) длину вектора $\vec{a}$, его направляющие косинусы, орт вектора $\vec{a}$;

б) $\vec{a} \cdot \vec{b}$,

в) $\vec{a} \times \vec{b}$,

г) $\vec{a} \vec{b} \vec{c}$,

2. $\vec{a} = (1; 4; -3)$, $\vec{b} = (3; -2; 5)$, $\vec{c} = (3; -4; 2)$. Найдите площадь параллелограмма, построенного на векторах $\vec{a} + 2\vec{b}$ и $\vec{c} - 3\vec{b}$, и длины его сторон.

3. Проверьте, являются ли векторы $\vec{a} = (1; 1; 3)$, $\vec{b} = (3; 0; -2)$, $\vec{c} = (-1; 1; 3)$ компланарными.

4. Даны координаты вершин $A(3; 0)$; $B(-5; 6)$; $C(-4; 1)$ треугольника. Найдите:

1) длину стороны AB ;

2) уравнение высоты, проведенной через вершину C .

5. Даны координаты вершин пирамиды $A_1 A_2 A_3 A_4$. Найдите:

1) уравнение прямой $A_1 A_2$;

2) уравнение плоскости $A_1 A_2 A_3$;

3) длину высоты, опущенной из вершины A_4 на грань $A_1 A_2 A_3$.

6. Привести уравнение кривой $x^2 - 2x + 3y^2 + 12y - 5 = 0$ к каноническому виду и построить ее.

АКР №2 «Предел функции. Непрерывность функции»

Вычислить пределы:

$$1. \lim_{x \rightarrow -2} \frac{x^3 + 3x^2 + 2x}{x^2 - x - 6} \quad 2. \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{(x-7)(x-3)(x-4)}{5x^4 - x^2 + 11}$$

$$3. \lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{x^3}{2x^2 - 1} - \frac{x^2}{2x + 1} \right) \quad 4. \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\operatorname{tg} \pi x}{x}$$

$$5. \lim_{x \rightarrow 0} (1 - 4x)^{\frac{1}{3x} + 7} \quad 6. \lim_{x \rightarrow 0} x \operatorname{ctg} 5x$$

7. Исследовать на непрерывность функцию.

$$f(x) = \begin{cases} x - 3 & \text{если } x < 0 \\ 5^x & \text{если } x \geq 0 \end{cases}$$

АКР №3 «Производная функции одной переменной»

1. Найдите первую производную от функций:

$$\text{а) } \begin{cases} x = \sqrt{1 - 25t^2}, \\ y = \arccos 5t + \pi, \end{cases} \quad \text{б) } y = x \cdot \cos 3x, \quad \text{в) } y = \frac{x^2 - 3x + 2}{x^2 + 2x + 1} - 5 \cdot \log_2 x + 3$$

$$\text{г) } y = 5^{x^3 + \sqrt{x}} - 2 \operatorname{arctg}(4x^2 + 3x).$$

2. Составьте уравнения касательной к кривой $xy = 4$ в точке $x_0 = 1$.

3. Вычислите приближенно $y = \sqrt{x^2 + 8}$ при $x = 1,09$.

4. Вычислите предел по правилу Лопиталя $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\cos 4x - 1}{(e^{4x} - 1)^2}$.

АКР №4 «Неопределенный интеграл»

. Найти неопределённые интегралы:

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

г) $\int \frac{3x - 4}{\sqrt{x^2 - 6x + 13}} dx$, д) $\int x \sin(2x) dx$, е) $\int \sin^2(2x) dx$, ж) $\int \frac{8x - 15}{x(x^2 - 4x + 5)} dx$, з) $\int \frac{\sqrt{x} - 2}{x + \sqrt{x}} dx$.

АКР №5 «Дифференциальные уравнения 1 порядка»

1. Найти общий интеграл или общее решение дифференциального уравнения первого порядка (в примере б) решить задачу Коши):

а) $20x dx - 3y dy = 3x^2 y dy - 5xy^2 dx$,

б) $\begin{cases} y' - y \cos x = \sin 2x \\ y(0) = -1 \end{cases}$.

АКР №6 «Числовые ряды»

- Исследовать ряд на сходимость а) $\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{n}{2n+1} \right)^{3n}$; б) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3n-2}{n^3+9}$.
- Исследовать ряд на абсолютную и условную сходимость $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n 5^{2n-1}}{(n+1)!}$.
- Вычислить сумму ряда с точностью 0,01 $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{3n^3}$.

АКР №7 «Случайные события»

- В урне 12 шаров. Среди этих шаров 3 белых и 9 черных. Какова вероятность того, что наудачу вынутый шар окажется белым?
- В радиостудии три микрофона. Для каждого из первых двух микрофонов вероятность того, что он включён в данный момент, равна 0,45, а для третьего – 0,9. Найти вероятность того, что в данный момент включены 2 микрофона.
- В продаже имеются белые и коричневые яйца в соотношении 2:3, причем производство 60% белых и 71% коричневых яиц датируется днем, предшествующим дню продажи, а остальные яйца датируются более ранними числами. Покупатель заказывает яйца, датируемые днем, предшествующим дню продажи, независимо от их цвета. Какова вероятность того, что ему продадут решетку белых яиц?
- Телефонная сеть учреждения обслуживает 200 абонентов. Вероятность того, что в течение минуты внутри этой сети кто-то кому-то позвонит, равна 0,7. Какова вероятность того, что в течение минуты будет 5 звонков? Какова вероятность того, что в течение минуты будет не более 5 звонков? Найти наименьшее число звонков в течение минуты.

Примерные индивидуальные домашние задания (ИДЗ) и типовые расчеты (ТР):

ТР №1 «Системы линейных алгебраических уравнений»

Практические задачи:

- Найти обратную матрицу A^{-1} , если $A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 2 \\ 2 & -1 & 2 \\ 4 & 1 & 4 \end{pmatrix}$.

2. Решить системы линейных алгебраических уравнений по формулам Крамера, матричным методом, методом Гаусса:

$$\text{A) } \begin{cases} 3x_1 + 4x_2 + 2x_3 = 3 \\ 2x_1 - x_2 - 3x_3 = -3 \\ x_1 + 5x_2 + x_3 = -2 \end{cases} \quad \text{B) } \begin{cases} x_1 + x_2 - x_3 = 36 \\ x_1 - x_2 + x_3 = 13 \\ 2x_1 + x_2 + x_3 = 7 \end{cases}$$

3. Решить систему методом Гаусса

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + 3x_3 - 2x_4 + 3x_5 = 1 \\ 2x_1 + 2x_2 + 4x_3 - x_4 + 3x_5 = 2 \\ 3x_1 + 3x_2 + 5x_3 - 2x_4 + 3x_5 = 1 \\ 2x_1 + 2x_2 + 8x_3 - 3x_4 + 9x_5 = 2 \end{cases}$$

7. Решить систему однородных уравнений

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 + x_3 = 0 \\ 5x_1 - x_2 - x_3 = 0 \\ x_1 - 3x_2 - 3x_3 = 0 \end{cases}$$

Теоретические вопросы:

1. Какая матрица называется обратной для данной матрицы A? Всякая ли матрица имеет обратную?
2. Как найти обратную матрицу? Как проверить, что она найдена верно?
3. Какие виды систем линейных уравнений Вы знаете? (Что значит однородная, неоднородная система; какие системы совместные, несовместные; определенные, неопределенные?)
4. Сформулируйте необходимое и достаточное условие совместности СЛАУ.
5. При каком условии СЛАУ имеет единственное решение?
6. Как определить, что система несовместна?
7. Однородные СЛАУ могут быть несовместными? Почему?
8. При каком условии однородная СЛАУ имеет только нулевое решение?
9. Что Вы можете сказать о количестве решений однородной СЛАУ, если определитель матрицы этой системы равен нулю?
10. Запишите формулы Крамера. Каковы условия их применения.
11. Какие системы можно решать матричным методом? Запишите соответствующую формулу.
12. В чем заключается сущность метода Гаусса?

ИДЗ №1 «Векторная алгебра»

1. Постройте на плоскости векторы $\vec{a} = (4; -1)$, $\vec{b} = (-2; 5)$, $\vec{c} = (1; 2)$. Найдите их линейную комбинацию $2\vec{a} + \vec{b} + 3\vec{c}$ а) геометрически, б) аналитически.
2. $\vec{a} = (2; 1; -3)$, $\vec{b} = (-4; 0; 2)$, $\vec{c} = (1; 1; -2)$. Найдите:
 - а) длину вектора $\vec{a}$, его направляющие косинусы, орт вектора $\vec{a}$;
 - б) $\vec{a} \cdot \vec{b}$, $\vec{a} \cdot \vec{c}$, $\vec{b} \cdot \vec{c}$, $(\vec{a} + 2\vec{c}) \cdot (3\vec{a} - 5\vec{b})$;
 - в) $\vec{a} \times \vec{b}$, $\vec{a} \times \vec{c}$, $\vec{b} \times \vec{c}$, $(\vec{a} + 2\vec{c}) \times (3\vec{a} - 5\vec{b})$;
 - г) $\vec{a} \vec{b} \vec{c}$.
3. $\vec{a} = (1; 4; -3)$, $\vec{b} = (3; -2; 5)$, $\vec{c} = (3; -4; 2)$. Найдите площадь параллелограмма, построенного на векторах $\vec{a} + 2\vec{b}$ и $\vec{c} - 3\vec{b}$, и длины его сторон.
4. Проверьте, являются ли векторы $\vec{a} = (1; 1; 3)$, $\vec{b} = (3; 0; -2)$, $\vec{c} = (-1; 1; 3)$ компланарными.
5. Даны координаты вершин пирамиды $A_1A_2A_3A_4$:

$$A_1(1; 3; 6), A_2(2; 2; 1), A_3(-1; 0; 1), A_4(-4; 6; -3).$$
 Найдите:
 - 1) длину ребра A_1A_2 ;
 - 2) угол между ребрами A_1A_2 и A_1A_4 ;

- 3) угол между ребром A_1A_4 и гранью $A_1A_2A_3$;
- 4) площадь грани $A_1A_2A_3$;
- 5) объем пирамиды.

ИДЗ №2 «Кривые второго порядка»

1. Определить тип и построить линию. Найти, если есть, вершины, фокусы, асимптоты:

- а) $x^2 - 9y^2 + 2x + 18y + 73 = 0$;
- б) $2x^2 + 3y^2 - 4x + 6y - 7 = 0$;
- в) $y^2 - 4x - 2y - 3 = 0$.

ИДЗ №4 «Введение в анализ. Предел. Непрерывность»

1. Найти пределы функций:

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{2x^3 + x^2 + 5}{3x^3 - x + 1}; \quad \lim_{x \rightarrow -1} \frac{x^3 - 3x - 2}{x^2 - x - 2}; \quad \lim_{x \rightarrow 3} \frac{\sqrt{x+1} - 2}{\sqrt{x-2} - 1}; \quad \lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos 4x}{2x \cdot \operatorname{tg} x};$$

$$\lim_{x \rightarrow +\infty} x \cdot (\sqrt{x^2 + 1} - x); \quad \lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{2x-1}{2x+1} \right)^x; \quad \lim_{x \rightarrow 0} (1-4x)^{\frac{1}{3x}+7}; \quad \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\ln(1+2x)}{e^{3x} - 1}.$$

2. Исследовать на непрерывность, найти точки разрыва, сделать чертеж:

$$y = 4^{\frac{1}{3-x}}; \quad y = \begin{cases} x+4, & x < -1, \\ x^2 + 2, & -1 \leq x < 1, \\ 2x, & x \geq 1. \end{cases}$$

ИДЗ №5 «Производная функции одной переменной»

Нахождение производной

1. Найти производные и дифференциалы первого порядка

- 1) $y = \frac{7 \cos x}{5x + 1}$,
- 2) $y = (2 + 5x)^4 - 3 \cos 7x$,
- 3) $y = \frac{7}{3} - 4x \cdot \arcsin x$,
- 4) $y = (\cos x)^{\operatorname{tg} x}$.

2. Найти производную функции, заданной неявно $e^y - 5xe^x - 2xy + 11 = 0$.

3. Найти производную функции, заданной параметрически $\begin{cases} x = 3 \cos t - 5, \\ y = 4t^3 + 5. \end{cases}$

4. Найти производные первого порядка функции $y = x^2 e^{2x}$.

Производная высших порядков. Приложения производной

1. Найдите $\frac{dy}{dx}$ и $\frac{d^2y}{dx^2}$ функций: а) $\begin{cases} x = 3t - t^3, \\ y = 3t^2; \end{cases}$ б) $y = 5^{\sqrt{x}}$.

2. а) Напишите уравнение касательной к параболе $y = x^2 - 4x + 2$ в точке с абсциссой $x_0 = 0$.

Постройте график и касательную.

- б) Напишите уравнение касательной к кривой $x^2 + y^2 - 4x + 2y - 164 = 0$ в ее точке с координатами (7; 11). Постройте кривую и ее касательную.

3. Найдите наибольшее и наименьшее значения функции на заданном отрезке

$$f(x) = 2x^3 - 6x^2 - 18x + 7 \quad x \in [-2; 2].$$

4. Вычислите пределы, используя правило Лопиталя:

а) $\lim_{x \rightarrow 2} \frac{2x^3 - 8x^2 + 13x - 10}{x^3 - 2x^2 + 3x - 6};$

б) $\lim_{x \rightarrow +0} x \cdot \ln(e^x - 1).$

5. Зависимость пути от времени при прямолинейном движении точки задается уравнением

$$s = \frac{1}{3}t^3 + 2t^2 - 3, \text{ где } s \text{ — путь в м, а } t \text{ — время в с. Вычислите ее скорость и ускорение в}$$

момент времени $t = 4\text{с}.$

ТР№2 «Исследование функций и построение графиков»

Практические задачи:

1. Постройте график функции с помощью производной первого порядка $y = -x^3 - 3x^2 + 9x + 11.$

2. Найдите промежутки выпуклости, вогнутости и точки перегиба функции $y = 2x - 3\sqrt[3]{x^2}.$

3. Найдите асимптоты и постройте схематично график функции $y = \frac{x^3}{(x+1)^2}.$

4. Проведите полное исследование функции и постройте график $y = \frac{x^2 - 3x + 3}{x - 1}.$

5. Проведите полное исследование функции и постройте график $y = \frac{\ln x}{x}.$

Теоретические вопросы:

1. Определение функции, неубывающей (невозрастающей) на промежутке.
2. Сформулируйте необходимые и достаточные условия возрастания и убывания функции.
3. Определение минимума и максимума функции.
4. Сформулируйте необходимые и достаточные условия существования экстремума.
5. Определение выпуклой (вогнутой) функции на интервале, точки перегиба.
6. Сформулируйте достаточные условия выпуклости (вогнутости) графика функции, достаточное условие существования точек перегиба.
7. Определение асимптоты графика функции
8. Нахождение вертикальных, наклонных, горизонтальных асимптот.

ИДЗ №6 «Неопределенный интеграл»

1. Найти неопределенные интегралы

1. $\int \left(\frac{1}{3\sqrt{x}} - \frac{x\sqrt[3]{x}}{5} + 1 \right) dx$

2. $\int \left(\frac{2}{3+x^2} - \frac{1}{2\sqrt{x^2-3}} \right) dx$

3. $\int \left(\frac{3}{\sqrt{2-7x}} - \frac{4}{\sin\left(\frac{2x}{5} - 1\right)} \right) dx$

4. $\int \frac{\operatorname{ctg}^3 x - 6}{\sin^2 x} dx$

5. $\int x(3x^2 + 1)^4 dx$

6. $\int \frac{2x-1}{x^2+2x+10} dx$

7. $\int \sqrt{1-e^x} e^x dx$

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

9. $\int x e^{-3} dx,$ 10. $\int \frac{dx}{x(x^2 + 1)},$
 11. $\int \frac{dx}{\sqrt{x} + \sqrt[3]{x} + 2\sqrt[4]{x}},$ 12. $\int \frac{dx}{\cos x \sin^3 x},$
 13. $\int \frac{dx}{(x+1)\sqrt{x^2 + 2x - 1}}.$

ТР№3 «Определенный интеграл»

Практические задания:

- Вычислить определенные интегралы
 - $\int_1^2 (x^2 + \frac{1}{x^4}) dx.$
 - $\int_2^{\pi} \ln \sin x dx$
- Вычислить площадь фигуры, ограниченной линиями
 - $3x - y = 4, y^2 = 6x$
 - $r = \cos 2\varphi, 0 \leq \varphi \leq \frac{\pi}{6}$
 - $\begin{cases} x = 2 \cos t, \\ y = 6 \sin t; \end{cases} y = 3(y \geq 3).$
- Вычислить длину дуги кривой, заданной уравнением
 - $y = \ln x, \sqrt{3} \leq x \leq \sqrt{15}.$
 - $\rho = 3e^{3\varphi/4}, -\pi/2 \leq \varphi \leq \pi/2$
 - $\begin{cases} x = e^t (\cos t + \sin t), \\ x = e^t (\cos t - \sin t), \end{cases} \pi/2 \leq t \leq \pi.$
- Вычислить объем тела, образованного вращением вокруг оси Оу фигуры, ограниченной графиками функций $x = 3 - y^2, x = y^2 + 1$

ТР №4 «Функции нескольких переменных»

- Найти область определения функции $z = \frac{\ln(1 - x^2 - y^2)}{1 - \sqrt{y}}.$
- Найти значения частных производных функций в заданной точке:
 - $z = x^{\frac{1}{y}} \quad (1;1)$
 - $z = \ln(\sqrt{x} + \sqrt{y}) \quad (1;1).$
- Найти $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2},$ если $u = xy + \sin(x + y).$
- Найти экстремумы функции $z = x^2 + 2y^2 - 4x - 6y + 2.$
- Найти экстремальное значение функции $z = 2x + y - y^2 - x^2$ при условии $x + 2y = 1.$

ТР№6 «Дифференциальные уравнения высших порядков»

- Найти общее решение дифференциального уравнения:
 - $y'''x \ln x = y'',$
 - $(1 + x^2)y'' + 2xy' = 12x^2.$

2. Найти решение задачи Коши:
$$\begin{cases} y'' = 2 \sin^3 y \cos y \\ y(1) = \frac{\pi}{2}, y'(1) = 1 \end{cases}.$$

3. Найти общее решение дифференциального уравнения (в примере д) решить задачу Коши):

1) $y'' - 2y' + y = xe^x$, 2) $y'' + 4y' + 5y = x^2$

3) $y''' - 4y'' + 5y' = 6x^2 + 2x - 5$, 4) $y''' + 2y'' - 3y' = (8x + 6)e^x$,

5) $y'' - 4y' + 4y = e^{2x}(\cos x + 3\sin x)$, 6) $y''' - 64y' = 128\cos 8x - 64e^{8x}$,

7)
$$\begin{cases} y'' + y = 1/\sin x \\ y(\pi/2) = 1, y'(\pi/2) = \pi/2 \end{cases}.$$

ТР№7 «Числовые ряды, функциональные ряды»

1. Доказать сходимость и найти сумму ряда $\sum_{n=2}^{\infty} \frac{1}{n^2 + n - 2}$.

2. Исследовать на сходимость ряды:

а) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin^2 n\sqrt{n}}{n\sqrt{n}}$, б) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{n}} \sin\left(\frac{1}{\sqrt{n}}\right)$, в) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n!(2n+1)!}{(3n)!}$, г) $\sum_{n=1}^{\infty} n\left(\frac{3n-2}{4n+1}\right)^{2n}$,

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

3. Исследовать ряды на абсолютную и условную сходимость:

а) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin n\sqrt{n}}{n\sqrt{n}}$, б) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{n \ln(n+1)}$, в) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n (2n+1)}{3n+2}$.

4. Найти сумму ряда $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{4^n (2n+1)}$ с точностью до 0.001.

5. Найти область сходимости степенного ряда:

а) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n 2^n (x+1)^n}{3n+2}$, б) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{4^n (x-3)^{2n}}{\sqrt{2n+1}}$, в) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n (x+2)^{2n+1}}{n^2}$.

6. Разложить функцию в ряд Тейлора по степеням x :

$y = (3 + e^{-x})^2$,

7. Вычислить интеграл с точностью до 0.001:

а) $\int_0^{0.5} \frac{dx}{\sqrt[4]{1+x^4}}$ б) $\int_0^{0.2} \sin(25x^2) dx$.

8. Найти приближённо решение задачи Коши в виде отрезка ряда Тейлора по степеням x с

четырьмя ненулевыми коэффициентами:
$$\begin{cases} y'' = x^2 + y^2 \\ y(0) = 0, y'(0) = 1 \end{cases}.$$

ТР№8 «Функции комплексного переменного»

1. Выполнить действия, представить результат в алгебраической форме

$$(3 - 2i)(4i - 1) + \frac{2i}{2 - i}$$

2. Изобразить на комплексной плоскости и представить в тригонометрической и показательной формах числа: $z_1 = -i$; $z_2 = 1 - i$; $z_3 = -1 + \sqrt{3}i$.

3. Вычислить а) $(z_2)^{10}$; б) все значения корня $\sqrt[3]{z_1}$.

4. Решить уравнения а) $z^2 - 4z + 8 = 0$ б) $x - y + ixy = i$, $x, y \in R$.

5. Построить на комплексной плоскости множество точек, удовлетворяющих соотношению $|z - 2i| \leq 2$

6. С точностью до 0,001 найти действительную и мнимую части данных величин:

а) e^{-2+i} ;

б) $ch(2 - i)$;

в) 2^{1+i} .

ИДЗ №7 «Случайные величины и законы их распределения»

1. Задан ряд распределения дискретной случайной величины X.

X	1	2	3	4	5	6
P	0,03	0,15	0,20	0,35	0,15	?

Построить многоугольник распределения. Определить функцию распределения и построить её график. Вычислить математическое ожидание m_x , дисперсию $D[X]$, среднее квадратическое отклонение σ_x и вероятность $P(m_x - \sigma_x \leq X \leq m_x + \sigma_x)$.

2. Задана функция распределения случайной величины X

$$F(x) = \begin{cases} 0, & x < 3, \\ \frac{1}{4}(-x^3 + 12x^2 - 45x + 54), & 3 \leq x \leq 5, \\ 1, & x > 5. \end{cases}$$

Найти плотность распределения. Построить графики функции и плотности распределения. Вычислить математическое ожидание, дисперсию и вероятность $P(X \in (0, 4))$.

3. В таблице приведён закон распределения вероятностей системы случайных величин (X, Y)

X \ Y	- 2	- 1	0	1	2
1	0,01	0,03	0,04	0,14	0,08
2	0,07	0,06	0,04	0,10	0,05
3	0,05	0,03	0,16	0,06	a

Найти: коэффициент «a»; математические ожидания m_x, m_y ; дисперсии σ_x^2, σ_y^2 ;

коэффициент корреляции r_{xy} .

ТР№8 «Обработка экспериментальных данных»

Дан статистический ряд (исходные значения величин)

X	У	X	У	X	У	X	У	X	У
38,4	18,7	40,7	24	30,3	18	27,3	25,1	22	21
40,2	11,7	50,8	9	28,4	15,7	38	20,6	32	28,6
24,1	20,9	38,2	22,8	47,6	11,3	52,8	15,2	19,5	19,7
32,5	22,4	36	19,8	30,3	21,3	48	24,5	46	20,3
25	29,5	35,7	15,3	30,5	27,8	26	28,7	27,8	15,5
38,1	19,6	34,3	20,7	48,7	11,5	32,5	28	35,2	30,7
16,8	32,2	43,8	13	16,8	18,3	57,1	2,9	41,6	18,2
28,8	29,7	35,5	24	23,9	20,2	40	23,8	42,5	15,3
47,1	14,7	45,9	24	54,3	14,2	50,7	15,9	32,9	22,5
50,1	15,9	29,3	21,9	60,8	27,2	58,6	9,3	35,6	22,7
30,2	25	54,2	14,2	21,4	19,8	40,1	17,4	47	17,3
36,9	23,2	59,8	6,1	38,4	23	34,4	23,4	31,4	30,2
36,6	7,9	32,2	22,3	46,8	20,5	53,7	12,4	28,2	30
38	15,4	52	6,1	23,8	18,3	42,1	28,5	33,7	19,8
55	11	31,2	24,2	37,9	32,6	43	20,2	27,6	18,5
16,2	25,2	51,2	14,2	30,6	21,5	23,5	14,6	36,8	10,7
49,7	15,9	32,2	20,4	37	24,5	32,9	25,8	45,5	14,8
49,7	19,5	30,9	20,7	57,6	20,3	54	14,4	18,6	15,3
42,3	19,7	41,5	10,8	41,9	14,6	42,3	23,5	25,8	27,4
35,7	11,9	41,2	9,8	34,1	26,3	58,8	9,2	39,2	17,5

1. Найти выражение двумерного эмпирического распределения (X , Y), эмпирические распределения составляющих X и Y , построить графическое отображение распределений. Для этого - составить корреляционное поле, корреляционную таблицу абсолютных частот, вариационные ряды, таблицу «Статистическая совокупность измеримого признака».
2. По данным, полученным в п.1, оцените генеральные параметры: найдите среднее, дисперсия, среднее квадратичное отклонение, асимметрия, эксцесс, мода, медиана, коэффициент вариации для признаков X и Y . Оцените степень отклонения эмпирического распределения этого измеримого признака от нормального распределения. Для этого заполните таблицу «Расчет выборочных оценок признаков» и проведите расчеты исправленных оценок генеральных параметров. Сделайте вывод о коэффициенте вариации.
3. По данным, полученным п.1,2, провести статистическую проверку статистической гипотезы о нормальном распределении измеряемого признака по критерию Пирсона В случае принятия гипотезы о нормальности распределения найти доверительные интервалы для математического ожидания и среднего квадратичного отклонения при уровне надёжности 0.95.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ОПК-3 - способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач		
ОПК 3.1	Использует методы анализа и моделирования при решении профессиональных задач, моделировании и проектировании энергосистем	Теоретические вопросы для экзамена в 3 семестре · Дифференциальные уравнения: основные понятия. Задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям. · Теорема существования и единственности решения дифференциального уравнения. · Уравнения с разделяющимися переменными. · Однородные дифференциальные уравнения 1 порядка. · Линейные уравнения первого порядка. Уравнения Бернулли. · Уравнение в полных дифференциалах. · Дифференциальные уравнения высших порядков: основные понятия. · Уравнения, допускающие понижение порядка. · Линейные дифференциальные уравнения высших порядков. Линейные однородные дифференциальные уравнения 2, n-го порядков. 0. Интегрирование ЛОДУ с постоянными коэффициентами. 1. Линейные неоднородные ДУ. Структура общего решения ЛНДУ. 2. Интегрирование ЛНДУ с постоянными коэффициентами и правой частью специального вида. 3. Числовые ряды. Сходимость и сумма ряда. Свойства рядов. 4. Ряд геометрической прогрессии. Необходимый признак сходимости числового ряда. Гармонический ряд. 5. Достаточные признаки сходимости знакоположительных рядов. Признаки сравнения. Признак Даламбера. 6. Достаточные признаки сходимости знакоположительных рядов. Радиальный признак Коши. Интегральный признак Коши. 7. Знакопередающие и знакопеременные ряды. Признак Лейбница. Абсолютная и условная сходимость ряда. 8. Функциональные ряды. Область сходимости. Степенные ряды. Теорема Абеля. Радиус сходимости. Свойства степенных рядов. 9. Ряды Тейлора и Маклорена. Разложение функций в степенные ряды. 0. Применение степенных рядов в приближенных вычислениях. 1. Функции комплексного переменного: показательная и логарифмическая функция. 2. Функции комплексного переменного: тригонометрические функции. 3. Функции комплексного переменного: гиперболические функции, степенная функция.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		4. Дифференцирование функций комплексного переменного. Условия Коши-Римана. 5. Случайные величины, их виды. 6. Ряд распределения. Функция распределения, ее свойства. Плотность распределения, свойства. 7. Числовые характеристики случайных величин: математическое ожидание, дисперсия, среднее квадратическое отклонение. 8. Нормальный закон распределения случайной величины. 9. Системы случайных величин. Закон распределения. Числовые характеристики системы случайных величин. Зависимость случайных величин.
		Примерные практические задания для зачета с оценкой во 2 семестре и экзамена в 3 семестре: 2 семестр: 1. Решить системы линейных алгебраических уравнений по формулам Крамера, матричным методом, методом Гаусса: $\begin{cases} 3x_1 + 4x_2 + 2x_3 = 3 \\ 2x_1 - x_2 - 3x_3 = -3 \\ x_1 + 5x_2 + x_3 = -2 \end{cases}$ 3. Даны координаты вершин пирамиды $A_1A_2A_3A_4$: $A_1(1;3;6)$, $A_2(2;2;1)$, $A_3(-1;0;1)$, $A_4(-4;6;-3)$. Найти: 1) длину ребра A_1A_2; 2) угол между ребрами A_1A_2 и A_1A_4; 3) угол между ребром A_1A_4 и гранью $A_1A_2A_3$; 4) площадь грани $A_1A_2A_3$; 5) объем пирамиды. 4. Написать канонические и параметрические уравнения прямой, проходящей через точки $M(2,1,-1)$ и $K(3,3,-1)$. 5. Составить уравнение плоскости, проходящей через точки $A(1,0,2)$, $B(-1,2,0)$, $C(3,3,2)$. 6. Доказать, что прямые параллельны: $\frac{x+2}{3} = \frac{y-1}{-2} = \frac{z}{1} \text{ и } \begin{cases} x+y-z=0 \\ x-y-5z-8=0 \end{cases}.$ 10. Вычислите пределы:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		а) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1+4x-x^4}{x+3x^2+2x^4}$; б) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1-\cos 4x}{2x \cdot \operatorname{tg} x}$; в) $\lim_{x \rightarrow 3} \frac{\sqrt{2x-1}-\sqrt{5}}{x-3}$. 11. Найдите $\frac{dy}{dx}$ для функций: а) $y = e^{4x-x^2}$. б) $\begin{cases} x = \operatorname{ctg} 2t, \\ y = \ln(\sin 2t). \end{cases}$ 12. Исследовать функцию и построить её график: $y = 2 + \frac{12}{x^2 - 4}$. 13. Найти неопределённый интеграл: а) $\int \frac{3x-2}{\sqrt{x+1}} dx$, б) $\int \frac{\cos x}{1+\sin x} dx$. в) $\int 2xe^x dx$. 14. Вычислить определенный интеграл $\int_2^{\sqrt{20}} \frac{x dx}{\sqrt{x^2+5}}$. 15. Найти площадь фигуры, ограниченной линиями: $x = 4$, $y^2 = 4x$. 16. Найти и построить область определения функции $u = \sqrt{9-x^2-y^2} + (x-y)^3$. 17. Найти полный дифференциал функции: $z = x^3 \ln y - \sin 2xy$. 18. Найти частные производные первого порядка функции: $z = 5x^2y^3 + \ln(x+4y)$. 29. Исследовать на экстремум функцию $z = x^2 - 2xy + 4y^3$ 25. Решите задачу Коши: а) $y \cos^2 x dy = (y^2 + 1)dx$, $y(0) = 0$. б) $y' - \frac{2y}{x} = 3x^4$; $y(-1) = 4$ 26. Найдите общее решение дифференциального уравнения $y'' + y' = e^{2x}$. 27. Найдите все комплексные числа, удовлетворяющие заданным условиям $z^2 - z^3 = \bar{z}^2$. Найденные числа записать в тригонометрической и показательной формах. 28. Вычислить значения функций: $\cos i$, $\ln(3+4i)$, $e^{1-i\frac{\pi}{2}}$.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																								
		29. Найти корни уравнения $z^4 = 81i$ и изобразить их на комплексной плоскости. 30. При доставке с завода на базу 1000 радиоприемников, у 55 вышли из строя лампы. Найти вероятность того, что взятый наудачу приемник будет исправным. 31. Пятнадцать экзаменационных билетов содержат по 2 вопроса, которые не повторяются, экзаменуемый знает только 25 вопросов. Найти вероятность того, что экзамен будет сдан, если для этого достаточно ответить на два вопроса одного билета. 32. Принимаем вероятности рождения мальчика и девочки равными. Найти вероятность того, что среди 10 новорожденных 6 окажутся мальчиками. 33. Дан закон распределения дискретной случайной величины: <table><tr><td>x:</td><td>10</td><td>20</td><td>130</td><td>40</td><td>50</td></tr><tr><td>p:</td><td>0.1</td><td>0.2</td><td>0.3</td><td>0.2</td><td>0.2</td></tr></table> вычислить ее математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение. 34. Дана функция распределения непрерывной случайной величины X $F(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x < 0 \\ 0,25x^3(x+3) & \text{при } 0 \leq x \leq 1 \\ 1 & \text{при } x > 1 \end{cases}$ Найти плотность распределения f(x), построить ее график, вероятность попадания в заданный интервал [0,5; 2], Mx, Dx, σ_x. 35. Задано распределение вероятностей дискретной двумерной случайной величины: <table><tr><td>Y \ X</td><td>2</td><td>5</td><td>8</td></tr><tr><td>0,4</td><td>0,15</td><td>0,30</td><td>0,35</td></tr><tr><td>0,8</td><td>0,05</td><td>0,12</td><td>0,03</td></tr></table> Найти законы распределения составляющих, коэффициент корреляции	x:	10	20	130	40	50	p:	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2	Y \ X	2	5	8	0,4	0,15	0,30	0,35	0,8	0,05	0,12	0,03
x:	10	20	130	40	50																					
p:	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2																					
Y \ X	2	5	8																							
0,4	0,15	0,30	0,35																							
0,8	0,05	0,12	0,03																							
ОПК 2.2	– Способен применять соответствующий физико-математический аппарат при теоретическом и экспериментальном исследовании в решении задач	Примерные прикладные задачи и задания Задание 1. Зависимость пути от времени при прямолинейном движении точки задается уравнением $s = \frac{1}{3}t^3 + 2t^2 - 3$, где s — путь в м, а t — время в с. Вычислите ее скорость и ускорение в момент времени $t = 4с$. Задание 2. К графику функции $f(x) = 3 - x^2$ в его точке с абсциссой $x_0 = 1$ проведена касательная. Найти площадь																								

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	энергосбережения;	треугольника, образованного касательной и отрезками, отсекаемыми ею на осях координат. Задание 3. Для решения задачи сделайте схематический чертеж и получите функциональную зависимость по указанию к задаче. Найдите область определения этой функции по смыслу задачи. Вычислите значения этой функции при трех различных значениях аргумента. Исследуйте функцию на наибольшее и наименьшее значения. Ответьте на вопрос задачи. «Сечение тоннеля имеет форму прямоугольника, завершённого полукругом. Периметр сечения 18 м. При каком радиусе полукруга площадь сечения будет наибольшей?» Обозначьте радиус полукруга через r и выразите площадь S сечения как функцию от r: $S = S(r)$. Задание 4. Подумайте, с помощью средств какого раздела математики можно решить следующую задачу. «Для уборки снега на улицах города используются снегоуборочные машины. Они работают в течение светлого времени суток с 6 до 18 часов с постоянной скоростью уборки снега 400 (м³/ч). Изменение объема снега, выпадающего на улицы города в городе в течение суток, можно описать уравнением $\frac{dS}{dt} = 120t - 5t^2$, где $S(t)$ – объем снега (в м³), выпавшего за время t (в часах), $0 \leq t \leq 24$. В момент времени $t = 0$ на улицах города лежит 1000 м³ снега. Установите соответствие между временем t и объемом снега, лежащего на улицах города $S(t)$.» Составьте математическую модель этой задачи и решите её. Задание 5. Суточная потребность электроэнергии в населенном пункте является случайной величиной, математическое ожидание которой равно $3000 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$, а дисперсия равна 2500. Оценить вероятность того, что в ближайшие сутки расход электроэнергии в этом населенном пункте будет с 2500 до $3500 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$. Задание 6. Что значит оценить генеральные параметры по выборке? Сформулируйте определение точечной оценки. Определите смещенные и несмещенные, эффективные и неэффективные, состоятельные и несостоятельные оценки генеральных параметров. Проиллюстрируйте определения геометрически. Запишите расчетные формулы для сгруппированных и несгруппированных данных: выборочного среднего $\bar{X}$ (укажите его вероятностный смысл); выборочной дисперсии D_v. Как оценить математическое ожидание по выборочной средней? Оцените дисперсию по исправленной дисперсии. Какими являются точечные оценки математического ожидания, дисперсии и среднего квадратичного отклонения: смещенными или нет, эффективными или неэффективными, состоятельными или несостоятельными? Задача 7. Для изучения количественного признака X из генеральной совокупности извлечена выборка $x_1, \dots, x_n$ объема n, имеющая данное статистическое распределение. 1). Постройте полигон частот.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																		
		2). Постройте эмпирическую функцию распределения. 3). Постройте гистограмму относительных частот. 4). Найдите выборочное среднее $\bar{X}$, выборочную дисперсию $D_{\text{в}}$, выборочное среднее квадратическое отклонение $\sigma_{\text{в}}$, исправленную дисперсию s^2 и исправленное среднее квадратическое отклонение S. <table><tr><td>x_i</td><td>9</td><td>13</td><td>17</td><td>21</td><td>25</td><td>29</td><td>33</td><td>37</td></tr><tr><td>n_i</td><td>5</td><td>10</td><td>19</td><td>23</td><td>25</td><td>19</td><td>12</td><td>7</td></tr></table>	x_i	9	13	17	21	25	29	33	37	n_i	5	10	19	23	25	19	12	7
x_i	9	13	17	21	25	29	33	37												
n_i	5	10	19	23	25	19	12	7												

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Математика» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена (3 семестры) и в форме зачета с оценкой (2 семестр).

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 1 теоретический вопрос и два практических задания.

Показатели и критерии оценивания экзамена и зачета с оценкой:

– на оценку **«отлично»** – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач или не может показать знания даже на уровне воспроизведения и объяснения информации.