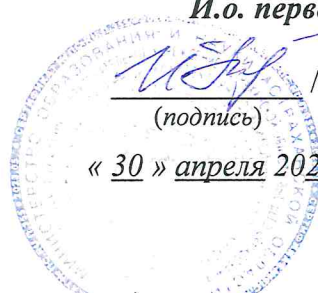


Министерство образования и науки Астраханской области
Государственное бюджетное образовательное учреждение
Астраханской области высшего образования
«Астраханский государственный архитектурно-строительный
университет»
(ГБОУ АО ВО «АГАСУ»)

УТВЕРЖДАЮ

И.о. первого проректора



/ И.И. Потапова /

(подпись)

И. О. Ф

« 30 » апреля 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины

Прикладная математика

(указывается наименование в соответствии с учебным планом)

По направлению подготовки

08.04.01 «Строительство»

(указывается наименование направления подготовки в соответствии с ФГОС ВО)

Направленность (профиль)

«Промышленное и гражданское строительство: проектирование».

«Теплогазоснабжение и вентиляция».

«Управление инвестиционно-строительной деятельностью»

(указывается наименование направленности (профиля) в соответствии с ОПОП)

Кафедра

«Системы автоматизированного проектирования и моделирования»

Квалификация выпускника *магистр*

Разработчик:

доцент, к.ф.-м.н.
(занимаемая должность,
учёная степень и учёное звание)


(подпись)

/ К.Д. Яксубаев /
И. О. Ф.

Рабочая программа и оценочные и методические материалы по дисциплине «Прикладная математика» рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Системы автоматизированного проектирования и моделирования»

протокол № 8 от «17» апреля 2026 г.

И.о. заведующего кафедрой


(подпись) / В.В. Соболева /
И. О. Ф.

Согласовано:

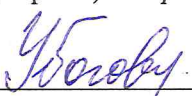
Председатель МКН «Строительство»
направленность (профиль) «Промышленное и гражданское строительство:
проектирование»

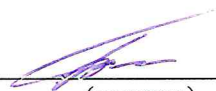

(подпись) / Т.В. Золина /
И. О. Ф

направленность (профиль) «Теплогазоснабжение и вентиляция»

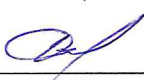

(подпись) / Р.А. Арсланова /
И. О. Ф

направленность (профиль) «Управление инвестиционно-строительной деятельностью»


(подпись) / Ю.И. Убогович /
И. О. Ф

Начальник УМУ 
(подпись) / О.Н. Беспалова /
И. О. Ф.

Специалист УМУ 
(подпись) / С.А. Ларин /
И. О. Ф.

Начальник ОВСиПО 
(подпись) / Д.В. Черников /
И. О. Ф.

Заведующая научной библиотекой 
(подпись) / Л.С. Гаврилова /
И. О. Ф.

СОДЕРЖАНИЕ:

	Стр.
1. Цель освоения дисциплины	4
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
3. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры	5
4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по типам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	6
5. Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и типов учебных занятий	7
5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по типам учебных занятий и работы обучающихся (в академических часах)	7
5.1.1 Очная форма обучения	7
5.1.2 Заочная форма обучения	8
5.1.3 Очно-заочная форма обучения	8
5.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам	9
5.2.1. Содержание лекционных занятий	9
5.2.2. Содержание лабораторных занятий	9
5.2.3. Содержание практических занятий	10
5.2.4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	11
5.2.5. Темы контрольных работ	12
5.2.6. Темы курсовых проектов/курсовых работ	12
6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	13
7. Образовательные технологии	14
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	15
8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	15
8.2. Перечень необходимого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе и отечественного производства, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	16
8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационно-справочных систем, доступных при освоении дисциплины	16
9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	16
10. Особенности организации обучения по дисциплине «Прикладная математика» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	17

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «*Прикладная математика*» является формирование компетенций обучающихся в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство».

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины, обучающийся должен овладеть следующими компетенциями:

ОПК-1 – Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ математического аппарата фундаментальных наук.

ОПК-1.1 Выбор фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление.

ОПК-1.2. - Составление математической модели, описывающей изучаемый процесс или явление, выбор и обоснование граничных и начальных условий.

ОПК-1.3. - Оценка адекватности результатов моделирования, формулирование предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности.

ОПК-1.4. - Применение типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности.

ОПК-2 - Способен анализировать, критически осмысливать и представлять информацию, осуществлять поиск научно-технической информации, приобретать новые знания, в том числе с помощью информационных технологий.

ОПК-2.3. – Использование средств прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности.

ОПК-2.4. – Использование информационно-коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации.

ОПК-6 - Способен осуществлять исследования объектов и процессов в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства.

ОПК-6.6. - Обработка результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей.

В результате освоения дисциплины, обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Знает:

- фундаментальные законы, описывающие изучаемый процесс или явление (ОПК-1.1);
- способы составления математической модели, описывающей изучаемый процесс или явление, способы выбора и обоснования граничных и начальных условий (ОПК-1.2);
- методы оценок адекватности результатов моделирования, способы формулирование предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1.3);
- методы применения типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности (ОПК-1.4);
- методы использования средств прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности (ОПК-2.3);
- конкретные методы использования информационно - коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации (ОПК-2.4);
- способы обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей (ОПК-6.6).

Умеет:

- выбирать фундаментальные законы, описывающие изучаемый процесс или явление (ОПК-1.1);
- составлять математическую модель, описывающую изучаемый процесс или явление, выбирать и обосновывать граничные и начальные условия (ОПК-1.2);
- оценивать адекватность результатов моделирования с формулированием предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1.3);
- применять типовые задачи теории оптимизации в профессиональной деятельности (ОПК-1.4);
- использовать конкретные средства прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности (ОПК-2.3);
- использовать конкретные информационно - коммуникационных технологии для оформления документации и представления информации (ОПК-2.4);
- обрабатывать результаты эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей (ОПК-6.6).

Имеет навыки:

- компьютерного выбора и исследования фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление (ОПК-1.1);
- составления математической компьютерной модели, описывающей изучаемый процесс или явление, с выбором и обоснованием граничных и начальных условий (ОПК-1.2);
- компьютерной оценки адекватности результатов компьютерного моделирования, с формулированием предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1.3);
- компьютерного применения типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности (ОПК-1.4);
- использования специальных пакетов прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности (ОПК-2.3);
- использования специальных пакетов информационно - коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации (ОПК-2.4);
- обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей на специализированных пакетах (ОПК-6.6).

3. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина Б1.О.03 «Прикладная математика» реализуется в рамках Блока 1 «Дисциплины (модули)», обязательной части.

Дисциплина базируется на основах знаний, полученных в результате изучения дисциплины: «Математика», в рамках бакалавриата.

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по типам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Форма обучения	Очная	Заочная
1	2	3
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр – 3 з.е.; всего - 3 з.е.	1 семестр - 3 з.е.; всего - 3 з.е.
Лекции (Л)	1 семестр – 14 часов; всего - 14 часов	1 семестр – 8 часов; всего - 8 часов
Лабораторные занятия (ЛЗ)	1 семестр – 14 часов; всего – 14 часов	1 семестр – 12 часов; всего – 12 часов
Практические занятия (ПЗ)	учебным планом <i>не предусмотрены</i>	учебным планом <i>не предусмотрены</i>
Самостоятельная работа (СР)	1 семестр – 80 часов; всего - 80 часов	1 семестр – 88 часов; всего - 88 часов
Форма текущего контроля:		
Контрольная работа	1 семестр	1 семестр
Форма промежуточной аттестации:		
Экзамены	учебным планом <i>не предусмотрены</i>	учебным планом <i>не предусмотрены</i>
Зачет	семестр – 1	семестр – 1
Зачет с оценкой	учебным планом <i>не предусмотрены</i>	учебным планом <i>не предусмотрены</i>
Курсовая работа	учебным планом <i>не предусмотрены</i>	учебным планом <i>не предусмотрены</i>
Курсовой проект	учебным планом <i>не предусмотрены</i>	учебным планом <i>не предусмотрены</i>

5. Содержание дисциплины, структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и типов учебных занятий

5.1 Разделы дисциплины и трудоемкость по типам учебных занятий и работы обучающихся (в академических часах)

5.1.1 Очная форма обучения

№ п/п	Раздел дисциплины. (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по типам учебных занятий и работы обучающихся				Форма текущего контроля и промежуточной аттестации
				контактная			СР	
				Л	ЛЗ	ПЗ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Раздел 1. Линейное программирование	16	1	2	2	-	12	Контрольная работа Зачет
2	Раздел 2. Транспортная задача в строительстве	16	1	2	2	-	12	
3	Раздел 3. Метод Монте-Карло как основа статистического моделирования	16	1	2	2	-	12	
4	Раздел 4. Регрессионный и дисперсионный анализ	14	1	2	2	-	10	
5	Раздел 5. Разностные методы для решения обыкновенных дифференциальных уравнений	14	1	2	2	-	10	
6	Раздел 6. Сплаины	16	1	2	2	-	12	
7	Раздел 7. Метод конечных элементов	16	1	2	2	-	12	
Итого:		108		14	14		80	

5.1.2 Заочная форма обучения

№ п/п	Раздел дисциплины. (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по типам учебных занятий и работы обучающихся				Форма текущего контроля и промежуточной аттестации
				контактная			СР	
				Л	ЛЗ	ПЗ		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Раздел 1. Линейное программирование	16	1	2	2	-	12	Контрольная работа Зачет
2	Раздел 2. Транспортная задача в строительстве	16	1	1	2	-	13	
3	Раздел 3. Метод Монте-Карло как основа статистического моделирования	16	1	1	2	-	13	
4	Раздел 4. Регрессионный и дисперсионный анализ	14	1	1	2	-	11	
5	Раздел 5. Разностные методы для решения обыкновенных дифференциальных уравнений	14	1	1	2	-	11	
6	Раздел 6. Сплаины	16	1	1	2	-	13	
7	Раздел 7. Метод конечных элементов	16	1	1	-	-	15	
Итого:		108		8	12		88	

5.1.3. Очно-заочная форма обучения

«ОПОП не предусмотрено»

5.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам

5.2.1 Содержание лекционных занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3
1.	Раздел 1. Линейное программирование	Оптимизационные задачи. Геометрическое решение двумерной задачи линейного программирования. Симплекс метод. Решение стандартных оптимизационных задач линейного программирования с помощью пакета Маткад
2.	Раздел 2. Транспортная задача в строительстве	Оптимизационные задачи транспортного типа. Три типа транспортной задачи. Особенности реализации транспортной задачи в математическом пакете Mathcad
3.	Раздел 3. Метод Монте-Карло как основа статистического моделирования	Моделирование с помощью случайных точек погрешности теодолита. Равномерно распределенные случайные числа. Вычисление объемов и площадей методом Монте-Карло. Решение задач оптимизации методом Монте-Карло
4.	Раздел 4. Регрессионный и дисперсионный анализ	Способы обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей. Решение задачи линейно регрессии метод наименьших квадратов. Коэффициент корреляции. Проверка значимости коэффициента корреляции с помощью критерия Стьюдента
5.	Раздел 5. Разностные методы для решения обыкновенных дифференциальных уравнений	Прикладное программное обеспечение для обоснования результатов решения дифференциальных уравнений, возникающих в профессиональной деятельности. Метод Рунге-Кутты четвертого порядка точности для решения обыкновенных дифференциальных уравнений
6.	Раздел 6. Сплаины	Теория сплайнов. Оценка точности моделирования заданной кривой или поверхностью кубическим сплайнами. Матрица коэффициентов кубического сплайна. Применение сплайнов для расчета изогнутой оси балки. Проблема выбора граничных условий для сплайна. Теория двумерных сплайнов
7.	Раздел 7. Метод конечных элементов	Постановка граничных условий в методе конечных элементов. Метод конечных элементов для решения краевых задач обыкновенных дифференциальных уравнений.

5.2.2 Содержание лабораторных занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	2	3
1	Раздел 1. Линейное программирование	Входное тестирование Вычисление площадей многоугольников. Решение оптимизационных задач с использованием графического метода и пакета Mathcad. Построение области допустимых значений, определение целевой функции, нахождение экстремума.

		Проверка результатов с помощью встроенных функций Mathcad и надстройки «Поиск решения» в Excel.
2	Раздел 2. Транспортная задача в строительстве	Транспортная задача. Решение оптимизационных задач транспортного типа. Построение математической модели транспортной задачи. Решение закрытых и открытых транспортных задач с использованием Mathcad и Excel. Анализ полученных результатов.
3	Раздел 3. Метод Монте-Карло как основа статистического моделирования	Метод Монте-Карло. Вычисление площадей, объемов и определенных интегралов методом статистического моделирования. Генерация равномерно распределенных случайных чисел. Оценка погрешности метода. Решение задач оптимизации методом Монте-Карло.
4	Раздел 4. Регрессионный и дисперсионный анализ	Построение одномерных и двумерных интерполяционных сплайнов по заданным точкам. Использование функций cspline, pspline, lspline, interp в Mathcad для интерполяции поверхностей. Оценка порядка точности и гладкости сплайнов. Применение сплайнов для интерполяции кривых и поверхностей в строительных САПР (Autocad, Компас, 3D MAX).
5	Раздел 5. Разностные методы для решения обыкновенных дифференциальных уравнений	Метод Рунге-Кутты. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений с помощью метода Рунге-Кутты четвертого порядка точности. Программирование разностной схемы с использованием панели программирования Mathcad. Сравнение результатов с встроенными функциями Odesolve и rkfixed. Оценка точности и сходимости метода.
6	Раздел 6. Сплайны	Построение кубических сплайнов. Построение одномерных кубических сплайнов с использованием функций cspline, pspline, lspline. Анализ влияния краевых условий на форму сплайна. Оценка точности интерполяции. Применение сплайнов для аппроксимации экспериментальных данных.
7	Раздел 7. Метод конечных элементов	Метод конечных элементов. Постановка граничных условий в методе конечных элементов. Решение краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений методом конечных элементов. Выбор пробных функций. Построение матрицы жесткости. Сравнение результатов с аналитическим решением.

5.2.3 Содержание практических занятий

Учебным планом не предусмотрены

5.2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Очная форма обучения

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	Раздел 1.Линейное программирование	Подготовка к лабораторной работе: «Линейное программирование. Геометрический метод». Подготовка к зачету. Подготовка к итоговому тестированию.	[1], [2]
2	Раздел 2.Транспортная задача в строительстве	Подготовка к лабораторной работе: «Транспортная задача». Подготовка к контрольной работе. Подготовка к итоговому тестированию.	[2], [3], [4]
3	Раздел 3.Метод Монте-Карло как основа статистического моделирования	Подготовка лабораторной работе: «Монте-Карло». Подготовка к зачету. Подготовка к итоговому тестированию.	[1], [2], [4]
4	Раздел 4.Регрессионный и дисперсионный анализ	Подготовка к зачету по теме: «Уравнение регрессии. Коэффициент корреляции». Подготовка к контрольной работе. Подготовка к итоговому тестированию.	[5], [2], [7]
5	Раздел 5.Разностные методы для решения обыкновенных дифференциальных уравнений	Подготовка к зачету по теме: «Программирование разностных схем с помощью панели программирования математического пакета Маткад». Подготовка к итоговому тестированию.	[5], [2], [7]
6	Раздел 6.Сплаины	Подготовка к зачету по теме: «Построение кубических сплайнов функциями пакета Matchad: cspline, bspline, ispline». Подготовка к итоговому тестированию.	[3], [5], [7]
7	Раздел 7.Метод конечных элементов	Подготовка к зачету по теме: «Решение краевой задачи дифференциального уравнения методом конечных элементов». Итоговое тестирование.	[5], [2], [7]

Заочная форма обучения

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	Раздел 1. Линейное программирование	Подготовка к лабораторной работе: «Линейное программирование. Геометрический метод». Подготовка к зачету. Подготовка к итоговому тестированию.	[2], [4]
2	Раздел 2. Транспортная задача в строительстве	Подготовка к лабораторной работе: «Транспортная задача». Подготовка к зачету. Подготовка к итоговому тестированию.	[2], [4]
3	Раздел 3. Метод Монте-Карло как основа статистического моделирования	Подготовка к лабораторной работе «Монте-Карло». Подготовка к контрольной работе. Подготовка к итоговому тестированию.	[1], [3], [4],
4	Раздел 4. Регрессионный и дисперсионный анализ	Подготовка к зачету по теме: «Вычисление уравнения регрессии. Определение значимости коэффициента корреляции». Подготовка к итоговому тестированию.	[2], [4], [5], [7]
5	Раздел 5. Разностные методы для решения обыкновенных дифференциальных уравнений	Подготовка к зачету по теме: «Программирование разностных схем с помощью панели программирования математического пакета Маткад». Подготовка к итоговому тестированию.	[2], [4], [7]
6	Раздел 6. Сплаины	Подготовка к зачету по теме: «Построение кубических сплайнов cspline, bspline, ispline в пакетах Matchad». Подготовка к контрольной работе. Подготовка к итоговому тестированию.	[2], [3], [4]
7	Раздел 7. Метод конечных элементов	Подготовка к зачету по теме: «Решение краевой задачи для дифференциального уравнения методом конечных элементов». Итоговое тестирование.	[2], [7]

5.2.5 Темы контрольных работ

Контрольная работа: «Линейное программирование, оптимизация, регрессии, сплайны».

5.2.6 Темы курсовых проектов/ курсовых работ

Учебным планом не предусмотрены.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Организация деятельности студента	
<u>Лекция</u>	В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Необходимо задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Целесообразно дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.
<u>Лабораторное занятие</u>	Работа в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.
<u>Самостоятельная работа</u>	Самостоятельная работа студента над усвоением учебного материала по учебной дисциплине может выполняться в помещениях для самостоятельной работы, а также в домашних условиях. Содержание самостоятельной работы студента определяется учебной программой дисциплины, методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа в аудиторное время может включать: – конспектирование (составление тезисов) лекций; – выполнение контрольных работ; – решение задач; – работу со справочной и методической литературой; – участие в тестировании и др. Самостоятельная работа во внеаудиторное время может состоять из: – повторение лекционного материала; – подготовки к лабораторным занятиям; – изучения учебной и научной литературы; – подготовки к контрольным работам; итоговому тестированию и т.д.; – выделение наиболее сложных и проблемных вопросов по изучаемой теме, получение разъяснений и рекомендаций по данным вопросам с преподавателями кафедры на их еженедельных консультациях. – проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах кафедры задач, тестов, по отдельным вопросам изучаемой темы.
<u>Контрольная работа</u>	Теоретическая и практическая части контрольной работы выполняются по установленным темам (вариантам) с использованием практических материалов, полученных на лабораторных занятиях и при прохождении практики. К каждой теме контрольной работы рекомендуется примерный перечень основных вопросов, список необходимой литературы. Необходимо изучить литературу, рекомендуемую для выполнения контрольной работы. Чтобы полнее раскрыть тему, следует использовать дополнительные источники и материалы. Инструкция по выполнению контрольной работы находится в методических материалах по дисциплине.
<u>Подготовка к зачету</u>	Подготовка студентов к зачету включает три стадии: – самостоятельная работа в течение семестра; – непосредственная подготовка в дни, предшествующие зачету; – подготовка к ответу на вопросы.

7. Образовательные технологии

Перечень образовательных технологий, используемых при изучении дисциплины «Прикладная математика».

Традиционные образовательные технологии

Дисциплина «Прикладная математика» проводится с использованием традиционных образовательных технологий, ориентирующихся на организацию образовательного процесса, предполагающую 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 с использованием традиционных технологий:

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

Лабораторное занятие – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с моделями реальных объектов.

Интерактивные технологии

По дисциплине «Прикладная математика» лекционные занятия проводятся с использованием следующих интерактивных технологий:

По дисциплине «Прикладная математика» лекционные занятия проводятся с использованием следующих интерактивных технологий:

Лекция-визуализация - представляет собой визуальную форму подачи лекционного материала средствами ТСО или аудиовидеотехники (видео-лекция). Чтение такой лекции сводится к развернутому или краткому комментированию просматриваемых визуальных материалов (в виде схем, таблиц, графов, графиков, моделей). Лекция-визуализация помогает студентам преобразовывать лекционный материал в визуальную форму, что способствует формированию у них профессионального мышления за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов.

Лекция–провокация (изложение материала с заранее запланированными ошибками). Такой тип лекций рассчитан на стимулирование обучающихся к постоянному контролю предлагаемой информации и поиску ошибок. В конце лекции проводится диагностика знаний обучающихся и разбор сделанных ошибок.

По дисциплине «Прикладная математика» лабораторные и практические занятия проводятся с использованием следующих интерактивных технологий:

Работа в малых группах – это одна из самых популярных стратегий, так как она дает всем обучающимся (в том числе и стеснительным) возможность участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения (в частности, умение активно слушать, вырабатывать общее мнение, разрешать возникающие разногласия). Все это часто бывает невозможно в большом коллективе.

Разработка проекта (метод проектов) – организация обучения, при которой учащиеся приобретают знания в процессе планирования и выполнения практических заданий-проектов.

Ролевые игры – совместная деятельность группы обучающихся и преподавателя под управлением преподавателя с целью решения учебных и профессионально-ориентированных задач путем игрового моделирования реальной проблемной ситуации. Позволяет оценивать умение анализировать и решать типичные профессиональные задачи.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература:

1. Ахмадиев, Ф. Г. Прикладная математика. Решение задач с применением табличного процессора Excel : учебное пособие / Ф. Г. Ахмадиев, Р. Ф. Гиззятов. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 135 с. — ISBN 978-5-4497-1392-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/books/116454/details>
2. Черняк, А. А. Исследование операций на базе Mathcad: лекции, практика, лабораторные работы : учебное пособие / А. А. Черняк, Ж. А. Черняк. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. — 308 с. — ISBN 978-5-9729-2136-2. — Текст : электронный // Университетская библиотека ONLINE : [сайт]. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=727063>
3. Локтионов, И. К. Численные методы : учебник / И. К. Локтионов, Л. П. Мироненко, В. В. Турупалов ; под редакцией В. В. Турупалова. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 380 с. — ISBN 978-5-9729-0786-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/124135.html>
4. Тарасенко, Е. О. Численные методы : учебник / Е. О. Тарасенко, А. А. Алиханов, А. В. Гладков. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2022. — 261 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/135776.html>

б) дополнительная учебная литература:

5. Орлов, В. Н. Математическое моделирование и расчет строительных конструкций : монография / В. Н. Орлов, А. В. Чичурин, О. А. Ковальчук [и др.]. — Москва : МИСИ-МГСУ, ЭБС АСВ, 2022. — 224 с. — ISBN 978-5-7264-3000-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/books/126138/details -2>
6. Козлова, О. В. Решение прикладных математических задач в среде прикладного программного обеспечения : учебное пособие. — Комсомольск-на-Амуре : Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2024. — 71 с. — ISBN 978-5-7765-1573-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/140664.html> -10
7. Сёмина, В. В. Применение современных графических и математических пакетов для решения задач линейной, векторной алгебры и аналитической геометрии : учебное пособие / В. В. Сёмина, И. И. Супрунов, И. А. Седых, В. А. Истомин. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2024. — 162 с. — ISBN 978-5-00175-243-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/140679.html> -13
8. Алексеев, Г. В. Курс высшей математики для гуманитарных направлений : учебное пособие. — 2-е изд. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2025. — 264 с. — ISBN 978-5-4497-3851-

6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/books/145150/details>

в) перечень учебно-методического обеспечения:

9. Тарасенко, Е. О. Численные методы : учебник / Е. О. Тарасенко, А. А. Алиханов, А. В. Гладков. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2022. — 261 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/135776.html>

з) перечень онлайн курсов:

10. Курс «Высшая математика» на портале «Интуит». — URL: <https://www.intuit.ru/studies/courses/4/4/info>.

11. Курс «MATHCAD 14: Основные сервисы и технологии». — Портал «ИНТУИТ». — URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/10678/1113/info>

8.2. Перечень необходимого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе и отечественного производства, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

- 7-Zip;
- Adobe Acrobat Reader DC;
- Apache Open Office;
- VLC media player;
- Kaspersky Endpoint Security;
- Yandex browser;
- Mathcad Education – University Edition
- КОМПАС-3D V20

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационно-справочных систем, доступных при освоении дисциплины

1. Электронная информационно-образовательная среда Университета (<http://moodle.aucu.ru>).
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека» (<https://biblioclub.ru/>).
3. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» (<http://www.iprbookshop.ru>).
4. Научная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru/>).
5. Консультант+ (<http://www.consultant-urist.ru/>).
6. Федеральный институт промышленной собственности (<http://www.fips.ru/>)

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебные аудитория для проведения учебных занятий 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 18, №204, 209, 211, 207	№204 Комплект учебной мебели Переносной мультимедийный комплект Доступ к информационно – телекоммуникационной сети «Интернет»
		№209 Комплект учебной мебели Компьютеры – 15 шт. Стационарный мультимедийный комплект. Доступ к информационно телекоммуникационной сети «Интернет»
		№211 Комплект учебной мебели Компьютеры – 15 шт. Стационарный мультимедийный комплект Доступ к информационно телекоммуникационной сети «Интернет»
		№207 Комплект учебной мебели Компьютеры – 15 шт. Стационарный мультимедийный комплект Доступ к информационно – телекоммуникационной сети «Интернет»
2	Помещения для самостоятельной работы 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 22: №201, №203 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 18а библиотека, читальный зал	№201 Комплект учебной мебели Компьютеры – 8 шт. Доступ к информационно – телекоммуникационной сети «Интернет»
		№203 Комплект учебной мебели Компьютеры – 8 шт. Доступ к информационно – телекоммуникационной сети «Интернет»
		Библиотека, читальный зал Комплект учебной мебели Компьютеры - 4 шт. Доступ к информационно – телекоммуникационной сети «Интернет»

10. Особенности организации обучения по дисциплине «Прикладная математика» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья на основании письменного заявления дисциплина «Прикладная математика» реализуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее – индивидуальных особенностей).

Аннотация
к рабочей программе дисциплины
«Прикладная математика»
по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство»,
направленность (профиль)
«Промышленное и гражданское строительство: проектирование»,
«Теплогазоснабжение и вентиляция»,
«Управление инвестиционно-строительной деятельностью»
по программе магистратуры

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Целью учебной дисциплины «Прикладная математика» является формирование компетенций обучающихся в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство».

Учебная дисциплина «Прикладная математика» входит в Блок 1 «Дисциплины (модули)» обязательной части. Для освоения дисциплины необходимы знания, полученные при изучении дисциплины «Математика» в рамках программы бакалавриата.

Краткое содержание дисциплины:

Раздел 1. Линейное программирование.

Раздел 2. Транспортная задача в строительстве.

Раздел 3. Метод Монте-Карло как основа статистического моделирования.

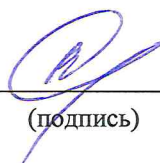
Раздел 4. Регрессионный и дисперсионный анализ.

Раздел 5. Разностные методы для решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

Раздел 6. Сплаины.

Раздел 7. Метод конечных элементов

И.о. заведующего кафедрой


(подпись) /В. В. Соболева /
И.О.Ф.

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу, оценочные и методические материалы по дисциплине

Б1.О.03 «Прикладная математика»

(наименование дисциплины с указанием блока)

**ОПОП ВО по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство»,
направленность (профиль)**

«Промышленное и гражданское строительство: проектирование»,

«Теплогазоснабжение и вентиляция»,

«Управление инвестиционно-строительной деятельностью»

по программе магистратуры

Павлом Николаевичем Садчиковым (далее по тексту рецензент) проведена рецензия рабочей программы, оценочных и методических материалов по дисциплине **«Прикладная математика»** ОПОП ВО по направлению подготовки **08.04.01 «Строительство»**, по программе магистратуры, разработанной в ГБОУ АО ВО «Астраханский государственный архитектурно-строительный университет», на кафедре **«Системы автоматизированного проектирования и моделирования»** (далее «САПРиМ») (разработчик – доцент, канд. физ.-мат. наук, **Яксубаев Камиль Джекишович**).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Предъявленная рабочая программа учебной дисциплины **«Прикладная математика»** (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки **08.04.01 «Строительство»**, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 31 мая 2017 г. № 482 и зарегистрированного в Минюсте России 23 июня 2017 г. № 47144.

Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к обязательной части Блок 1 «Дисциплины (модули)».

Представленные в Программе цели учебной дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления подготовки **08.04.01 «Строительство»**, направленности (профилю) **«Промышленное и гражданское строительство: проектирование», «Теплогазоснабжение и вентиляция», «Управление инвестиционно-строительной деятельностью»**.

В соответствии с Программой, за дисциплиной **«Прикладная математика»** закреплены **3 компетенции**, которые реализуются в объявленных требованиях.

Предложенные в Программе индикаторы компетенций в категориях знать, уметь, иметь навыки отражают специфику и содержание дисциплины, а представленные в ОММ показатели и критерии оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, а также шкалы оценивания позволяют определить степень достижения заявленных результатов, т.е. уровень освоения обучающимися соответствующих компетенций в рамках данной дисциплины.

Учебная дисциплина **«Прикладная математика»** взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО по направлению подготовки **08.04.01 «Строительство»**, направленность (профиль) **«Промышленное и гражданское строительство: проектирование», «Теплогазоснабжение и вентиляция», «Управление инвестиционно-строительной деятельностью»**, возможность дублирования в содержании не выявлена.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Промежуточная аттестация знаний **магистра**, предусмотренная Программой, осуществляется в форме **зачета**. Формы оценки знаний, представленные в Рабочей программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено основной, дополнительной литературой, Интернет-ресурсами и соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки **08.04.01 «Строительство»**, направленность (профиль) **«Промышленное и гражданское строительство: проектирование»**, **«Теплогазоснабжение и вентиляция»**, **«Управление инвестиционно-строительной деятельностью»**.

Материально-техническое обеспечение соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки **08.04.01 «Строительство»** и специфике дисциплины **«Прикладная математика»** и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Представленные на рецензию оценочные и методические материалы направления подготовки **08.04.01 «Строительство»**, разработаны в соответствии с нормативными документами, представленными в Программе. Оценочные и методические материалы по дисциплине **«Прикладная математика»** предназначены для текущего контроля и промежуточной аттестации и представляют собой совокупность разработанных кафедрой **«Системы автоматизированного проектирования и моделирования»** материалов для установления уровня и качества достижения обучающимися результатов обучения.

Задачами оценочных и методических материалов является контроль и управление процессом освоения обучающимися компетенций, заявленных в образовательной программе по направлению подготовки **08.04.01 «Строительство»**, направленность (профиль) **«Промышленное и гражданское строительство: проектирование»**, **«Теплогазоснабжение и вентиляция»**, **«Управление инвестиционно-строительной деятельностью»**.

Оценочные и методические материалы по дисциплине **«Прикладная математика»** представлены: типовыми заданиями для входного и итогового тестирования, типовыми вопросами к зачету, типовыми заданиями по выполнению контрольной работы, типовыми заданиями к защите лабораторной работы.

Данные материалы позволяют в полной мере оценить результаты обучения по дисциплине **«Прикладная математика»** в АГАСУ, а также оценить степень сформированности компетенций.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура, содержание рабочей программы, оценочных и методических материалов дисциплины **«Прикладная математика»** ОПОП ВО по направлению подготовки **08.04.01 «Строительство»**, по программе **магистратуры**, разработанных доцентом, канд. физ.-мат. наук Якубаевым К.Д., соответствуют требованиям ФГОС ВО, современным требованиям отрасли, рынка труда, профессиональных стандартов направления подготовки **08.04.01 «Строительство»**, направленность (профиль) **«Промышленное и гражданское строительство: проектирование»**, **«Теплогазоснабжение и вентиляция»**, **«Управление инвестиционно-строительной деятельностью»** и могут быть рекомендованы к использованию.

Рецензент:

Садчиков Павел Николаевич
канд. техн. наук, доцент кафедры
«Системы автоматизированного
проектирования и моделирования»
ГБОУ АО ВО «АГАСУ»



(подпись)

/ П.Н. Садчиков /
Ф. И. О.

Подпись Садчикова П.Н. заверяю _____
Специалист по кадровому делопроизводству Стратунович Д.О.



РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу, оценочные и методические материалы по дисциплине
Б1.О.03 «Прикладная математика»
ОПОП ВО по направлению подготовки **08.04.01 «Строительство»**,
направленность (профиль)
«Промышленное и гражданское строительство: проектирование»,
«Теплогазоснабжение и вентиляция»,
«Управление инвестиционно-строительной деятельностью»
по программе магистратуры

Сергеем Александровичем Захаровым (далее по тексту рецензент) проведена рецензия рабочей программы, оценочных и методических материалов по дисциплине **«Прикладная математика»** ОПОП ВО по направлению подготовки **08.04.01 «Строительство»**, по программе магистратуры, разработанной в ГБОУ АО ВО «Астраханский государственный архитектурно-строительный университет», на кафедре **«Системы автоматизированного проектирования и моделирования»** (далее «САПРиМ») (разработчик – доцент, канд. физ.-мат. наук, Яксубаев Камиль Джекишович).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Предъявленная рабочая программа учебной дисциплины **«Прикладная математика»** (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки **08.04.01 «Строительство»**, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 31 мая 2017 г. № 482 и зарегистрированного в Минюсте России 23 июня 2017 г. № 47144.

Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к обязательной части Блок 1 «Дисциплины (модули)».

Представленные в Программе цели учебной дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления подготовки **08.04.01 «Строительство»**, направленности (профилю) **«Промышленное и гражданское строительство: проектирование»**, **«Теплогазоснабжение и вентиляция»**, **«Управление инвестиционно-строительной деятельностью»**.

В соответствии с Программой, за дисциплиной **«Прикладная математика»** закреплены **3 компетенции**, которые реализуются в объявленных требованиях.

Предложенные в Программе индикаторы компетенций в категориях знать, уметь, иметь навыки отражают специфику и содержание дисциплины, а представленные в ОММ показатели и критерии оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, а также шкалы оценивания позволяют определить степень достижения заявленных результатов, т.е. уровень освоения обучающимися соответствующих компетенций в рамках данной дисциплины.

Учебная дисциплина **«Прикладная математика»** взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО по направлению подготовки **08.04.01 «Строительство»**, направленность (профиль) **«Промышленное и гражданское строительство: проектирование»**, **«Теплогазоснабжение и вентиляция»**, **«Управление инвестиционно-строительной деятельностью»**, возможность дублирования в содержании не выявлена.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Промежуточная аттестация знаний **магистра**, предусмотренная Программой, осуществляется в форме **зачета**. Формы оценки знаний, представленные в Рабочей программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено основной, дополнительной литературой, Интернет-ресурсами и соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки **08.04.01 «Строительство»**, направленность (профиль) **«Промышленное и гражданское строительство: проектирование»**, **«Теплогазоснабжение и вентиляция»**, **«Управление инвестиционно-строительной деятельностью»**.

Материально-техническое обеспечение соответствует требованиям ФГОС ВО направления подготовки **08.04.01 «Строительство»** и специфике дисциплины **«Прикладная математика»** и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Представленные на рецензию оценочные и методические материалы направления подготовки **08.04.01 «Строительство»**, разработаны в соответствии с нормативными документами, представленными в Программе. Оценочные и методические материалы по дисциплине **«Прикладная математика»** предназначены для текущего контроля и промежуточной аттестации и представляют собой совокупность разработанных кафедрой **«Системы автоматизированного проектирования и моделирования»** материалов для установления уровня и качества достижения обучающимися результатов обучения.

Задачами оценочных и методических материалов является контроль и управление процессом освоения обучающимися компетенций, заявленных в образовательной программе по направлению подготовки **08.04.01 «Строительство»**, направленность (профиль) **«Промышленное и гражданское строительство: проектирование»**, **«Теплогазоснабжение и вентиляция»**, **«Управление инвестиционно-строительной деятельностью»**.

Оценочные и методические материалы по дисциплине **«Прикладная математика»** представлены: типовыми заданиями для входного и итогового тестирования, типовыми вопросами к зачету, типовыми заданиями по выполнению контрольной работы, типовыми заданиями к защите лабораторной работы.

Данные материалы позволяют в полной мере оценить результаты обучения по дисциплине **«Прикладная математика»** в АГАСУ, а также оценить степень сформированности компетенций.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура, содержание рабочей программы, оценочных и методических материалов дисциплины **«Прикладная математика»** ОПОП ВО по направлению подготовки **08.04.01 «Строительство»**, по программе **магистратуры**, разработанных доцентом, канд. физ.-мат. наук Яксубаевым К.Д., соответствуют требованиям ФГОС ВО, современным требованиям отрасли, рынка труда, профессиональных стандартов направления подготовки **08.04.01 «Строительство»**, направленность (профиль) **«Промышленное и гражданское строительство: проектирование»**, **«Теплогазоснабжение и вентиляция»**, **«Управление инвестиционно-строительной деятельностью»** и могут быть рекомендованы к использованию.

Рецензент:

Захаров С.А.,

доцент, канд. физ.-мат. наук

кафедры «Математика», факультет «Физики,

математики и инженерных технологий»

ФГБОУ ВО «АГУ» им. В.Н. Татищева



Захаров
(подпись)

/С.А. Захаров
(Ф.И.О.)

Сергей Захаров
Начальник Отдела
И.С. Мещеряков

Министерство образования и науки Астраханской области
Государственное бюджетное образовательное учреждение
Астраханской области высшего образования
«Астраханский государственный архитектурно-строительный
университет»
(ГБОУ АО ВО «АГАСУ»)

УТВЕРЖДАЮ

И.о. первого проректора



(подпись)

/ И.И. Потапова /
И. О. Ф

« 30 » апреля 2026 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Наименование дисциплины

Прикладная математика

(указывается наименование в соответствии с учебным планом)

По направлению подготовки

08.04.01 «Строительство»

(указывается наименование направления подготовки в соответствии с ФГОС ВО)

Направленность (профиль)

«Промышленное и гражданское строительство: проектирование»,

«Теплогазоснабжение и вентиляция»,

«Управление инвестиционно-строительной деятельностью»

(указывается наименование направленности (профиля) в соответствии с ОПОП)

Кафедра

«Системы автоматизированного проектирования и моделирования»

Квалификация выпускника *магистр*

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Оценочные и методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, обучающихся по дисциплине	3
1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы	3
1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	6
1.2.1. Перечень оценочных средств текущего контроля успеваемости	6
1.2.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	6
1.2.3. Шкала оценивания	14
2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы	15
3. Перечень и характеристики процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций	18
4. Приложение 1	19
Приложение 2	21
Приложение 3	33
Приложение 4	39
Приложение 5	42

1. Оценочные и методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные и методические материалы являются неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины (далее РПД) и представлены в виде отдельного документа.

1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Индекс и формулировка компетенции		Индикаторы достижений компетенций, установленные ОПОП	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.5.1. РПД)							Формы контроля с конкретизацией задания
			1	2	3	4	5	6	7	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук	ОПК-1.1 Выбор фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление.	Знать:								Вопросы к зачету: (11-16; 5-6); Итоговое тестирование: Тест 5 (1-2).
		фундаментальные законы, описывающие изучаемый процесс или явление (ОПК-1.1)	X	X	X	X	X	X	X	
		Уметь:								Защита лабораторной работы № 1-7
		выбирать фундаментальные законы, описывающие изучаемый процесс или явление (ОПК-1.1)	X	X	X	X	X	X	X	
		Иметь навыки:								Контрольная работа №7; Защита лабораторной работы № 1-7
		компьютерного выбора и исследования фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление (ОПК-1.1)	X	X	X	X	X	X	X	
	ОПК-1.2. Составление математической модели, описывающей изучаемый процесс или явление, выбор и обоснование граничных и начальных условий	Знать:								Вопросы к зачету: (11-16; 29-36); Итоговое тестирование: Тест 1 (вопросы 1-2); Тест 5 (вопросы 1-2)
		способы составления математической модели, описывающей изучаемый процесс или явление, способы выбора и обоснования граничных и начальных условий (ОПК-1.2)	X	X	X	X	X	X	X	
		Уметь:								Защита лабораторной работы №1, 5
		составлять математическую модель, описывающую изучаемый процесс или явление; - выбирать и обосновывать граничные и начальные условия (ОПК-1.2)	X	X	X	X	X	X	X	

		Иметь навыки: составления математической компьютерной модели, описывающей изучаемый процесс или явление, с выбором и обоснованием граничных и начальных условий (ОПК-1.2)	X	X	X	X	X	X	X	Контрольная работа №3, 5
ОПК-1.3. Оценка адекватности результатов моделирования, формулирование предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности:	Знать:									
	методы оценок адекватности результатов моделирования, способы формулирование предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1.3)			X	X	X	X	X		Вопросы к зачету: (17-21); Итоговое тестирование: Тест 2 (1-4))
	Уметь:									
	Оценивать адекватность результатов моделирования с формулированием предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1.3)			X	X	X	X	X		Защита лабораторной работы №1-7
	Иметь навыки:									
		компьютерной оценки адекватности результатов компьютерного моделирования, с формулированием предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1.3)			X	X	X	X	X	Контрольная работа №3, 5
ОПК-1.4. Применение типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности	Знать:									
	методы применения типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности (ОПК-1.4)	X	X							Вопросы к зачету: (1-4; 9-12); Итоговое тестирование: Тест 3 (вопросы 1-3)
	Уметь:									
	применять типовые задачи теории оптимизации в профессиональной деятельности (ОПК-1.4)	X	X							Защита лабораторной работы: №1, 2
	Имеет навыки:									
		компьютерного применения типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности (ОПК-1.4)	X	X						Контрольная работа №1

ОПК-2 Способен анализировать, критически осмысливать и представлять ин-формацию, осуществлять поиск научно-технической информации, приобретать новые знания, в том числе с помощью информационных технологий	ОПК-2.3. Использование средств прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности	Знать: методы использования средств прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности (ОПК-2.3)	X	X	X	X	X	X	X	Вопросы к зачету: (7-10). Итоговое тестирование: тест 4 (вопросы 1-5)	
		Уметь: использовать конкретные средства прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности (ОПК-2.3)	X	X	X	X	X	X	X	Защита лабораторной работы №4, 6	
		Иметь навыки: использования специальных пакетов прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности (ОПК-2.3)	X	X	X	X	X	X	X	Контрольная работа: №4	
		ОПК-2.4. Использование информационно-коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации	Знать: конкретные методы использования информационно - коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации (ОПК-2.4)	X	X	X	X				Вопросы зачету: (43-44). Итоговое тестирование: (1-11).
	Уметь: использовать конкретные информационно - коммуникационных технологии для оформления документации и представления информации (ОПК-2.4)	X	X	X	X				Защита лабораторной работы: №4, 6		
	Иметь навыки: использования специальных пакетов информационно - коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации (ОПК-2.4)	X	X	X	X				Контрольная работа: №4		
	ОПК-6. Способен осуществлять исследования	ОПК-6.6. Обработка результатов эмпирических	Знать: способы обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей (ОПК-6.6)			X	X				Вопросы к зачету: (5-6; 19-28); Итоговое тестирование:

объектов и процессов в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства	исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей:									тест 4 (вопросы 1-5); тест 2 (вопросы 3-4))
		Уметь:								
		обрабатывать результаты эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей (ОПК-6.6)			X	X				Защита лабораторной работы: №4
		Иметь навыки:								
		обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей на специализированных пакетах (ОПК-6.6)			X	X				Контрольная работа: №4

1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

1.2.1. Перечень оценочных средств текущего контроля успеваемости

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	2	3
Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий
Защита лабораторной работы	Средство, позволяющее оценить умение и владение обучающегося излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Рекомендуются для оценки умений и владений студентов	Темы лабораторных работ и требования к их защите

1.2.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Компетенция, этапы освоения компетенции		Планируемые результаты обучения	Показатели и критерии оценивания результатов обучения			
			Ниже порогового уровня (не зачтено)	Пороговый уровень (Зачтено)	Продвинутый уровень (Зачтено)	Высокий уровень (Зачтено)
1		2	3	4	5	6
ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ математического аппарата фундаментальных наук	ОПК-1.1. Выбор фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление.	Знает фундаментальные законы, описывающие изучаемый процесс или явление (ОПК-1.1)	Обучающийся не знает фундаментальные законы, описывающие изучаемый процесс или явление	Обучающийся знает фундаментальные законы, описывающие изучаемый процесс или явление в типовых ситуациях	Обучающийся знает фундаментальные законы, описывающие изучаемый процесс или явление в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности	Обучающийся знает фундаментальные законы, описывающие изучаемый процесс или явление в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
		Умеет выбирать фундаментальные законы, описывающие изучаемый процесс или явление (ОПК-1.2)	Обучающийся не умеет выбирать фундаментальные законы, описывающие изучаемый процесс или явление	Обучающийся умеет выбирать фундаментальные законы, описывающие изучаемый процесс или явление в типовых ситуациях	Обучающийся умеет выбирать фундаментальные законы, описывающие изучаемый процесс или явление в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности	Обучающийся умеет выбирать фундаментальные законы, описывающие изучаемый процесс или явление в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
		Имеет навыки компьютерного выбора и исследования фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление (ОПК-1.1)	Обучающийся не имеет навыков компьютерного выбора и исследования фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление	Обучающийся имеет навыки компьютерного выбора и исследования фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление в типовых	Обучающийся имеет навыки компьютерного выбора и исследования фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление в типовых ситуациях и ситуациях	Обучающийся имеет навыки компьютерного выбора и исследования фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление в ситуациях повышенной сложности, а также в

				ситуациях	повышенной сложности	нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
ОПК - 1.2. Составление математической модели, описывающей изучаемый процесс или явление, выбор и обоснование граничных и начальных условий	Знает способы составления математической модели, описывающей изучаемый процесс или явление, способы выбора и обоснования граничных и начальных условий (ОПК-1.2)	Обучающийся не знает способы составления математической модели, описывающей изучаемый процесс или явление, способы выбора и обоснования граничных и начальных условий	Обучающийся знает способы составления математической модели, описывающей изучаемый процесс или явление, способы выбора и обоснования граничных и начальных условий в типовых ситуациях.	Обучающийся знает способы составления математической модели, описывающей изучаемый процесс или явление, способы выбора и обоснования граничных и начальных условий в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся знает способы составления математической модели, описывающей изучаемый процесс или явление, способы выбора и обоснования граничных и начальных условий в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий..	
	Умеет составлять математическую модель, описывающую изучаемый процесс или явление, выбор и обоснование граничных и начальных условий (ОПК-1.2)	Обучающийся не умеет составлять математическую модель, описывающую изучаемый процесс или явление, выбирать и обосновывать граничные и начальные условия	Обучающийся умеет составлять математическую модель, описывающую изучаемый процесс или явление, выбирать и обосновывать граничные и начальные условия в типовых ситуациях.	Обучающийся умеет составлять математическую модель, описывающую изучаемый процесс или явление, выбирать и обосновывать граничные и начальные условия в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся умеет составлять математическую модель, описывающую изучаемый процесс или явление, выбирать и обосновывать граничные и начальные условия в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.	
	Имеет навыки составления математической компьютерной модели, описывающей изучаемый процесс или явление, с выбором и обоснованием граничных и начальных	Обучающийся не имеет навыков составления математической компьютерной модели, описывающей изучаемый процесс или явление, с выбором и	Обучающийся имеет навыки составления математической компьютерной модели, описывающей изучаемый процесс или явление, с выбором и обоснованием	Обучающийся имеет навыки составления математической компьютерной модели, описывающей изучаемый процесс или явление, с выбором и обоснованием	Обучающийся имеет навыки составления математической компьютерной модели, описывающей изучаемый процесс или явление, с выбором и обоснованием граничных и начальных	Обучающийся имеет навыки составления математической компьютерной модели, описывающей изучаемый процесс или явление, с выбором и обоснованием граничных и начальных условий в ситуациях повышенной сложности, а

		условий (ОПК-1.2)	обоснованием граничных и начальных условий	граничных и начальных условий в типовых ситуациях.	условий в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
ОПК – 1.3 Оценка адекватности результатов моделирования, формулирование предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности:	Знает методы оценок адекватности результатов моделирования, способы формулирование предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1.3)	Обучающийся не знает методы оценок адекватности результатов моделирования, способы формулирование предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности	Обучающийся знает методы оценок адекватности результатов моделирования, способы формулирование предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности в типовых ситуациях.	Обучающийся знает методы оценок адекватности результатов моделирования, способы формулирование предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся знает методы оценок адекватности результатов моделирования, способы формулирование предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.	
	Умеет оценивать адекватность результатов моделирования с формулированием предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1.3)	Обучающийся не умеет оценивать адекватность результатов моделирования с формулированием предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности	Обучающийся умеет оценивать адекватность результатов моделирования с формулированием предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности в типовых ситуациях.	Обучающийся умеет оценивать адекватность результатов моделирования с формулированием предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся умеет оценивать адекватность результатов моделирования с формулированием предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.	
	Имеет навыки компьютерной оценки адекватности результатов	Обучающийся не имеет навыков компьютерной оценки адекватности	Обучающийся имеет навыки компьютерной оценки адекватности результатов	Обучающийся имеет навыки компьютерной оценки адекватности результатов	Обучающийся имеет навыки: компьютерной оценки адекватности результатов	Обучающийся имеет навыки: компьютерной оценки адекватности результатов компьютерного моделирования,

		деятельности. (ОПК-1.4)	профессиональной деятельности	профессиональной деятельности в типовых ситуациях.	деятельности в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
ОПК-2 Способен анализировать, критически осмысливать и представлять информацию, осуществлять поиск научно- технической информации, приобретать новые знания, в том числе с помощью информационн ых технологий	ОПК – 2.3. Использование средств прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональн ой деятельности	Знает методы использования средств прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности (ОПК-2.3)	Обучающийся не знает методы использования средств прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности	Обучающийся знает методы использования средств прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности в типовых ситуациях.	Обучающийся знает методы использования средств прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся знает методы использования средств прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
		Умеет использовать конкретные средства прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности (ОПК-2.3)	Обучающийся не умеет использовать конкретные средства прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности	Обучающийся умеет использовать конкретные средства прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности в типовых ситуациях.	Обучающийся умеет использовать конкретные средства прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся умеет использовать конкретные средства прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий..
		Имеет навыки использования специальных пакетов прикладного программного обеспечения для	Обучающийся не имеет навыков использования специальных пакетов прикладного программного	Обучающийся имеет навыков использования специальных пакетов прикладного программного	Обучающийся имеет навыки использования специальных пакетов прикладного программного обеспечения для	Обучающийся имеет навыки использования специальных пакетов прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи

		оформления документации и представления информации (ОПК-2.4)	технологий для оформления документации и представления информации	оформления документации и представления информации в типовых ситуациях.	оформления документации и представления информации в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
ОПК-6 Способен осуществлять исследования объектов и процессов в области строительства и жилищно-коммунального хозяйства.	ОПК – 6.6. Обработка результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей:	Знает способы обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей (ОПК-6.6)	Обучающийся не знает способы обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей	Обучающийся знает способы обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей в типовых ситуациях.	Обучающийся знает способы обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся знает способы обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
		Умеет обрабатывать результаты эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей (ОПК-6.6)	Обучающийся не умеет обрабатывать результаты эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей	Обучающийся умеет обрабатывать результаты эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей в типовых ситуациях.	Обучающийся умеет обрабатывать результаты эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	Обучающийся умеет обрабатывать результаты эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
		Имеет навыки обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории	Обучающийся не имеет навыков обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической	Обучающийся имеет навыки обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической	Обучающийся имеет навыки обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической	Обучающийся имеет навыки обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей на специализированных пакетах в

		вероятностей на специализированных пакетах (ОПК-6.6)	статистики и теории вероятностей на специализированных пакетах	статистики и теории вероятностей на специализированных пакетах в типовых ситуациях.	статистики и теории вероятностей на специализированных пакетах в типовых ситуациях и ситуациях повышенной сложности.	ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.
--	--	--	--	---	--	---

1.2.3. Шкала оценивания

Уровень достижений	Отметка в 5-бальной шкале	Зачтено/ не зачтено
высокий	«5»(отлично)	зачтено
продвинутый	«4»(хорошо)	зачтено
пороговый	«3»(удовлетворительно)	зачтено
ниже порогового	«2»(неудовлетворительно)	не зачтено

2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ:

2.1. Зачет

а) типовые вопросы и задания к зачету. (Приложение 1).

в) критерии оценивания

При оценке знаний на зачете учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	Отлично	Ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений. Полно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Делаются обоснованные выводы. Демонстрируются глубокие знания базовых нормативно-правовых актов. Соблюдаются нормы литературной речи.
2	Хорошо	Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно. Базовые нормативно-правовые акты используются, но в недостаточном объеме. Материал излагается уверенно. Раскрыты причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируется умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер. Соблюдаются нормы литературной речи.
3	Удовлетворительно	Допускаются нарушения в последовательности изложения. Имеются упоминания об отдельных базовых нормативно-правовых актах. Неполно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Демонстрируются поверхностные знания вопроса, с трудом решаются конкретные задачи. Имеются затруднения с выводами. Допускаются нарушения норм литературной речи.
4	Неудовлетворительно	Материал излагается непоследовательно, сбивчиво, не представляет определенной системы знаний по дисциплине. Не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями. Не проводится анализ. Выводы отсутствуют. Ответы на дополнительные вопросы отсутствуют. Имеются заметные нарушения норм литературной речи.
5	Зачтено	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровнях «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».
6	Не зачтено	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровне «неудовлетворительно».

ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

2.2. Контрольная работа

- а) типовые задания по выполнению контрольной работы. (Приложение 2).*
б) критерии оценивания

Выполняется в письменной форме. При оценке работы студента учитывается:

1. Правильное раскрытие содержания основных вопросов темы, правильное решение задач.
2. Самостоятельность суждений, творческий подход, научное обоснование раскрываемой проблемы.
3. Правильность использования цитат (если цитата приводится дословно, то надо взять ее в кавычки и указать источник с указанием фамилии автора, названия произведения, места и города издания, тома, части, параграфа, страницы).
4. Наличие в конце работы полного списка литературы

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	Отлично	Студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета
2	Хорошо	Студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов
3	Удовлетворительно	Студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов, плохо знает материал, допускает искажение фактов
4	Неудовлетворительно	Студент допустил число ошибок и недочетов превосходящее норму, при которой может быть выставлена оценка «3», или если правильно выполнил менее половины работы
5	Зачтено	Выполнено правильно не менее 50% заданий, работа выполнена по стандартной или самостоятельно разработанной методике, в освещении вопросов не содержится грубых ошибок, по ходу решения сделаны аргументированные выводы, самостоятельно выполнена графическая часть работы
6	Не зачтено	Студент не справился с заданием (выполнено правильно менее 50% задания варианта), не раскрыто основное содержание вопросов, имеются грубые ошибки в освещении вопроса, в решении задач, в выполнении графической части задания и т.д., а также выполнена не самостоятельно.

2.3. Тест

- а) типовые вопросы к входному тесту (см. Приложение 3);*
типовые вопросы к итоговому тесту (Приложение 4);
в) критерии оценивания.

При оценке знаний по результатам тестов учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.

4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№	Оценка	Критерии оценки
1	Отлично	если выполнены следующие условия: - даны правильные ответы не менее чем на 90% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ; - на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал правильный и полный ответ.
2	Хорошо	если выполнены следующие условия: - даны правильные ответы не менее чем на 75% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ; - на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал правильный ответ, но допустил незначительные ошибки и не показал необходимой полноты.
3	Удовлетворительно	если выполнены следующие условия: - даны правильные ответы не менее чем на 50% вопросов теста, исключая вопросы, на которые студент должен дать свободный ответ; - на все вопросы, предполагающие свободный ответ, студент дал непротиворечивый ответ, или при ответе допустил значительные неточности и не показал полноты.
4	Неудовлетворительно	если студентом не выполнены условия, предполагающие оценку «Удовлетворительно».
5	Зачтено	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровнях «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».
6	Не зачтено	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на «Неудовлетворительно»

2.4. Защита лабораторной работы

а) типовые задания к защите лабораторной работы (Приложения 5);

в) критерии оценивания.

При оценке знаний на защите лабораторной работе учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень освоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировок.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структуры и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	Отлично	Студент правильно называет метод исследования, правильно называет прибор, правильно демонстрирует метод исследования/измерения, правильно оценивает результат.
2	Хорошо	Студент правильно называет метод исследования, правильно называет прибор, допускает единичные ошибки в демонстрации метода исследования/измерения и оценке его результатов.
3	Удовлетворительно	Студент неправильно называет метод исследования, но при этом дает

		правильное название прибора. Допускает множественные ошибки в демонстрации метода исследования/измерения и оценке его результатов.
4	Неудовлетворительно	Студент неправильно называет метод исследования, дает не правильное название прибора. Не может продемонстрировать метод исследования/измерения, а так же оценить результат.

3. Перечень и характеристики процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, обучающихся по дисциплине регламентируется локальным нормативным актом.

Перечень и характеристика процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине

№	Наименование оценочного средства	Периодичность и способ проведения процедуры оценивания	Виды выставляемых оценок	Форма учета
1	Зачет	Раз в семестр (согласно учебному плану); по окончании изучения дисциплины	Зачтено/не зачтено	Ведомость, зачетная книжка, портфолио
2	Защита лабораторной работы	Систематически на занятиях	По пятибалльной шкале	Лабораторная тетрадь, журнал успеваемости преподавателя
3	Контрольная работа	Систематически на занятиях (для очной формы обучения); По мере выполнения (для заочной формы обучения)	По пятибалльной шкале	Журнал успеваемости преподавателя (для очной формы обучения); Тетрадь для выполнения контрольных работ (для заочной формы обучения)
4	Тест	Входное тестирование в начале изучения дисциплины. Итоговое тестирование раз в семестр, по окончании изучения дисциплины	Зачтено/не зачтено	Лист результатов из кабинета тестирования, журнал успеваемости преподавателя

**Типовые вопросы к зачету
по дисциплине «Прикладная математика»**

Знать: ОПК-1.4.

Раздел 1. Линейное программирование

1. Решить оптимизационную задачу линейного программирования с помощью встроенных функций математического пакета Маткад: Given-maximize, Given-minimize.
2. Указать связь оптимизационных свойств целевой функции с направлением ее градиента в графической задаче линейного программирования.
3. Оптимизационный смысл симплекс метода. Знать автора симплекс метода — советского академика Л.В. Канторовича, лауреата Нобелевской премии 1975 года.
4. Решить оптимизационные задачи с помощью ПОИСКА РЕШЕНИЙ пакета EXEL.
5. Сформулируйте задачу линейного программирования в канонической матричной форме.
6. В чем заключается геометрическая интерпретация задачи линейного программирования (для 2 переменных)?
7. Объясните суть симплекс-метода. Какие преобразования выполняются на каждой итерации?
8. Что такое двойственная задача линейного программирования? Как интерпретируются двойственные оценки?

Знать: ОПК-1.2, ОПК-1.4.

Раздел 2. Транспортная задача в строительстве

9. Как решается транспортная задача в матричной постановке?
10. В чем отличие закрытой и открытой транспортной задачи?
11. Опишите структуру транспортной задачи в матричной форме. Как в ней задаются запасы, потребности и матрица стоимостей?
12. Как составить математическую модель транспортной задачи в виде матрицы перевозок?

Знать: ОПК-2.3.

Раздел 3. Метод Монте-Карло

13. Метод Монте-Карло как основной метод статистического моделирования. Вычисление площадей методом Монте-Карло.
14. Вычисление двойных интегралов методом Монте-Карло.
15. Вычисление объемов методом Монте-Карло.
16. Вычисление тройных интегралов методом Монте-Карло.
17. Решение задачи оптимизации методом Монте-Карло.
18. Преимущества и недостатки вычислений метода статистического моделирования Монте-Карло по сравнению с традиционными методами математического анализа.

Знать: ОПК-6.6.

Раздел 4. Регрессионный и дисперсионный анализ

19. Фундаментальные основы теории вероятности и статистики: функции распределения, плотность распределения, случайные точки. Приведите характеристики непрерывной случайной величины, равномерно распределенной на отрезке.
20. Основы статистического моделирования и главную дискретную величину, лежащую в основе всех методов статистического моделирования. Датчик runif в пакете Маткад.
21. Сформулируйте постановку задачи регрессионного анализа. Что такое уравнение регрессии?
22. Как рассчитывается и интерпретируется выборочный коэффициент корреляции Пирсона?
23. В чем заключается суть критерия Стьюдента для проверки значимости коэффициентов регрессии?

24. Для чего используется критерий Фишера при оценке качества регрессионной модели в целом?
25. Что такое матрица парных коэффициентов корреляции и как она строится?
26. Как построить матрицу ковариаций для многомерных данных?
27. Как проверить гипотезу о нормальности распределения остатков регрессионной модели?
28. Какие методы дисперсионного анализа используются в строительных исследованиях?

Знать: ОПК-1.2, ОПК-1.3.

Раздел 5. Разностные методы для решения обыкновенных дифференциальных уравнений

29. Дифференциальные уравнения как основной метод моделирования статики и динамики движущихся объектов.
30. Смоделировать в дифференциальных уравнениях изгибную ось тонкой балки.
31. Задайте граничные условия в дифференциальном уравнении изгибной оси балки в случае, когда балка закреплена шарнирно.
32. Задайте граничные условия в дифференциальном уравнении изгибной оси балки в случае, когда балка закреплена жестко.
33. Каким образом смоделировать точечную нагрузку на балку, чтобы дифференциальное уравнение можно было решить с помощью встроенных функций Маткада?
34. Реализация разностного метода Рунге-Кутты на Маткаде с помощью панели программирования. Сравнение итогов вычислений с работой встроенной функции математического пакета Маткад.
35. Проблема устойчивости и сходимости разностных методов для приближенного решения дифференциальных уравнений в частных производных.
36. Метод конечных элементов для решения краевой задачи для обыкновенного неоднородного линейного дифференциального уравнения.

Знать: ОПК-2.3, ОПК-1.3.

Раздел 6. Сплаины

37. Теория сплайнов. Оценка точности моделирования заданной кривой или поверхностью кубическим сплайнами.
38. Матрица коэффициентов кубического сплайна.
39. Применение сплайнов для расчета изогнутой оси балки.
40. Проблема выбора граничных условий для сплайна.
41. Теория двумерных сплайнов.
42. Как оценить погрешность интерполяции при использовании сплайнов?
43. Как в Mathcad построить кубический сплайн по заданным точкам (cspline, interp)?
44. Какие виды сплайнов используются в Mathcad (cspline, lspline, pspline) и в чем их отличие?

Знать: ОПК-1.2, ОПК-1.3.

Раздел 7. Метод конечных элементов

45. Постановка граничных условий в методе конечных элементов.
46. Метод конечных элементов для решения краевых задач обыкновенных дифференциальных уравнений.
47. Проблема выбора пробных функций для метода конечных элементов.
48. Описание метода конечных элементов в двумерном и трехмерном случаях.
49. Проблема триангуляции для нестандартных областей в двумерном и трехмерном случаях.
50. Что такое матрица жесткости в методе конечных элементов? Как она строится?
51. Как формируется глобальная матрица жесткости из локальных матриц?
52. Какие пробные функции используются в методе конечных элементов?

**Типовые задания по выполнению контрольной работы
по дисциплине «Прикладная математика»
«Линейное программирование, оптимизация, регрессия, сплайны»**

Иметь навыки: ОПК-1.1, ОПК 1.4

Раздел 1. Линейное программирование

Задача 1. Оптимизация. Линейное программирование.

Решение двумерной задачи линейного программирования графическим способом.

Область допустимых значений – многоугольник, заданный координатами вершин.

Целевая функция: $f(x,y)=y-kx$

Требуется найти максимальное значение целевой функции и саму точку максимума ($x_{\max}$; $y_{\max}$). Результаты должны быть проверены.

Работа должна выполняться в пакете Mathcad и в пакете EXEL.

Варианты заданий:

Вариант	Вершины многоугольника	k	Вариант	Вершины многоугольника	k
1	(0,0), (2,0), (2,3), (1,4), (0,3)	1	16	(0,0), (4,0), (5,4), (2,6), (0,4)	2
2	(0,0), (3,0), (4,2), (3,4), (0,3)	2	17	(0,0), (3,0), (4,5), (1,6), (0,3)	1.5
3	(0,0), (4,0), (5,2), (3,5), (0,4)	1.5	18	(0,0), (5,0), (6,3), (3,5), (0,4)	2.5
4	(0,0), (2,0), (3,3), (2,5), (0,4)	0.5	19	(0,0), (4,0), (5,2), (4,6), (0,5)	0.5
5	(0,0), (5,0), (5,3), (2,5), (0,4)	2.5	20	(0,0), (6,0), (5,4), (3,7), (0,5)	3
6	(0,0), (3,0), (4,3), (1,6), (0,4)	1	21	(0,0), (3,0), (5,3), (2,6), (0,5)	1.5
7	(0,0), (4,0), (6,2), (5,5), (0,3)	2	22	(0,0), (4,0), (6,2), (4,5), (0,5)	2
8	(0,0), (5,0), (6,3), (4,6), (0,4)	1.5	23	(0,0), (5,0), (4,3), (2,7), (0,6)	1.5
9	(0,0), (2,0), (4,2), (2,6), (0,5)	0.5	24	(0,0), (6,0), (5,4), (3,6), (0,5)	2.5
10	(0,0), (5,0), (7,2), (3,5), (0,4)	2	25	(0,0), (4,0), (6,4), (3,8), (0,6)	1
11	(0,0), (3,0), (5,3), (4,6), (0,5)	1.5	26	(0,0), (5,0), (7,2), (4,6), (0,5)	2.5
12	(0,0), (4,0), (6,2), (3,7), (0,6)	2.5	27	(0,0), (6,0), (5,4), (2,7), (0,6)	2
13	(0,0), (2,0), (4,3), (1,5), (0,4)	0.5	28	(0,0), (4,0), (7,2), (5,5), (0,4)	1.5
14	(0,0), (5,0), (6,4), (3,8), (0,6)	3	29	(0,0), (5,0), (6,5), (2,7), (0,5)	2
15	(0,0), (3,0), (5,2), (4,5), (0,4)	1.5	30	(0,0), (6,0), (8,3), (5,7), (0,6)	3

Уметь, иметь навыки: ОПК-1.2, ОПК-1.4.

Раздел 2. Транспортная задача в строительстве

Задача 2. Транспортная задача.

Условие транспортной задачи задано величинами a – запасов поставщиков, b – потребностей потребителей, c_{ij} – тарифов на перевозку грузов. Требуется составить план перевозок груза с минимальными транспортными издержками. Решить задачу в программе Mathcad.

Вариант	a (запасы)	b (потребности)	Матрица тарифов c_{ij}
1	(50, 60, 40)	(30, 40, 50, 30)	$\begin{pmatrix} 2 & 3 & 1 & 4 \\ 5 & 2 & 3 & 2 \\ 4 & 1 & 2 & 5 \end{pmatrix}$
2	(40, 50, 60)	(30, 30, 40, 50)	$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 3 & 1 & 2 & 3 \\ 4 & 3 & 1 & 2 \end{pmatrix}$
3	(60, 40, 50)	(40, 30, 50, 30)	$\begin{pmatrix} 3 & 1 & 4 & 2 \\ 2 & 4 & 1 & 3 \\ 1 & 3 & 2 & 4 \end{pmatrix}$

4	(30, 50, 70)	(20, 40, 30, 60)	$\begin{pmatrix} 4 & 2 & 3 & 1 \\ 2 & 3 & 1 & 4 \\ 3 & 1 & 4 & 2 \end{pmatrix}$
5	(50, 50, 50)	(30, 30, 30, 60)	$\begin{pmatrix} 2 & 3 & 4 & 1 \\ 1 & 4 & 2 & 3 \\ 3 & 2 & 1 & 4 \end{pmatrix}$
6	(40, 60, 50)	(20, 50, 30, 50)	$\begin{pmatrix} 3 & 1 & 2 & 4 \\ 2 & 4 & 3 & 1 \\ 1 & 3 & 4 & 2 \end{pmatrix}$
7	(50, 40, 60)	(30, 40, 40, 40)	$\begin{pmatrix} 1 & 3 & 4 & 2 \\ 4 & 2 & 1 & 3 \\ 2 & 1 & 3 & 4 \end{pmatrix}$
8	(60, 50, 40)	(40, 30, 50, 30)	$\begin{pmatrix} 2 & 4 & 1 & 3 \\ 3 & 1 & 4 & 2 \\ 4 & 2 & 3 & 1 \end{pmatrix}$
9	(35, 55, 60)	(25, 45, 35, 45)	$\begin{pmatrix} 3 & 2 & 1 & 4 \\ 1 & 3 & 2 & 4 \\ 2 & 4 & 3 & 1 \end{pmatrix}$
10	(45, 45, 60)	(35, 35, 45, 35)	$\begin{pmatrix} 2 & 1 & 3 & 4 \\ 4 & 3 & 2 & 1 \\ 1 & 2 & 4 & 3 \end{pmatrix}$
11	(55, 35, 60)	(25, 45, 35, 45)	$\begin{pmatrix} 1 & 3 & 4 & 2 \\ 2 & 4 & 1 & 3 \\ 3 & 1 & 2 & 4 \end{pmatrix}$
12	(40, 50, 60)	(30, 40, 40, 40)	$\begin{pmatrix} 4 & 2 & 1 & 3 \\ 3 & 4 & 2 & 1 \\ 1 & 3 & 4 & 2 \end{pmatrix}$
13	(50, 60, 40)	(30, 40, 50, 30)	$\begin{pmatrix} 2 & 3 & 4 & 1 \\ 3 & 1 & 2 & 4 \\ 4 & 2 & 3 & 1 \end{pmatrix}$
14	(60, 40, 50)	(40, 30, 50, 30)	$\begin{pmatrix} 1 & 4 & 2 & 3 \\ 2 & 3 & 1 & 4 \\ 3 & 4 & 1 & 2 \end{pmatrix}$
15	(30, 50, 70)	(20, 40, 30, 60)	$\begin{pmatrix} 4 & 3 & 2 & 1 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 2 & 1 & 4 & 3 \end{pmatrix}$
16	(45, 55, 50)	(25, 35, 45, 45)	$\begin{pmatrix} 4 & 3 & 2 & 1 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 2 & 1 & 4 & 3 \end{pmatrix}$
17	(55, 45, 50)	(35, 25, 45, 45)	$\begin{pmatrix} 2 & 3 & 1 & 4 \\ 4 & 1 & 3 & 2 \\ 3 & 4 & 2 & 1 \end{pmatrix}$
18	(40, 60, 50)	(30, 30, 50, 40)	$\begin{pmatrix} 1 & 4 & 2 & 3 \\ 4 & 2 & 3 & 1 \\ 3 & 1 & 4 & 2 \end{pmatrix}$
19	(50, 50, 50)	(20, 40, 40, 50)	$\begin{pmatrix} 4 & 1 & 3 & 2 \\ 2 & 3 & 4 & 1 \\ 1 & 4 & 2 & 3 \end{pmatrix}$

20	(60, 40, 50)	(30, 40, 40, 40)	$\begin{pmatrix} 3 & 2 & 4 & 1 \\ 1 & 4 & 2 & 3 \\ 2 & 3 & 1 & 4 \end{pmatrix}$
21	(35, 65, 50)	(25, 35, 45, 45)	$\begin{pmatrix} 2 & 4 & 1 & 3 \\ 3 & 1 & 4 & 2 \\ 4 & 2 & 3 & 1 \end{pmatrix}$
22	(45, 55, 50)	(30, 30, 40, 50)	$\begin{pmatrix} 1 & 3 & 2 & 4 \\ 4 & 2 & 1 & 3 \\ 2 & 4 & 3 & 1 \end{pmatrix}$
23	(50, 50, 60)	(40, 30, 50, 40)	$\begin{pmatrix} 3 & 1 & 4 & 2 \\ 2 & 4 & 3 & 1 \\ 1 & 3 & 2 & 4 \end{pmatrix}$
24	(40, 60, 50)	(20, 50, 30, 50)	$\begin{pmatrix} 4 & 2 & 3 & 1 \\ 1 & 3 & 2 & 4 \\ 3 & 1 & 4 & 2 \end{pmatrix}$
25	(55, 45, 50)	(35, 35, 35, 45)	$\begin{pmatrix} 2 & 1 & 4 & 3 \\ 3 & 4 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix}$
26	(45, 55, 60)	(30, 40, 40, 50)	$\begin{pmatrix} 1 & 4 & 3 & 2 \\ 3 & 2 & 4 & 1 \\ 2 & 1 & 3 & 4 \end{pmatrix}$
27	(50, 60, 40)	(25, 45, 35, 45)	$\begin{pmatrix} 4 & 3 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 4 & 3 \\ 3 & 4 & 1 & 2 \end{pmatrix}$
28	(60, 40, 50)	(35, 35, 40, 40)	$\begin{pmatrix} 3 & 2 & 1 & 4 \\ 1 & 4 & 3 & 2 \\ 2 & 3 & 4 & 1 \end{pmatrix}$
29	(35, 65, 50)	(20, 40, 40, 50)	$\begin{pmatrix} 2 & 3 & 4 & 1 \\ 4 & 1 & 2 & 3 \\ 1 & 4 & 3 & 2 \end{pmatrix}$
30	(50, 50, 60)	(30, 30, 50, 50)	$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 2 & 3 & 4 & 1 \\ 3 & 4 & 1 & 2 \end{pmatrix}$

Требования к выполнению:

1. Проверить условие баланса: сумма запасов должна равняться сумме потребностей (закрытая транспортная задача).
2. Составить математическую модель транспортной задачи в матричной форме:

$$F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \min$$

при ограничениях:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, \quad i = \overline{1, m}$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, \quad j = \overline{1, n}$$

$$x_{ij} \geq 0$$

3. Решить задачу в Mathcad с использованием блока Given – Minimize.
4. Получить оптимальную матрицу перевозок X.
5. Вычислить минимальные транспортные издержки.
6. Проверить выполнение ограничений.

Контрольные вопросы:

1. Как задаются матрицы в Mathcad?
2. Как вычислить сумму элементов строк и столбцов матрицы?
3. Как решить транспортную задачу с использованием Minimize?
4. В чем отличие закрытой и открытой транспортной задачи?

Уметь, иметь навыки: ОПК-2.3, ОПК-2.4.

Раздел 3. Метод Монте-Карло как основа статистического моделирования**Задача 3. Метод Монте-Карло.**

Задание. Вычислить площади фигуры двумя способами:

1. Аналитически - с помощью двойного интеграла (точное значение).
2. Численно - методом Монте-Карло (статистическое моделирование).

Метод Монте-Карло не очень точный, но два-три знака после запятой должны совпасть с аналитическим решением. Оценить погрешность вычислений в зависимости от числа испытаний $N = 100, 1000, 10000$.

Варианты заданий:

Вариант	Фигура	Границы области	Аналитическая формула площади
1	Круг радиуса $R = 2$ с центром в $(0,0)$	$x^2 + y^2 \leq 4$	$S = \pi R^2 = 4\pi$
2	Эллипс с полуосями $a = 3, b = 2$	$\frac{x^2}{9} + \frac{y^2}{4} \leq 1$	$S = \pi ab = 6\pi$
3	Параболический сегмент: $y = 4 - x^2, y = 0$	$x \in [-2, 2], y \in [0, 4 - x^2]$	$S = \int_{-2}^2 (4 - x^2) dx$
4	Треугольник с вершинами $(0,0), (2,0), (1,3)$	$0 \leq y \leq 3x, 0 \leq x \leq 1; 0 \leq y \leq -3x + 6, 1 \leq x \leq 2$	$S = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 3 = 3$
5	$y = \sin(x) + 1, y = 0, x = 0, x = \pi$	$x \in [0, \pi], y \in [0, \sin(x) + 1]$	$S = \int_0^\pi (\sin x + 1) dx$
6	Круг радиуса $R = 3$ с центром в $(1,1)$	$(x-1)^2 + (y-1)^2 \leq 9$	$S = \pi R^2 = 9\pi$
7	Эллипс с полуосями $a = 4, b = 3$	$\frac{x^2}{16} + \frac{y^2}{9} \leq 1$	$S = \pi ab = 12\pi$
8	Параболический сегмент: $y = 9 - x^2, y = 0$	$x \in [-3, 3], y \in [0, 9 - x^2]$	$S = \int_{-3}^3 (9 - x^2) dx$
9	Треугольник с вершинами $(0,0), (3,0), (2,4)$	$0 \leq y \leq \frac{4}{2}x, 0 \leq x \leq 2; 0 \leq y \leq -4x + 12, 2 \leq x \leq 3$	$S = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 4 = 6$
10	$y = \cos(x) + 1, y = 0, x = -\frac{\pi}{2}, x = \frac{\pi}{2}$	$x \in [-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}], y \in [0, \cos(x) + 1]$	$S = \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} (\cos x + 1) dx$
11	Круг радиуса $R = 2.5$ с центром в $(0,0)$	$x^2 + y^2 \leq 6.25$	$S = \pi R^2 = 6.25\pi$
12	Эллипс с полуосями $a = 5, b = 2$	$\frac{x^2}{25} + \frac{y^2}{4} \leq 1$	$S = \pi ab = 10\pi$
13	$y = 6 - 2x^2, y = 0$	$x \in [-\sqrt{3}, \sqrt{3}], y \in [0, 6 - 2x^2]$	$S = \int_{-\sqrt{3}}^{\sqrt{3}} (6 - 2x^2) dx$
14	Треугольник с вершинами $(0,0), (4,0), (2,5)$	$0 \leq y \leq \frac{5}{2}x, 0 \leq x \leq 2; 0 \leq y \leq -\frac{5}{2}x + 10, 2 \leq x \leq 4$	$S = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 5 = 10$
15	$y = 2 + \sin(2x), y = 0, x = 0, x = 2\pi$	$x \in [0, 2\pi], y \in [0, 2 + \sin(2x)]$	$S = \int_0^{2\pi} (2 + \sin 2x) dx$
16	Круг радиуса $R = 4$ с центром в $(2,0)$	$(x-2)^2 + y^2 \leq 16$	$S = \pi R^2 = 16\pi$
17	Эллипс с полуосями	$\frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{25} \leq 1$	$S = \pi ab = 10\pi$

	$a = 2, b = 5$		
18	$y = 8 - x^2, y = 0$	$x \in [-2\sqrt{2}, 2\sqrt{2}], y \in [0, 8 - x^2]$	$S = \int_{-2\sqrt{2}}^{2\sqrt{2}} (8 - 2x^2) dx$
19	Треугольник с вершинами (0,0), (5,0), (3,6)	$0 \leq y \leq 2x, 0 \leq x \leq 3; 0 \leq y \leq -3x + 15, 3 \leq x \leq 5$	$S = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 6 = 15$
20	$y = 3 + \cos(x), y = 0, x = 0, x = 2\pi$	$x \in [0, 2\pi], y \in [0, 3 + \cos(x)]$	$S = \int_0^{2\pi} (3 + \cos x) dx$
21	Круг радиуса $R = 1.5$ с центром в (-1,0)	$(x + 1)^2 + y^2 \leq 2.25$	$S = \pi R^2 = 2.25\pi$
22	Эллипс с полуосями $a = 6, b = 2$	$\frac{x^2}{36} + \frac{y^2}{4} \leq 1$	$S = \pi ab = 12\pi$
23	$y = 12 - 3x^2, y = 0$	$x \in [-2, 2], y \in [0, 12 - 3x^2]$	$S = \int_{-2}^2 (12 - 3x^2) dx$
24	Треугольник с вершинами (0,0), (6,0), (3,7)	$0 \leq y \leq \frac{7}{3}x, 0 \leq x \leq 3; 0 \leq y \leq -\frac{7}{3}x + 14, 3 \leq x \leq 6$	$S = \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 7 = 21$
25	$y = 4 + \sin(3x), y = 0, x = 0, x = \pi$	$x \in [0, \pi], y \in [0, 4 + \sin(3x)]$	$S = \int_0^{\pi} (4 + \sin 3x) dx$
26	Круг радиуса $R = 3.5$ с центром в (2,1)	$(x - 2)^2 + (y - 1)^2 \leq 12.25$	$S = \pi R^2 = 12.25\pi$
27	Эллипс с полуосями $a = 3, b = 4$	$\frac{x^2}{9} + \frac{y^2}{16} \leq 1$	$S = \pi ab = 12\pi$
28	$y = 16 - 4x^2, y = 0$	$x \in [-2, 2], y \in [0, 16 - 4x^2]$	$S = \int_{-2}^2 (16 - 4x^2) dx$
29	Треугольник с вершинами (0,0), (4,0), (1,4)	$0 \leq y \leq 4x, 0 \leq x \leq 1; 0 \leq y \leq -\frac{4}{3}x + \frac{16}{3}, 1 \leq x \leq 4$	$S = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 4 = 8$
30	$y = 5 + 2\sin(x), y = 0, x = 0, x = 2\pi$	$x \in [0, 2\pi], y \in [0, 5 + 2\sin(x)]$	$S = \int_0^{2\pi} (5 + 2\sin x) dx$

Требования к выполнению:

1. Аналитическое решение:

- Записать двойной интеграл для вычисления площади фигуры.
- Вычислить площадь аналитически (точное значение).

2. Численное решение методом Монте-Карло:

- Выбрать прямоугольную область, содержащую фигуру.
- Сгенерировать N случайных точек в этой области с помощью функции `runif(N, a, b)`.
- Определить количество точек, попавших внутрь фигуры.
- Вычислить площадь по формуле:

$$S_{MC} = S_{\text{прямоугольника}} \cdot \frac{N_{\text{попавших}}}{N_{\text{всего}}}$$

3. Выполнить расчеты для $N = 100, 1000, 10000$.

4. Сравнить результаты:

- Вычислить относительную погрешность:

$$\epsilon = \left| \frac{S_{MC} - S_{\text{аналит}}}{S_{\text{аналит}}} \right| \cdot 100\%$$

5. Построить график сходимости метода Монте-Карло (зависимость погрешности от N).

6. Сделать вывод о точности метода Монте-Карло.

Контрольные вопросы:

1. В чем суть метода Монте-Карло?
2. Как генерировать случайные точки в Mathcad?
3. Как оценить погрешность метода Монте-Карло?
4. Как зависит точность метода от числа испытаний N?

5. Какие преимущества и недостатки имеет метод Монте-Карло по сравнению с традиционными методами интегрирования?

Пример оформления в Mathcad:

ОРЛ: Определение функции, описывающей фигуру

$$f(x) := 4 - x^2$$

Аналитическое решение (точное значение)

$$S_{\text{analyt}} := \int_{-2}^2 f(x) dx = 10.6667$$

Метод Монте-Карло

$$N := 1000$$

$$a := -2 \quad b := 2$$

$$x := \text{runif}(N, a, b)$$

$$y := \text{runif}(N, 0, \max(f(x)))$$

$$\text{count} := \text{sum}(\text{if}(y \leq f(x), 1, 0))$$

$$S_{\text{MC}} := (b - a) * \max(f(x)) * \text{count} / N$$

$$S_{\text{MC}} = 10.52$$

Погрешность

$$\varepsilon := |S_{\text{MC}} - S_{\text{analyt}}| / S_{\text{analyt}} * 100\% = 1.38\%$$

Уметь, иметь навыки: ОПК-6.6.

Раздел 4. Регрессионный и дисперсионный анализ

Задача 4. Регрессионный и дисперсионный анализ.

Задание. По заданным эмпирическим данным провести линейный регрессионный анализ. Определить коэффициент корреляции. С помощью дисперсионного анализа установить его значимость.

Вычисления провести в математическом пакете Маткад. Построить графики в пакете Маткад. Использовать встроенные функции пакета Маткад.

Требования:

1. Найти уравнение линейной регрессии Y на X .
2. Изобразить на графике экспериментальные случайные точки и уравнение линейной регрессии.
3. Найти выборочный коэффициент корреляции и сделать вывод о наличии или отсутствии связи между переменными X и Y .
4. Установить значимость коэффициента корреляции с помощью критерия Стьюдента ($\alpha=0.05$).

Варианты заданий:

№	X	Y
1	2.1, 6.5, 2.9, 3.0, 2.6, 2.0, 1.4, 6.8, 3.7, 2.1	1.4, 2.2, 1.7, 2.0, 1.7, 1.0, 0.5, 2.6, 2.1, 1.6
2	1.6, 1.5, 3.3, 4.1, 1.8, 1.4, 6.5, 5.5, 1.6, 5.1	1.1, 0.6, 2.1, 2.4, 1.0, 0.4, 2.2, 2.6, 1.1, 2.4
3	3.1, 7.0, 6.7, 4.8, 1.9, 3.7, 1.3, 5.5, 4.9, 2.4	2.2, 2.7, 2.6, 2.3, 1.4, 2.2, 0.4, 2.4, 2.5, 1.5

4	6.4, 1.3, 5.3, 4.3, 1.7, 5.6, 2.9, 1.9, 3.0, 4.6	4.4, 9.1, 4.1, 4.4, 7.8, 4.2, 5.4, 6.8, 5.4, 4.7
5	1.7, 3.5, 7.0, 1.2, 1.7, 3.0, 1.1, 5.7, 5.7, 4.7	7.2, 5.2, 3.9, 9.4, 7.5, 5.8, 10.3, 4.5, 4.1, 4.5
6	4.6, 3.0, 6.5, 1.2, 4.8, 1.6, 4.6, 1.1, 6.9, 1.5	5.9, 6.7, 5.4, 11.1, 5.9, 9.5, 5.6, 11.3, 5.5, 9.8
7	7.0, 5.0, 7.2, 4.7, 7.0, 6.0, 2.6, 6.8, 7.4, 4.6	25.8, 6.4, 29.4, 4.3, 25.1, 12.1, 0.8, 21.9, 34.5, 4.5
8	16.0, 17.2, 8.9, 4.6, 2.9, 2.0, 13.1, 17.0, 7.7, 15.3	17.7, 17.0, 17.2, 18.6, 19.4, 21.4, 17.7, 17.0, 18.1, 17.5
9	2.5, 13.2, 11.4, 8.8, 9.8, 3.9, 15.0, 16.7, 17.6, 6.7	8.1, 3.6, 3.2, 3.8, 4.3, 6.4, 3.3, 3.2, 3.1, 4.8
10	3.7, 3.0, 2.1, 3.6, 2.1, 2.8, 2.4, 2.9, 2.6, 1.1	6.0, 6.7, 5.4, 6.6, 5.3, 6.0, 6.1, 6.7, 6.0, 2.7
11	1.0, 1.8, 3.3, 2.4, 4.3, 1.7, 3.8, 2.2, 1.4, 1.6	0.2, -1.0, -7.2, -2.9, -13.7, -0.6, -9.8, -1.8, 0.1, -0.6
12	1.0, 6.0, 2.0, 3.0, 4.0, 3.0, 5.0, 10.0, 1.0, 7.0	5.5, 1.6, 4.1, 2.8, 3.3, 2.6, 2.7, 2.1, 4.5, 2.7
13	1.0, 2.0, 7.0, 9.0, 6.0, 1.0, 7.0, 5.0, 8.0, 3.0	10.9, 8.7, 6.0, 7.0, 7.2, 11.1, 7.7, 7.8, 7.4, 8.1
14	6.2, 8.4, 6.5, 9.6, 0.5, 2.1, 8.5, 8.8, 5.6, 0.2	1.7, 2.9, 2.2, 3.2, -1.8, 1.1, 2.1, 1.8, 2.5, -7.8
15	1.0, 2.0, 4.0, 3.0, 5.0, 2.0, 6.0, 4.0, 3.0, 5.0	2.0, 3.5, 5.0, 4.5, 6.0, 3.0, 7.0, 5.5, 4.0, 6.5
16	2.0, 3.0, 5.0, 4.0, 6.0, 3.0, 7.0, 5.0, 4.0, 6.0	3.0, 4.5, 6.0, 5.5, 7.0, 4.0, 8.0, 6.5, 5.0, 7.5
17	3.0, 4.0, 6.0, 5.0, 7.0, 4.0, 8.0, 6.0, 5.0, 7.0	4.0, 5.5, 7.0, 6.5, 8.0, 5.0, 9.0, 7.5, 6.0, 8.5
18	4.0, 5.0, 7.0, 6.0, 8.0, 5.0, 9.0, 7.0, 6.0, 8.0	5.0, 6.5, 8.0, 7.5, 9.0, 6.0, 10.0, 8.5, 7.0, 9.5
19	5.0, 6.0, 8.0, 7.0, 9.0, 6.0, 10.0, 8.0, 7.0, 9.0	6.0, 7.5, 9.0, 8.5, 10.0, 7.0, 11.0, 9.5, 8.0, 10.5
20	6.0, 7.0, 9.0, 8.0, 10.0, 7.0, 11.0, 9.0, 8.0, 10.0	7.0, 8.5, 10.0, 9.5, 11.0, 8.0, 12.0, 10.5, 9.0, 11.5
21	2.5, 4.5, 6.5, 3.5, 5.5, 7.5, 1.5, 8.5, 9.5, 3.0	2.0, 4.0, 6.0, 3.0, 5.0, 7.0, 1.0, 8.0, 9.0, 2.5
22	3.2, 5.2, 7.2, 4.2, 6.2, 8.2, 2.2, 9.2, 10.2, 4.0	3.0, 5.0, 7.0, 4.0, 6.0, 8.0, 2.0, 9.0, 10.0, 3.5
23	4.1, 6.1, 8.1, 5.1, 7.1, 9.1, 3.1, 10.1, 11.1, 5.0	4.0, 6.0, 8.0, 5.0, 7.0, 9.0, 3.0, 10.0, 11.0, 4.5
24	1.8, 3.8, 5.8, 2.8, 4.8, 6.8, 0.8, 7.8, 8.8, 2.0	1.5, 3.5, 5.5, 2.5, 4.5, 6.5, 0.5, 7.5, 8.5, 1.8
25	5.0, 7.0, 9.0, 6.0, 8.0, 10.0, 4.0, 11.0, 12.0, 6.0	5.5, 7.5, 9.5, 6.5, 8.5, 10.5, 4.5, 11.5, 12.5, 6.5
26	2.3, 4.3, 6.3, 3.3, 5.3, 7.3, 1.3, 8.3, 9.3, 2.7	2.2, 4.2, 6.2, 3.2, 5.2, 7.2, 1.2, 8.2, 9.2, 2.6
27	3.9, 5.9, 7.9, 4.9, 6.9, 8.9, 2.9, 9.9, 10.9, 4.5	3.8, 5.8, 7.8, 4.8, 6.8, 8.8, 2.8, 9.8, 10.8, 4.4
28	1.2, 3.2, 5.2, 2.2, 4.2, 6.2, 0.2, 7.2, 8.2, 1.5	1.0, 3.0, 5.0, 2.0, 4.0, 6.0, 0.0, 7.0, 8.0, 1.3
29	6.5, 8.5, 10.5, 7.5, 9.5, 11.5, 5.5, 12.5, 13.5, 7.0	7.0, 9.0, 11.0, 8.0, 10.0, 12.0, 6.0, 13.0, 14.0, 7.5
30	4.8, 6.8, 8.8, 5.8, 7.8, 9.8, 3.8, 10.8, 11.8, 5.2	5.0, 7.0, 9.0, 6.0, 8.0, 10.0, 4.0, 11.0, 12.0, 5.5

Требования к выполнению:

1. Найти уравнение линейной регрессии Y на X : $Y=a+b \cdot X$

где:

$$b = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum(x_i - \bar{x})^2}, \quad a = \bar{y} - b\bar{x}$$

2. Изобразить на графике экспериментальные случайные точки и уравнение линейной регрессии.

3. Найти выборочный коэффициент корреляции:

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum(y_i - \bar{y})^2}}$$

4. Сделать вывод о наличии или отсутствии связи между переменными X и Y (если $|r| \geq 0.7$ — сильная связь; если $0.3 \leq |r| < 0.7$ — средняя связь; если $|r| < 0.3$ — связь слабая).

5. Установить значимость коэффициента корреляции с помощью критерия Стьюдента ($\alpha=0.05$):

$$t_{\text{расч}} = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

Сравнить с табличным значением $t_{\text{табл}}(0.05, n-2)$

Пример оформления в Mathcad:

ОРЛ: Исходные данные

$X := [2.1, 6.5, 2.9, 3.0, 2.6, 2.0, 1.4, 6.8, 3.7, 2.1]$

$Y := [1.4, 2.2, 1.7, 2.0, 1.7, 1.0, 0.5, 2.6, 2.1, 1.6]$

Вычисление коэффициентов регрессии

$n := \text{length}(X)$

$\text{meanX} := \text{mean}(X) = 3.31$

$\text{meanY} := \text{mean}(Y) = 1.68$

$b := \text{sum}((X - \text{meanX}) * (Y - \text{meanY})) / \text{sum}((X - \text{meanX})^2) = 0.132$

$a := \text{meanY} - b * \text{meanX} = 1.24$

Уравнение регрессии

$Y_{\text{reg}}(x) := a + b * x$

Коэффициент корреляции

$r := \text{sum}((X - \text{meanX}) * (Y - \text{meanY})) / \sqrt{\text{sum}((X - \text{meanX})^2) * \text{sum}((Y - \text{meanY})^2)} = 0.69$

Проверка значимости (критерий Стьюдента)

$t_{\text{calc}} := r * \sqrt{n - 2} / \sqrt{1 - r^2} = 2.68$

$t_{\text{tabl}} := 2.306$ (для $\alpha = 0.05$, $df = 8$)

Вывод: $t_{\text{calc}} > t_{\text{tabl}} \rightarrow$ коэффициент корреляции значим

Контрольные вопросы:

1. Что такое метод наименьших квадратов?
2. Как интерпретируется коэффициент корреляции Пирсона?
3. Что такое коэффициент детерминации R^2 и как он интерпретируется?
4. В чем отличие критерия Стьюдента от критерия Фишера?
5. Как проверить значимость уравнения регрессии в целом?

Уметь, иметь навыки: ОПК-1.2, ОПК-1.3.

Раздел 5. Разностные методы для решения обыкновенных дифференциальных уравнений

Задача 5. Метод Рунге-Кутты.

Задание.

Контрольная работа содержит два задания. Задание выполняется в математическом пакете Mathcad. Результат сравнивается с решением, полученным с помощью встроенной функции пакета Mathcad - функцией Odesolve.

1. Решить дифференциальные уравнения, возникающие в профессиональной деятельности, с помощью встроенных операторов Odesolve или rkfixed.
2. Решить с помощью метода Рунге-Кутты четвертого порядка, используя панель программирования пакета Маткад.

Оформить решение задачи строго по ГОСТУ в программе Mathcad.

Варианты заданий:

Вариант	Дифференциальное уравнение	Начальные условия	Интервал
1	$y''+2y'+5y=\sin(x)$	$y(0)=0, y'(0)=1$	[0, 5]
2	$y''+3y'+2y=exy''+3y'+2y=e^x$	$y(0)=0, y'(0)=0$	[0, 4]
3	$y''+4y=\cos(2x)$	$y(0)=1, y'(0)=0$	[0, 6]
4	$y''+6y'+9y=x^2$	$y(0)=0, y'(0)=1$	[0, 3]
5	$y''-4y=e^{2x}$	$y(0)=1, y'(0)=0$	[0, 5]
6	$y''+2y'+10y=\sin(3x)$	$y(0)=0, y'(0)=1$	[0, 5]
7	$y''+4y'+5y=\cos(x)$	$y(0)=1, y'(0)=0$	[0, 4]
8	$y''-2y'+y=x^3$	$y(0)=0, y'(0)=1$	[0, 3]
9	$y''+6y'+13y=e^x$	$y(0)=0, y'(0)=0$	[0, 5]
10	$y''+9y=\sin(2x)$	$y(0)=1, y'(0)=0$	[0, 6]
11	$y''+5y'+6y=\cos(3x)$	$y(0)=0, y'(0)=1$	[0, 4]
12	$y''-6y'+9y=e^{3x}$	$y(0)=1, y'(0)=0$	[0, 3]
13	$y''+4y'+20y=\sin(x)$	$y(0)=0, y'(0)=0$	[0, 5]
14	$y''+2y'+2y=e^x$	$y(0)=1, y'(0)=1$	[0, 4]
15	$y''+8y'+25y=\cos(3x)$	$y(0)=0, y'(0)=1$	[0, 5]
16	$y''+10y'+26y=\sin(2x)$	$y(0)=0, y'(0)=0$	[0, 4]
17	$y''+3y'+7y=x^2$	$y(0)=1, y'(0)=0$	[0, 3]
18	$y''-2y'+5y=e^{2x}$	$y(0)=0, y'(0)=1$	[0, 5]
19	$y''+4y'+8y=\cos(x)$	$y(0)=1, y'(0)=0$	[0, 6]
20	$y''+6y'+18y=\sin(3x)$	$y(0)=0, y'(0)=1$	[0, 4]
21	$y''+2y'+3y=e^{-x}$	$y(0)=0, y'(0)=0$	[0, 5]
22	$y''+5y'+10y=\cos(2x)$	$y(0)=1, y'(0)=1$	[0, 4]
23	$y''-4y'+13y=\sin(x)$	$y(0)=0, y'(0)=0$	[0, 5]
24	$y''+7y'+12y=x$	$y(0)=0, y'(0)=1$	[0, 3]
25	$y''+8y'+20y=e^x$	$y(0)=1, y'(0)=0$	[0, 4]
26	$y''+3y'+9y=\cos(4x)$	$y(0)=0, y'(0)=1$	[0, 5]
27	$y''+2y'+8y=\sin(x)$	$y(0)=0, y'(0)=0$	[0, 6]
28	$y''+4y'+13y=e^{2x}$	$y(0)=1, y'(0)=1$	[0, 3]
29	$y''+6y'+15y=\cos(x)$	$y(0)=0, y'(0)=0$	[0, 5]

30	$y''+9y'+28y=\sin(2x)$	$y(0)=1, y'(0)=0$	[0, 4]
----	------------------------	-------------------	--------

Требования к выполнению:

Часть 1. Решение с помощью встроенных функций Mathcad:

1. Привести дифференциальное уравнение к системе уравнений первого порядка (для использования rkfixed).
2. Решить уравнение с помощью встроенной функции Odesolve.
3. Решить уравнение с помощью встроенной функции rkfixed.
4. Построить графики полученных решений.

Часть 2. Реализация метода Рунге-Кутты 4-го порядка:

1. Реализовать метод Рунге-Кутты 4-го порядка с использованием панели программирования Mathcad.
2. Формулы метода Рунге-Кутты 4-го порядка:

Для уравнения $y'=f(x,y)$

$$k_1 = h \cdot f(x_n, y_n)$$

$$k_2 = h \cdot f(x_n + \frac{h}{2}, y_n + \frac{k_1}{2})$$

$$k_3 = h \cdot f(x_n + \frac{h}{2}, y_n + \frac{k_2}{2})$$

$$k_4 = h \cdot f(x_n + h, y_n + k_3)$$

$$y_{n+1} = y_n + \frac{1}{6}(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4)$$

3. Выполнить расчеты с шагом $h=0.1$.
4. Сравнить результаты с решением, полученным с помощью встроенных функций.
5. Оценить погрешность метода.

Пример оформления в Mathcad (для варианта 1):

ОРЛ: Исходные данные

$$f(x, y1, y2) := [y2, -2*y2 - 5*y1 + \sin(x)]$$

$$x0 := 0, y0 := [0, 1], xN := 5, N := 100$$

$$h := (xN - x0) / N$$

Решение с помощью rkfixed

$$Z := \text{rkfixed}(y0, x0, xN, N, f)$$

$$X := Z<0> \quad Y1 := Z<1> \quad Y2 := Z<2>$$

Решение с помощью метода Рунге-Кутты 4-го порядка

$$Y1_RK := 0 \quad Y2_RK := 1 \quad X_RK := 0$$

for i ∈ 0..N-1

$$k1_1 := h * Y2_RK[i]$$

$$k1_2 := h * (-2*Y2_RK[i] - 5*Y1_RK[i] + \sin(X_RK[i]))$$

$$k2_1 := h * (Y2_RK[i] + k1_2/2)$$

$$k2_2 := h * (-2*(Y2_RK[i] + k1_2/2) - 5*(Y1_RK[i] + k1_1/2) + \sin(X_RK[i] + h/2))$$

$$k3_1 := h * (Y2_RK[i] + k2_2/2)$$

$$k3_2 := h * (-2*(Y2_RK[i] + k2_2/2) - 5*(Y1_RK[i] + k2_1/2) + \sin(X_RK[i] + h/2))$$

$$k4_1 := h * (Y2_RK[i] + k3_2)$$

$$k4_2 := h * (-2*(Y2_RK[i] + k3_2) - 5*(Y1_RK[i] + k3_1) + \sin(X_RK[i] + h))$$

$$Y1_RK[i+1] := Y1_RK[i] + (k1_1 + 2*k2_1 + 2*k3_1 + k4_1)/6$$

$$Y2_RK[i+1] := Y2_RK[i] + (k1_2 + 2*k2_2 + 2*k3_2 + k4_2)/6$$

$$X_RK[i+1] := X_RK[i] + h$$

Сравнение результатов
 $ERR := \max(|Y1 - Y1_RK|)$

Контрольные вопросы:

1. В чем суть метода Рунге-Кутты 4-го порядка?
2. Как оценить погрешность численного решения?
3. Какие встроенные функции Mathcad используются для решения дифференциальных уравнений?
4. В чем отличие явных и неявных методов решения дифференциальных уравнений?
5. Что такое устойчивость разностной схемы?

Уметь, иметь навыки: ОПК-1.3, ОПК-2.3.

РАЗДЕЛ 6. Сплаины

Задача 6. Сплаины.

Задание. Кривая задана своими интерполяционными точками. Построить одномерный кубический сплайн. Получить матрицу коэффициентов сплайна. Оценить точность интерполяции.

Вариант	Точки (X, Y)
1	(0,1), (1,3), (2,2), (3,5), (4,4), (5,6), (6,3)
2	(0,2), (1,4), (2,1), (3,3), (4,5), (5,2), (6,4)
3	(0,0), (1,2), (2,4), (3,1), (4,3), (5,5), (6,2)
4	(0,1), (1,1), (2,3), (3,2), (4,4), (5,3), (6,5)
5	(0,3), (1,1), (2,4), (3,2), (4,5), (5,1), (6,4)
6	(0,2), (1,3), (2,1), (3,4), (4,2), (5,5), (6,3)
7	(0,0), (1,3), (2,1), (3,5), (4,2), (5,4), (6,1)
8	(0,4), (1,1), (2,3), (3,2), (4,5), (5,3), (6,2)
9	(0,2), (1,0), (2,4), (3,1), (4,3), (5,2), (6,5)
10	(0,1), (1,4), (2,2), (3,3), (4,1), (5,5), (6,2)
11	(0,3), (1,2), (2,5), (3,1), (4,4), (5,2), (6,3)
12	(0,0), (1,2), (2,3), (3,1), (4,5), (5,3), (6,4)
13	(0,2), (1,4), (2,1), (3,5), (4,3), (5,1), (6,4)
14	(0,1), (1,3), (2,4), (3,2), (4,5), (5,1), (6,3)
15	(0,4), (1,2), (2,3), (3,1), (4,4), (5,2), (6,5)
16	(0,0), (1,3), (2,5), (3,2), (4,4), (5,1), (6,3)
17	(0,2), (1,1), (2,4), (3,3), (4,2), (5,5), (6,1)
18	(0,3), (1,0), (2,2), (3,4), (4,1), (5,3), (6,5)
19	(0,1), (1,5), (2,2), (3,3), (4,1), (5,4), (6,2)
20	(0,2), (1,3), (2,5), (3,1), (4,4), (5,2), (6,3)
21	(0,0), (1,1), (2,4), (3,2), (4,5), (5,3), (6,1)
22	(0,4), (1,2), (2,5), (3,1), (4,3), (5,2), (6,4)
23	(0,1), (1,3), (2,2), (3,5), (4,1), (5,4), (6,2)
24	(0,2), (1,4), (2,3), (3,1), (4,5), (5,2), (6,4)
25	(0,3), (1,1), (2,4), (3,2), (4,5), (5,3), (6,1)
26	(0,0), (1,2), (2,5), (3,3), (4,1), (5,4), (6,2)
27	(0,1), (1,4), (2,2), (3,5), (4,3), (5,1), (6,4)
28	(0,2), (1,3), (2,1), (3,4), (4,2), (5,5), (6,3)
29	(0,4), (1,1), (2,3), (3,5), (4,2), (5,4), (6,1)
30	(0,0), (1,3), (2,1), (3,4), (4,2), (5,5), (6,3)

Требования к выполнению:

1. Построить кубический сплайн с использованием cspline и interp.
2. Получить матрицу коэффициентов сплайна.
3. Построить график сплайна и интерполяционных точек.
4. Оценить точность интерполяции.

Уметь, иметь навыки: ОПК-1.2, ОПК-1.3.

РАЗДЕЛ 7. Метод конечных элементов

Задача 7. Метод конечных элементов.

Задание. Для стержня с жесткостью EA и длиной L , нагруженного распределенной нагрузкой $q(x)$ и сосредоточенной силой P на конце, решить краевую задачу методом конечных элементов.

Вариант	EA	L	q(x)	P	Вариант	EA	L	q(x)	P
1	$2 \cdot 10^5$	4	10	100	16	$2.2 \cdot 10^5$	4.5	12	110
2	$1 \cdot 10^5$	3	15	80	17	$1.1 \cdot 10^5$	3.5	16	85
3	$3 \cdot 10^5$	5	8	120	18	$3.2 \cdot 10^5$	5.5	9	125
4	$2.5 \cdot 10^5$	6	12	90	19	$2.6 \cdot 10^5$	6.5	13	95
5	$1.5 \cdot 10^5$	4	20	70	20	$1.6 \cdot 10^5$	4.2	22	75
6	$3.5 \cdot 10^5$	5	6	150	21	$3.6 \cdot 10^5$	5.2	7	155
7	$2 \cdot 10^5$	3	18	60	22	$2.1 \cdot 10^5$	3.2	19	65
8	$4 \cdot 10^5$	6	5	200	23	$4.2 \cdot 10^5$	6.2	6	210
9	$1 \cdot 10^5$	4	25	50	24	$1.2 \cdot 10^5$	4.8	26	55
10	$2.5 \cdot 10^5$	5	10	110	25	$2.8 \cdot 10^5$	5.8	11	115
11	$3 \cdot 10^5$	6	14	130	26	$3.4 \cdot 10^5$	6.4	15	135
12	$1.8 \cdot 10^5$	4	22	60	27	$2.0 \cdot 10^5$	4.6	23	65
13	$2.2 \cdot 10^5$	5	7	140	28	$2.4 \cdot 10^5$	5.4	8	145
14	$3.8 \cdot 10^5$	6	9	180	29	$3.9 \cdot 10^5$	6.2	10	185
15	$1.2 \cdot 10^5$	3	28	40	30	$1.4 \cdot 10^5$	3.8	29	45

Требования к выполнению:

1. Построить матрицу жесткости для N элементов.
2. Собрать глобальную матрицу жесткости.
3. Решить систему уравнений МКЭ.
4. Построить график перемещений.
5. Оценить погрешность при $N = 2, 4, 8$ элементов.

Контрольные вопросы:

1. Что такое матрица жесткости в методе конечных элементов?
2. Как формируется глобальная матрица жесткости из локальных матриц?
3. Какие пробные функции используются в методе конечных элементов?
4. Как оценить погрешность метода конечных элементов?

**Типовые задания для входного тестирования
по дисциплине «Прикладная математика»**

1. Дифференциальным уравнением первого порядка относительно неизвестной функции $y(x)$ называется уравнение вида:

- 1) $F(x, y) = 0$ 2) $F(x) = 0$
3) $F(x, y') = 0$ 4) $x^2 + y^2 = 5$

2. Общим решением дифференциального уравнения называется:

- 1) Все решения.
2) Одно решение.
3) Два решения.
4) Три решения.

3. Частным решением дифференциального уравнения называется:

- 1) Все решения
2) Одно решение.
3) Два решения.
4) Три решения.

4. Дифференциальное уравнение называется задачей Коши, если

- 1) Не заданы начальные условия.
2) Заданы начальные условия.
3) Безразлично заданы или не заданы начальные условия.
4) Заданы только нулевые начальные данные.

5. Дифференциальное уравнение называется уравнением с разделяющимися переменными, если:

- 1) Переменные x, y можно отделить друг от друга так, чтобы они оказались по разные стороны от знака равенства.
2) Переменную x можно разделить на переменную y .
3) Переменную y можно разделить на переменную x .
4) Переменную y' можно отделить от переменной x .

6. Решите дифференциальное уравнение с разделяющимися переменными: $\frac{dx}{y^2} = \frac{dy}{x^4}$

- 1) $\frac{x^6}{5} + C = \frac{y^2}{3}$ 2) $\frac{x^5}{6} + C = \frac{y^3}{3}$
3) $\frac{x^5}{5} + C = \frac{y^3}{3}$ 4) $\frac{x^7}{7} + C = \frac{y^2}{2}$

7. Решите дифференциальное уравнение с разделяющимися переменными: $\frac{dx}{y^4} = \frac{dy}{x^5}$

- 1) $\frac{x^6}{5} + C = \frac{y^2}{3}$ 2) $\frac{x^5}{6} + C = \frac{y^3}{3}$
3) $\frac{x^5}{5} + C = \frac{y^3}{3}$ 4) $\frac{x^6}{6} + C = \frac{y^5}{5}$

8. Решите дифференциальное уравнение с разделяющимися переменными: $ydx = xdy$

$$\begin{array}{ll} 1) \quad \frac{x^6}{5} + C = \frac{y^2}{3} & 2) \quad \frac{x^5}{6} + C = \ln(y) \\ 3) \quad \ln(x) + C = \ln(y) & 4) \quad \frac{x^6}{6} + C = \frac{y^5}{5} \end{array}$$

9. Решите дифференциальное уравнение с разделяющимися переменными:

$$\frac{dx}{\sin(y)} = \frac{dy}{\cos(x)}:$$

$$\begin{array}{ll} 1) \quad \sin(x) + C = -\cos(y) & 2) \quad \frac{x^5}{6} + C = \cos(y) \\ 3) \quad \ln(x) + C = \ln(y) & 4) \quad \sin(x) + C = \ln(y) \end{array}$$

10. Решите дифференциальное уравнение с разделяющимися переменными:

$$\frac{dx}{e^y} = \frac{dy}{\cos(x)}:$$

$$\begin{array}{ll} 1) \quad \sin(x) + C = -\cos(y) & 2) \quad \frac{x^5}{6} + C = \cos(y) \\ 3) \quad e^x + C = \ln(y) & 4) \quad \sin(x) + C = e^y \end{array}$$

11. Решите дифференциальное уравнение с разделяющимися переменными:

$$\frac{dx}{e^y} = \frac{dy}{e^x}:$$

$$\begin{array}{ll} 1) \quad \sin(x) + C = -\cos(y) & 2) \quad e^x + C = e^y \\ 3) \quad e^x + C = \ln(y) & 4) \quad \sin(x) + C = e^y \end{array}$$

12. Дифференциальное уравнение называется однородным уравнением, если оно имеет вид:

$$\begin{array}{ll} 1) \quad y' = F(x * y) & 2) \quad y' = F\left(\frac{y}{x}\right) \\ 3) \quad y' = F(x * y) & 4) \quad y = F\left(\frac{y'}{x}\right) \end{array}$$

13. Линейным дифференциальным уравнением первого порядка с переменными коэффициентами $P(x), Q(x)$ называется уравнение вида:

$$\begin{array}{ll} 1) \quad y' + P(x)y^3 = Q(x) & 2) \quad y' + P(x)x = Q(x)y \\ 3) \quad y' + P(x)y = Q(x) & 4) \quad y' + P(x)y = Q(x)y^3 \end{array}$$

14. Уравнением Бернулли называется уравнение вида:

$$\begin{array}{ll} 1) \quad y' + P(x)y^3 = Q(x) & 2) \quad y' + P(x)x = Q(x)y \\ 3) \quad y' + P(x)y = Q(x) & 4) \quad y' + P(x)y = Q(x)y^3 \end{array}$$

15. Однородным линейным дифференциальным уравнением с постоянными коэффициентами a_1, a_2 называется уравнение вида:

$$\begin{array}{ll} 1) \quad y'' + a_1xy' + a_2y = 0 & 2) \quad y'' + a_1y' + a_2y = 0 \\ 3) \quad y'' + a_1y' + a_2xy = 0 & 4) \quad y'' + a_1y' + a_2y^2 = 0 \end{array}$$

16. Характеристическим уравнением дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами $y'' + a_1y' + a_2y = 0$ называется квадратное уравнение вида:

$$\begin{array}{ll} 1) & k^2 + a_1k + a_2 = 0 \\ 2) & k^2 - a_1k - a_2 = 0 \\ 3) & k^2 + a_1k - a_2 = 0 \\ 4) & k^2 - a_1k + a_2 = 0 \end{array}$$

17. Задано дифференциальное уравнение $y'' - 5y' + 6y = 0$. Найти общее решение:

$$\begin{array}{ll} 1) & C_1e^{2x} + C_2e^{3x} \\ 2) & C_1e^{2x} + C_2e^{4x} \\ 3) & C_1e^{3x} + C_2e^{4x} \\ 4) & C_1e^{5x} + C_2e^{4x} \end{array}$$

18. Задано дифференциальное уравнение $y'' - 6y' + 8y = 0$. Найти общее решение:

$$\begin{array}{ll} 1) & C_1e^{2x} + C_2e^{3x} \\ 2) & C_1e^{6x} + C_2e^{4x} \\ 3) & C_1e^{3x} + C_2e^{4x} \\ 4) & C_1e^{2x} + C_2e^{4x} \end{array}$$

19. Задано дифференциальное уравнение $y'' - 6y' = 0$. Найти общее решение:

$$\begin{array}{ll} 1) & C_1 + C_2e^{6x} \\ 2) & C_1e^{2x} + C_2e^{6x} \\ 3) & C_1 + C_2e^{5x} \\ 4) & C_1e^{3x} + C_2e^{2x} \end{array}$$

20. Задано дифференциальное уравнение $y'' + 25y = 0$. Найти общее решение:

$$\begin{array}{ll} 1) & C_1e^{6x} + C_2e^{3x} \\ 2) & C_1\cos(5x) + C_2\sin(5x) \\ 3) & C_1\cos(5x) + C_2\sin(2x) \\ 4) & C_1e^{3x} + C_2e^{4x} \end{array}$$

21. Задано дифференциальное уравнение $y'' + 16y = 0$. Найти общее решение:

$$\begin{array}{ll} 1) & C_1e^{6x} + C_2e^{3x} \\ 2) & C_1\cos(3x) + C_2\sin(6x) \\ 3) & C_1\cos(5x) + C_2\sin(5x) \\ 4) & C_1\cos(4x) + C_2\sin(4x) \end{array}$$

22. Задано дифференциальное уравнение $y'' = 0$. Найти общее решение:

$$\begin{array}{ll} 1) & C_1 + C_2x \\ 2) & C_1e^{2x} + C_2x = 0 \\ 3) & C_1 + C_2x^4 \\ 4) & C_1x + C_2e^{4x} = 0 \end{array}$$

23. Задано дифференциальное уравнение $y''' = 0$. Найти общее решение:

$$\begin{array}{ll} 1) & C_1 + C_2x + C_3e^{3x} \\ 2) & C_1 + C_2x + C_3x^2 \\ 3) & C_1 + C_2x + C_3x^4 \\ 4) & C_1 + C_2x + C_3x^2 \end{array}$$

24. Задано дифференциальное уравнение $y''' - 5y'' = 0$. Найти общее решение:

$$\begin{array}{ll} 1) & C_1 + C_2x + C_2e^{5x} \\ 2) & C_1 + C_2x + C_3x^5 \\ 3) & C_1 + C_2x + C_3x^2 \\ 4) & C_1 + C_2x + C_3e^{2x} \end{array}$$

25. Задано дифференциальное уравнение $y''' + 7y' = 0$. Найти общее решение:

$$\begin{array}{ll} 1) & C_1 + C_2x + C_2e^{6x} \\ 2) & C_1 + C_2x + C_3x^7 \\ 3) & C_1 + C_2x + C_3x^6 \\ 4) & C_1 + C_2x + C_3e^{-7x} \end{array}$$

26. Задано дифференциальное уравнение $y''' - 9y' = 0$. Найти общее решение:

- 1) $C_1 + C_2 e^{-3x} + C_2 e^{6x}$ 2) $C_1 + C_2 x + C_3 x^2$
 3) $C_1 + C_2 e^{-3x} + C_2 e^{3x}$ 4) $C_1 + C_2 x + C_3 e^{-3x}$

27. Задано дифференциальное уравнение $y''' - 25y' = 0$. Найти общее решение:

- 1) $C_1 + C_2 e^{-4x} + C_2 e^{7x}$ 2) $C_1 + C_2 e^{-5x} + C_2 e^{5x}$
 3) $C_1 + C_2 e^{-3x} + C_2 e^{2x}$ 4) $C_1 + C_2 x + C_3 e^{-3x}$

28. Задано дифференциальное уравнение $y''' + 25y' = 0$. Найти общее решение:

- 1) $C_1 + C_2 \cos(5x) + C_2 \sin(5x)$ 2) $C_1 + C_2 e^{-5x} + C_2 e^{5x}$
 3) $C_1 + C_2 e^{-3x} + C_2 e^{2x}$ 4) $C_1 + C_2 \cos(4x) + C_2 \sin(4x)$

29. Пусть корни k_1, k_2 характеристического уравнения являются: а) действительными, б) простыми, то есть не кратными ($k_1 \neq k_2$). Тогда общее решение однородного линейного дифференциального уравнения $y'' + a_1 y' + a_2 y = 0$ будет иметь вид:

- 1) $y(x) = (C_1 + C_2)(e^{k_1 x} + e^{k_2 x})$ 2) $y(x) = C_2 e^{k_2 x}$
 3) $y(x) = C_1 e^{k_1 x} + C_2 e^{k_2 x}$ 4) $y(x) = C_1 e^{k_1 x}$

30. Пусть корни k_1, k_2 характеристического уравнения являются: а) действительными, б) кратными, то есть $k_1 = k_2$ (внутренний резонанс). Тогда общее решение однородного линейного дифференциального уравнения $y'' + a_1 y' + a_2 y = 0$ будет иметь вид:

- 1) $y(x) = (C_1 + C_2)(e^{k_1 x} + e^{k_1 x})$ 2) $y(x) = C_1 e^{k_1 x}$
 3) $y(x) = C_1 e^{k_1 x} + C_2 e^{k_2 x}$ 4) $y(x) = C_1 e^{k_1 x} + x C_2 e^{k_1 x}$

31. Пусть корни k_1, k_2 характеристического уравнения являются: комплексными, то есть $k_1 = \alpha + \beta i$, $k_2 = \alpha - \beta i$. Тогда общее решение однородного линейного дифференциального уравнения $y'' + a_1 y' + a_2 y = 0$ будет иметь вид:

- 1) $y(x) = (C_1 + C_2)(e^{k_1 x} + e^{k_1 x})$ 2) $y(x) = e^{\alpha x}(C_1 \cos(\beta x) + i \sin(\beta x))$
 3) $y(x) = C_1 e^{k_1 x} + C_2 x e^{k_2 x}$ 4) $y(x) = e^{\beta x}(C_1 \cos(\alpha x) + i \sin(\alpha x))$

32. Неоднородным линейным дифференциальным уравнением с постоянными коэффициентами a_1, a_2 называется уравнение вида:

- 1) $y'' + a_1 x y' + a_2 y = f(x) (f \neq 0)$ 2) $y'' + a_1 y' + a_2 y = 0$
 3) $y'' + a_1 y' + a_2 y = f(x) (f \neq 0)$ 4) $y'' + a_1 y' + a_2 y^2 = 0$

33. Теорема о структуре общего решения неоднородного линейного дифференциального уравнения. Общее решение неоднородного линейного дифференциального уравнения есть:

- 1) сумма общего решения однородного решения и частного решения неоднородного уравнения.
- 2) сумма частного решения однородного решения и частного решения неоднородного уравнения.
- 3) произведение общего решения однородного решения и частного решения неоднородного уравнения.

4) произведение частного решения однородного уравнения и частного решения неоднородного уравнения.

34. Пусть заданы действительные и не кратные корни k_1, k_2 характеристического уравнения однородного уравнения. Явление резонанса у неоднородного уравнения $y'' + a_1y' + a_2y = e^{k_3x}$ возникает при:

- | | |
|------------------------------------|--------------------------------|
| 1) $k_3 \neq k_2$ и $k_3 \neq k_1$ | 2) $k_3 = k_1$ или $k_3 = k_2$ |
| 3) $k_3 \neq k_2$ | 4) $k_3 \neq k_1$ |

35. Пусть заданы действительные и не кратные корни k_1, k_2 характеристического уравнения однородного уравнения. Явление резонанса у неоднородного уравнения $y'' + a_1y' + a_2y = x^3$ возникает при:

- | | |
|----------------------------------|------------------------------|
| 1) $0 \neq k_2$ и $k_3 \neq k_1$ | 2) $0 = k_1$ или $k_3 = k_2$ |
| 3) $0 \neq k_2$ | 4) $0 \neq k_1$ |

36. Пусть заданы комплексные корни $k_1 = \beta i, k_2 = -\beta i$ характеристического уравнения однородного уравнения. Явление резонанса у неоднородного уравнения $y'' + a_1y' + a_2y = \sin(\delta x)$ возникает при:

- | | |
|----------------------|------------------------|
| 1) $\delta = 3\beta$ | 2) $\delta \neq \beta$ |
| 3) $\delta = -\beta$ | 4) $\delta = \beta$ |

37. Если нет резонанса у неоднородного линейного дифференциального уравнения $y'' + a_1y' + a_2y = e^{kx}$, то частное решение следует искать в виде:

- | | |
|----------------------|----------------------|
| 1) $y(x) = Ae^{5kx}$ | 2) $y(x) = Ae^{-kx}$ |
| 3) $y(x) = Ae^{kx}$ | 4) $y(x) = Ae^{6kx}$ |

38. Если есть резонанс первого порядка у неоднородного линейного дифференциального уравнения $y'' + a_1y' + a_2y = e^{kx}$, то частное решение следует искать в виде:

- | | |
|----------------------|----------------------|
| 1) $y(x) = Ae^{5kx}$ | 2) $y(x) = Ae^{-kx}$ |
| 3) $y(x) = Axe^{kx}$ | 4) $y(x) = Ae^{kx}$ |

39. Если есть резонанс второго порядка у неоднородного линейного дифференциального уравнения $y'' + a_1y' + a_2y = e^{kx}$, то частное решение следует искать в виде:

- | | |
|----------------------|------------------------|
| 1) $y(x) = Ae^{5kx}$ | 2) $y(x) = Ax^2e^{kx}$ |
| 3) $y(x) = Axe^{kx}$ | 4) $y(x) = Ae^{-kx}$ |

40. Если нет резонанса у неоднородного линейного дифференциального уравнения $y'' + a_1y' + a_2y = x$, то частное решение следует искать в виде:

- | | |
|----------------------|---------------------------|
| 1) $y(x) = Ax + B$ | 2) $y(x) = \frac{A}{x}$ |
| 3) $y(x) = Ax^2 + B$ | 4) $y(x) = Ax^2 + Bx + C$ |

41. Если есть резонанс первого порядка у неоднородного линейного дифференциального уравнения $y'' + a_1y' + a_2y = x$, то частное решение следует искать в виде:

- | | |
|----------------------|---------------------------|
| 1) $y(x) = Ax + B$ | 2) $y(x) = x(Ax + B)$ |
| 3) $y(x) = Ax^2 + B$ | 4) $y(x) = Ax^2 + Bx + C$ |

42. Если есть резонанс второго порядка у неоднородного линейного дифференциального уравнения $y'' + a_1y' + a_2y = x$, то частное решение следует искать в виде:

- | | |
|----------------------|-------------------------|
| 1) $y(x) = Ax + B$ | 2) $y(x) = x(Ax + B)$ |
| 3) $y(x) = Ax^2 + B$ | 4) $y(x) = x^2(Ax + B)$ |

43. Какие программные средства (операторы) имеются в математическом пакете Маткад для решения дифференциальных уравнений?

- | | |
|-----------------|--------------------|
| 1) <i>given</i> | 2) <i>Odesolve</i> |
| 3) <i>float</i> | 4) <i>solve</i> |

44. Какие программные средства (операторы) имеются в математическом пакете Маткад для решения систем дифференциальных уравнений?

- | | |
|-------------------|--------------------|
| 1) <i>rkfixed</i> | 2) <i>maximize</i> |
| 3) <i>expand</i> | 4) <i>factor</i> |

45. Назовите оператор Маткада, который решает дифференциальные уравнения в частных производных:

- | | |
|--------------------|--------------------|
| 1) <i>rkfixed</i> | 2) <i>simplify</i> |
| 3) <i>Pdesolve</i> | 4) <i>coeff</i> |

**Типовые задания для итогового тестирования
по дисциплине «Прикладная математика»**

Знать: ОПК-1.2.

Тест 1. Математические модели в матричной форме.

1. Матрица жесткости для стержневого элемента в методе конечных элементов имеет размерность:

1. 2×2 ;
2. 3×3 ;
3. 4×4 ;
4. зависит от числа узлов.

Ответ: 1

2. Для балки с четырьмя узлами глобальная матрица жесткости имеет размерность:

1. 4×4 ;
2. 6×6 ;
3. 8×8 ;
4. 12×12 .

Ответ: 3

3. В транспортной задаче матрица стоимостей имеет размерность:

1. $m \times n$;
2. $m \times m$;
3. $n \times n$;
4. $(m + n) \times (m + n)$.

Ответ: 1

4. В транспортной задаче матрица перевозок должна удовлетворять условию:

1. сумма строк равна сумме столбцов;
2. сумма строк равна запасам;
3. сумма столбцов равна потребностям;
4. все перечисленные условия.

Ответ: 4

Знать: ОПК-1.3.

Тест 2. Анализ матричных моделей.

1. Критерием сходимости метода конечных элементов является:

1. уменьшение нормы разности решений при увеличении числа элементов;
2. увеличение определителя матрицы;
3. уменьшение следа матрицы;
4. увеличение числа обусловленности.

Ответ: 1

2. Число обусловленности матрицы показывает:

1. точность решения;
2. чувствительность решения к погрешностям данных;
3. скорость сходимости;
4. размерность матрицы.

Ответ: 2

3. При оценке адекватности регрессионной модели используются:

1. коэффициент детерминации;
2. определитель матрицы;
3. след матрицы;
4. ранг матрицы.

Ответ: 1

4. Для проверки значимости уравнения регрессии используется:

1. критерий Фишера;
2. критерий Стьюдента;
3. критерий Колмогорова;
4. критерий Пирсона.

Ответ: 1

Знать: ОПК-1.4.

Тест 3. Оптимизационные задачи в матричной форме.

1. Задача линейного программирования в канонической форме имеет вид:

1. $\max F = C^T \cdot X, A \cdot X = B, X \geq 0;$
2. $\max F = X^T \cdot C, A \cdot X = B, X \geq 0;$
3. $\max F = C^T \cdot X, A \cdot X = B, X = 0;$
4. $\max F = C^T \cdot X, A \cdot X = B, X \leq 0.$

Ответ: 1

2. В симплекс-методе базисные переменные соответствуют:

1. единичным столбцам матрицы;
2. нулевым столбцам;
3. отрицательным столбцам;
4. произвольным столбцам.

Ответ: 1

3. В методе Given – Minimize в Mathcad ограничения записываются в виде:

1. $A \cdot X = B;$
2. $A \cdot X \leq B;$
3. $A \cdot X \geq B;$
4. все варианты.

Ответ: 4

Знать: ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК-6.6.

Тест 4. Прикладное ПО и работа с данными.

1. В Mathcad для вычисления обратной матрицы используется оператор:

1. $M^{-1};$
2. $\text{invert}(M);$
3. $1/M;$
4. $M^T.$

Ответ: 1

2. В Excel для умножения матриц используется функция:

1. МУМНОЖ;
2. МОБР;
3. СУММ;
4. СРЗНАЧ.

Ответ: 1

3. Для вычисления определителя матрицы в Excel используется функция:

1. МОПРЕД;
2. МУМНОЖ;
3. СУММ;
4. СРЗНАЧ.

Ответ: 1

4. В Mathcad для построения матрицы коэффициентов кубического сплайна используются функции:

1. cspline;
2. lspline;
3. pspline;
4. все перечисленные.

Ответ: 4

5. В Mathcad для интерполяции по сплайну используется функция:

1. interp;
2. predict;
3. extrapolate;
4. approximate.

Ответ: 1

Знать: ОПК-1.1.

Тест 5. Фундаментальные законы в строительстве.

1. Уравнение изгиба балки имеет вид:

1. $d^4y/dx^4 = q(x)/(EI)$;
2. $d^2y/dx^2 = q(x)/(EI)$;
3. $d^3y/dx^3 = q(x)/(EI)$;
4. $dy/dx = q(x)/(EI)$.

Ответ: 1

2. Закон Дарси описывает:

1. деформацию грунтов;
2. фильтрацию жидкости в пористой среде;
3. теплопроводность;
4. диффузию.

Ответ: 2

**Типовые задания к защите лабораторной работы
по дисциплине «Прикладная математика»**

Знать: ОПК – 1.1, ОПК – 1.2; **Уметь:** ОПК – 1.4;
Иметь навыки: ОПК – 1.1, ОПК – 1.2, ОПК – 1.4

Лабораторная работа №1.

Линейное программирование. Вычисление площадей многоугольников

Цель работы: Освоить методы вычисления площадей произвольных многоугольников с использованием матричных операций в Mathcad.

Задачи:

1. Задать координаты вершин многоугольника в виде матрицы.
2. Реализовать вычисление площади по формуле Гаусса.
3. Сравнить с результатом функции polyarea(V).

Задание (варианты 1-30): Использовать данные из Приложения 2, Задача 1 (вершины многоугольника).

Контрольные вопросы:

1. Как задать матрицу вершин в Mathcad?
2. Какие матричные операции используются в формуле Гаусса?
3. Как вычислить площадь методом Монте-Карло для произвольного многоугольника?

Знать: ОПК-1.2, ОПК-1.4; **Уметь:** ОПК-1.2, ОПК-1.4;
Иметь навыки: ОПК-1.2, ОПК-1.4

Лабораторная работа №2.

Транспортная задача (матричная постановка)

Цель работы: Научиться решать транспортную задачу с использованием матричных методов в Mathcad.

Задачи:

1. Представить данные в виде матрицы стоимостей C, вектора запасов A и вектора потребностей B.
2. Составить матрицу перевозок X.
3. Сформулировать ограничения и решить задачу с помощью блока Given — Minimize.

Задание (варианты 1-30): Использовать данные из Приложения 2, Задача 2.

Контрольные вопросы:

1. Как задаются матрицы в Mathcad?
2. Как вычислить сумму элементов строк и столбцов матрицы?
3. Как решить транспортную задачу с использованием Minimize?
4. В чем отличие закрытой и открытой транспортной задачи?

Знать: ОПК-2.3, ОПК-6.6; **Уметь:** ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК-6.6;
Иметь навыки: ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК-6.6

Лабораторная работа №3.

Метод Монте-Карло. Матричные вычисления

Цель работы: Изучить применение метода Монте-Карло для вычисления площадей и матричных характеристик.

Задачи:

1. Реализовать алгоритм вычисления площади фигуры методом Монте-Карло.
2. Оценить погрешность метода в зависимости от числа испытаний N.
3. Сравнить с точными значениями, полученными аналитически.

Задание (варианты 1-15): Использовать данные из Приложения 2, Задача 3.

Контрольные вопросы:

1. Как генерировать случайные точки в Mathcad?
2. Как оценить погрешность метода Монте-Карло?
3. Как зависит точность метода от числа испытаний N ?
4. Какие преимущества и недостатки имеет метод Монте-Карло?

Знать: ОПК-1.3, ОПК-6.6; Уметь: ОПК-1.3, ОПК-6.6;

Иметь навыки: ОПК-1.3, ОПК-6.6

Лабораторная работа №4.

Регрессионный и дисперсионный анализ

Цель работы: Научиться проводить регрессионный и дисперсионный анализ эмпирических данных с использованием пакета Mathcad.

Задачи:

1. По заданным эмпирическим данным найти уравнение линейной регрессии Y на X .
2. Определить выборочный коэффициент корреляции Пирсона.
3. Проверить значимость коэффициента корреляции с помощью критерия Стьюдента ($\alpha=0.05$).
4. Построить график экспериментальных точек и линии регрессии.

Задание (варианты 1-10): Использовать данные из Приложения 2, Задача 4.

Контрольные вопросы:

1. В чем суть метода наименьших квадратов?
2. Как интерпретируется коэффициент корреляции Пирсона?
3. Что такое коэффициент детерминации и как он интерпретируется?
4. В чем отличие критерия Стьюдента от критерия Фишера?
5. Как проверить значимость уравнения регрессии в целом?

Знать: ОПК-1.2, ОПК-2.3; Уметь: ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3;

Иметь навыки: ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.3

Лабораторная работа №5.

Метод Рунге-Кутты

Цель работы: Освоить численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений методом Рунге-Кутты 4-го порядка с использованием пакета Mathcad.

Задачи:

1. Решить дифференциальное уравнение с помощью встроенных функций Odesolve и rkfixed.
2. Реализовать метод Рунге-Кутты 4-го порядка с использованием панели программирования Mathcad.
3. Сравнить результаты и оценить погрешность.

Задание (варианты 1-10): Использовать данные из Приложения 2, Задача 5.

Контрольные вопросы:

1. В чем суть метода Рунге-Кутты 4-го порядка?
2. Как оценить погрешность численного решения?
3. Какие встроенные функции Mathcad используются для решения дифференциальных уравнений?
4. Что такое устойчивость разностной схемы?

**Знать: ОПК-1.3, ОПК-2.3; Уметь: ОПК-1.3, ОПК-2.3;
Иметь навыки: ОПК-1.3, ОПК-2.3**

Лабораторная работа №6.

Сплайны

Цель работы: Научиться строить одномерные и двумерные интерполяционные сплайны с использованием матрицы узлов в Mathcad.

Задачи:

1. Задать матрицу значений Z на сетке X, Y .
2. Построить кубический сплайн с использованием `cspline` и `interp`.
3. Получить матрицу коэффициентов сплайна.
4. Проанализировать точность интерполяции.

Задание (варианты 1-10): Использовать данные из Приложения 2, Задача 6.

Контрольные вопросы:

1. Как задается сетка в Mathcad?
2. Какие функции используются для построения сплайнов?
3. В чем отличие `cspline`, `lspline`, `pspline`?
4. Как оценить точность интерполяции?

**Знать: ОПК-1.1, ОПК-1.2; Уметь: ОПК-1.1, ОПК-1.2;
Иметь навыки: ОПК-1.1, ОПК-1.2**

Лабораторная работа №7.

Метод конечных элементов

Цель работы: Освоить метод конечных элементов для решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.

Задачи:

1. Построить матрицу жесткости для N элементов.
2. Собрать глобальную матрицу жесткости.
3. Решить систему уравнений МКЭ.
4. Построить график перемещений.
5. Оценить погрешность при $N = 2, 4, 8$ элементов.

Задание (варианты 1-30): Использовать данные из Приложения 2, Задача 7.

Контрольные вопросы:

1. Что такое матрица жесткости в методе конечных элементов?
2. Как формируется глобальная матрица жесткости из локальных матриц?
3. Какие пробные функции используются в методе конечных элементов?
4. Как оценить погрешность метода конечных элементов?

Примечание: Все задания выполняются с использованием пакета Mathcad. Защита лабораторной работы включает демонстрацию выполненного задания и собеседование по контрольным вопросам.