

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

С.П. Стрелков /

(подпись)

И. О. Ф.

2024 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»

«Управление инвестиционно - строительной деятельностью»

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

Кафедра

«Системы автоматизированного проектирования и моделирования»

Квалификация выпускника *магистр*

Астрахань – 2024

Разработчик:

доцент, к.ф.-м.н.

(занимаемая должность,
учёная степень и учёное звание)



(подпись)

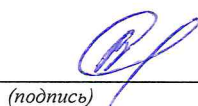
/К.Д. Яксубаев /

И. О. Ф.

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «Системы автоматизированного проектирования и моделирования»

протокол № 9 от 15.04.2024 г.

И.о. заведующего кафедрой



(подпись)

/В.В. Соболева /

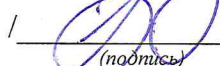
И. О. Ф.

Согласовано:

Председатель МКН «Строительство»

Направленность (профиль)

«Промышленное и гражданское строительство: проектирование»:

/  /Т.В. Золина/

И. О. Ф.

Управление инвестиционно-строительной деятельностью»:

/  /  /

И. О. Ф.

Начальник УМУ

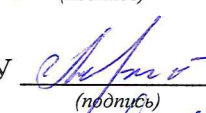


(подпись)

/В.В. Решетников/

И. О. Ф.

Специалист УМУ

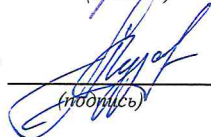


(подпись)

/С.А. Мороз /

И. О. Ф.

Начальник УИТ

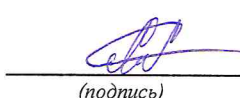


(подпись)

/Т.Е. Сидорова /

И. О. Ф.

Заведующая научной библиотекой



(подпись)

/Н.П. Якубова /

И. О. Ф.

СОДЕРЖАНИЕ

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 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.....	10
5.2.3. Содержание практических занятий	11
5.2.4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	11
Очная форма обучения	11
Учебно-методическое обеспечение	11
Заочная форма обучения	12
Учебно-методическое обеспечение	12
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
8.1. 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.....	17
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-2 - Способен анализировать, критически осмысливать и представлять информацию, осуществлять поиск научно-технической информации, приобретать новые знания, в том числе с помощью информационных технологий.

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

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

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

Знать: способы составления математической модели, описывающей изучаемый процесс или явление, способы выбора и обоснования граничных и начальных условий;

Уметь: составлять математическую модель, описывающую изучаемый процесс или явление; - выбрать и обосновывать граничные и начальные условия;

Иметь навыки: составления математической компьютерной модели, описывающей изучаемый процесс или явление, с выбором и обоснованием граничных и начальных условий.

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;

Уметь: оценивать адекватность результатов моделирования с формулированием предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности;

Иметь навыки: компьютерной оценки адекватности результатов компьютерного моделирования, с формулированием предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности.

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

Знать: методы применения типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности;

Уметь: применять типовые задачи теории оптимизации в профессиональной деятельности;

Иметь навыки: компьютерного применения типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности.

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;

Уметь: использовать конкретные средства прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности;

Иметь навыки: использования специальных пакетов прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности.

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;

Уметь: использовать конкретные информационно - коммуникационных технологии для оформления документации и представления информации;

Иметь навыки: использования специальных пакетов информационно - коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации.

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

Знать: способы обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей;

Уметь: обрабатывать результаты эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей;

Иметь навыки: обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей на специализированных пакетах.

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 следующей 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 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 часа	1 семестр – 6 часов; всего - 6 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</i> <i>предусмотрены</i>	учебным планом <i>не</i> <i>предусмотрены</i>
Самостоятельная работа (СР)	1 семестр – 80 часов; всего - 80 часов	1 семестр – 90 часов; всего - 90 часов
Форма текущего контроля:		
Контрольная работа	семестр – 1	семестр – 1
Форма промежуточной аттестации:		
Экзамен	учебным планом <i>не</i> <i>предусмотрен</i>	учебным планом <i>не</i> <i>предусмотрен</i>
Зачет	семестр – 1	семестр – 1
Зачет с оценкой	учебным планом <i>не</i> <i>предусмотрена</i>	учебным планом <i>не</i> <i>предусмотрена</i>
Курсовая работа	учебным планом <i>не</i> <i>предусмотрена</i>	учебным планом <i>не</i> <i>предусмотрена</i>
Курсовой проект	учебным планом <i>не</i> <i>предусмотрен</i>	учебным планом <i>не</i> <i>предусмотрен</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	18	1	2	4	-	12	
3.	Раздел 3. Метод Монте-Карло как основа статистического моделирования	18	1	2	4	-	12	
4.	Раздел 4. Регрессионный и дисперсионный анализ	14	1	2	-	-	12	
5.	Раздел 5. Разностные методы для решения обыкновенных дифференциальных уравнений	14	1	2	-	-	12	
6.	Раздел 6. Сплайны	16	1	2	4	-	10	
7.	Раздел 7. Метод конечных элементов	12	1	2	-	-	10	
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	18	1	2	2		14	
3.	Раздел 3. Метод Монте-Карло как основа статистического моделирования	18	1	2	4		12	
4.	Раздел 4. Регрессионный и дисперсионный анализ	14	1				14	
5.	Раздел 5. Разностные методы для решения обыкновенных дифференциальных уравнений	14	1				14	
6.	Раздел 6. Сплаины	16	1		4		12	
7.	Раздел 7. Метод конечных элементов	12	1				12	
Итого:		108		6	12		90	

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	<i>Методы применения типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности.</i> 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	<i>Способы составления математической модели, описывающей изучаемый процесс или явление, способы выбора и обеспечения граничных и начальных условий.</i> 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	<i>Методы оценок адекватности результатов моделирования, способы формулирования предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности.</i> 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	<i>Методы использования средств прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности.</i> 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	<i>Конкретные методы использования информационно-коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации.</i> 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	<i>Способы обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории</i>

		<i>вероятностей.</i> 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	<i>Способы выбора и обоснования граничных и начальных условий.</i> 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. Лабораторная работа №1: <i>Составлять математическую модель, описывающую изучаемый процесс или явление; - выбирать и обосновывать граничные и начальные условия «Вычисление площадей многоугольников»</i> <i>Формулировать предложения по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности</i>
2.	Раздел 2. Транспортная задача в строительстве	<i>Составление математической компьютерной модели, описывающей изучаемый процесс или явление, с выбором и обоснованием граничных и начальных условий. использовать типовые задачи теории оптимизации в профессиональной деятельности.</i> Лабораторная работа №2: «Транспортная задача»
3.	Раздел 3. Метод Монте-Карло как основа статистического моделирования	<i>Использовать конкретные средства прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи и применять типовые задачи теории оптимизации в профессиональной деятельности.</i> Лабораторная работа №3. «Метод Монте-Карло» <i>Использовать конкретные информационно-коммуникативные технологии для оформления документации и представления информации.</i>
4.	Раздел 6. Сплайны	<i>Обрабатывать результаты эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей.</i> Лабораторная работа №4. «Двумерные сплайны»

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 №2: «Линейное программирование. Геометрический метод». Подготовка к зачету. Подготовка к итоговому тестированию.	[1], [2]
2.	Раздел 2. Транспортная задача в строительстве	Подготовка к лабораторной работе №4: «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 №6 «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. Сплайны	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 №2: «Линейное программирование. Геометрический метод». Подготовка к зачету. Подготовка к итоговому тестированию.	[2], [4]
2.	Раздел 2. Транспортная задача в строительстве	Подготовка к лабораторной работе №4: «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 №6 «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. Сплайны	Подготовка к зачету по теме: «Построение кубических сплайнов cspline, bspline, ispline в пакете 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

Лекция

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.

Лабораторное занятие

Работа в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ.

Самостоятельная работа

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.

Самостоятельная работа во внеаудиторное время может состоять из:

- повторение лекционного материала;
- изучения учебной и научной литературы;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- подготовка к тестированию.

Контрольная работа

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.

Подготовка к зачету

Подготовка студентов к зачету включает три стадии:

- самостоятельная работа в течение семестра;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие зачету;
- подготовка к ответу на вопросы, содержащиеся в билете.

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 – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму и реализации их в математических пакетах.

Интерактивные технологии

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 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 учебная литература:

1. Дружинина Т.В. Технология работы в среде Mathcad 15 и Mathcad Prime: учебное пособие / Дружинина Т.В.. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2025. — 239 с. — ISBN 978-5-7782-5351-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/156066.html>
2. Макаров, Е. Г. Инженерные расчеты в Mathcad: учебное пособие / Е. Г. Макаров. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. — 408 с. — ISBN 978-5-9729-1974-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/144534.html>
3. Черняк, А. А. Лабораторный практикум по математике на базе Mathcad : учебное пособие / А. А. Черняк, Ж. А. Черняк. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. — 208 с. — ISBN 978-5-9729-2180-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/153961.html>
4. Жилкин В.А. Прикладная математика в инженерных расчетах на базе программных комплексов : учебное пособие / Жилкин В.А.. — Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2024. — 528 с. — ISBN 978-5-906109-60-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/80055.html>

б) дополнительная учебная литература:

5. Лукьянова Г.С. Руководство к решению задач в системах компьютерной математики GEOGEBRA, MATHCAD, Wxmaxima. Ч.1 : учебное пособие / Лукьянова Г.С., Нелю-хин С.А.. — Москва : КУРС, 2024. — 152 с. — ISBN 978-5-907352-92-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/144817.html>
6. Бояршинов, М. Г. Прикладные задачи вычислительной математики и механики : учебное пособие / М. Г. Бояршинов. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2026. — 343 с. — ISBN 978-5-4497-4724-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/154178.html>
7. Шевырёв, С. А. Источники и системы теплоснабжения. Методические материалы для решения практических задач с элементами расчета в пакете Mathcad : учебное пособие / С. А. Шевырёв. — Кемерово : Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2024. — 93 с. — ISBN 978-5-00137-466-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/148661.html>

в) перечень учебно-методического обеспечения:

8. Яксубаев К.Д. Прикладная математика. Оптимизация и линейное программирование. Учебное пособие для магистрантов. Астрахань: АГАСУ, 2019.- 51с. <http://moodle.aucu.ru>
9. Яксубаев К.Д. Прикладная математика. Статистическое моделирование и метод Монте-Карло. Учебное пособие для контрольных работ магистрантов. Астрахань: АГАСУ, 2019.- 76 с. <http://moodle.aucu.ru>
10. Яксубаев К.Д. Прикладная математика. Регрессии. Метод Рунге -_Кутты Учебное

пособие для лабораторных занятий магистрантов. Астрахань: АГАСУ, 2019. - 31с.
<http://moodle.aucu.ru>

11. Яксубаев К.Д. Прикладная математика. Слайны. Учебное пособие для самостоятельной работы магистрантов. Астрахань: АГАСУ, 2019.- 40 с. <http://moodle.aucu.ru>

2) перечень онлайн курсов:

Метод наименьших квадратов. Кафедра высшей математики ЮЗГУ.
<https://yandex.ru/video/preview/6310717763478947079>

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
- 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+.
6. Федеральный институт промышленной собственности (<http://www1.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	<p align="center">№204</p> Комплект учебной мебели Переносной мультимедийный комплект Доступ к информационно – телекоммуникационной сети «Интернет»
		<p align="center">№209</p> Комплект учебной мебели Компьютеры – 15 шт. Стационарный мультимедийный комплект. Доступ к информационно – телекоммуникационной сети «Интернет»
		<p align="center">№211</p> Комплект учебной мебели Компьютеры – 15 шт. Стационарный мультимедийный комплект. Доступ к информационно – телекоммуникационной сети «Интернет»
		<p align="center">№207</p> 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: аудитории № 201, №203	<p align="center">№201</p> Комплект учебной мебели Компьютеры – 8 шт. Доступ к информационно – телекоммуникационной сети «Интернет»
	414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 28а, библиотека, читальный зал	<p align="center">№203</p> Комплект учебной мебели Компьютеры – 8 шт. Доступ к информационно – телекоммуникационной сети «Интернет»
		<p align="center">Библиотека, читальный зал</p> 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», «Управление инвестиционно-строительной деятельностью».

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц.

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, обязательной части. Для освоения дисциплины необходимы знания, полученные при изучении следующей дисциплины: «Математика» изученные в рамках 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»

ОПОП ВО по направлению подготовки

08.04.01 «Строительство»,

направленность (профиль)

«Промышленное и гражданское строительство: проектирование», «Управление инвестиционно-строительной деятельностью»

по программе магистратуры

Павел 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»** (разработчик – доцент, к.ф.-м.н., 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 учебного цикла Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Представленные в Программе цели учебной дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления подготовки **08.04.01 «Строительство», направленность (профиль) «Промышленное и гражданское строительство: проектирование», «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», «Управление инвестиционно-строительной деятельностью»** и 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»**, **«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 **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 **«Система автоматического управления 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»**, **«Управление инвестиционно-строительной деятельностью»**.

Оценочные и методические материалы по дисциплине **«Прикладная математика»** представлены перечнем материалов текущего контроля и промежуточной аттестации.

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

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

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

Рецензент:

Доцент, к.т.-н;

Кафедра САПРиМ;

Факультет инженерных систем и пожарной

безопасности;

«Астраханский государственный

архитектурно-

строительный университет»

(ГБОУ АО ВО «АГАСУ»):

Кафедра САПРиМ

Кафедра САПРиМ

Кафедра САПРиМ

Кафедра САПРиМ

Кафедра САПРиМ

(подпись)

/ П.Н. Садчиков/

(И.О.Ф.)

Ягодина Садчиков П.Н. заверяю.
Специальный представитель
дирекции по качеству Сир- Я.О. Странунович

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», «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»** (разработчик – доцент, к.ф.-м.н., **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 учебного цикла Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Представленные в Программе цели учебной дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления подготовки **08.04.01 «Строительство», направленность (профиль) «Промышленное и гражданское строительство: проектирование», «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», «Управление инвестиционно-строительной деятельностью»** и 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»**, **«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 автоматического управления и моделирования»** материалов для установления уровня и качества достижения обучающимися результатов обучения.

Задачи оценочных и методических материалов является контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений, навыков и компетенций, заявленных в образовательной программе **08.04.01 «Строительство»**, направленность (профиль) **«Промышленное и гражданское строительство: проектирование»**, **«Управление инвестиционно-строительной деятельностью»**.

Оценочные и методические материалы по дисциплине **«Прикладная математика»** представлены перечнем материалов текущего контроля и промежуточной аттестации.

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

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании приведенной 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 магистратура, разработанная доцентом, к.ф.-м.н. Яксубаевым Камилем Джекишовичем соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям отрасли, рынка труда, профессиональных стандартов направления подготовки **08.04.01 «Строительство»**, направленность (профиль) **«Промышленное и гражданское строительство: проектирование»**, **«Управление инвестиционно-строительной деятельностью»** и могут рекомендованы к использованию.

Рецензент:

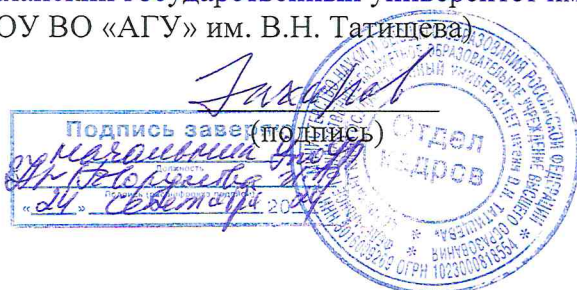
Доцент, к.ф.-м.н;

Кафедра математики;

Факультет физики, математики и инженерных технологий;

Астраханский государственный университет им. В.Н. Татищева

(ФГБОУ ВО «АГУ» им. В.Н. Татищева)



/С.А. Захаров/

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



С. П. Стрелков /

И. О. Ф.

2024 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»

«Управление инвестиционно-строительной деятельностью»

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

Кафедра

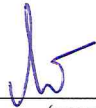
Системы автоматизированного проектирования и моделирования

Квалификация выпускника *магистр*

Разработчик:

доцент, к.ф.-м.н.

(занимаемая должность,
учёная степень и учёное звание)



(подпись)

/К.Д. Яксубаев/

И. О. Ф.

Оценочные и методические материалы рассмотрены и утверждены на заседании кафедры
«Системы автоматизированного проектирования и моделирования»

протокол № 9 от 15.04.2024 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.

«Управление инвестиционно-строительной деятельностью»:


(подпись)

/Yobolov Y.Y. /

И. О. Ф.

Начальник УМУ


(подпись)

/А.А. Кabanov /

И. О. Ф.

Специалист УМУ


(подпись)

/С.С. Кabanov /

И. О. Ф.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Оценочные и методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	4
1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы	4
1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.....	7
1.2.1. Перечень оценочных средств текущего контроля успеваемости	7
1.2.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	8
2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы	15
2.1. Зачет.....	15
2.2. Контрольная работа	16
2.3. Тест	17
2.4. Защита лабораторной работы	18
3. Перечень и характеристики процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций	19
Приложение 1	20
Приложение 2	22
Приложение 3	31
Приложение 4	36
Приложение 5	39

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 N		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		
ОПК-1 - Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук	ОПК-1.2. - Составление математической модели, описывающей изучаемый процесс или явление, выбор и обоснование граничных и начальных условий	Знать способы составления математической модели, описывающей изучаемый процесс или явление, способы выбора и обоснования граничных и начальных условий		X						X	Вопросы и задания к зачету: 1(11-16). Тесты: 4(13-15).
		Уметь составлять математическую модель, описывающую изучаемый процесс или явление; - выбирать и обосновывать граничные и начальные условия	X	X							Лабораторная работа: 6(1-7).
		Иметь навыки составления математической компьютерной модели, описывающей изучаемый процесс или явление, с выбором и обоснованием граничных и начальных условий		X							Контрольная работа: 2(3).
	ОПК-1.3. - Оценка адекватности результатов моделирования, формулирование предложений	Знать методы оценок адекватности результатов моделирования, способы формулирование предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной			X						Вопросы и задания к зачету: 1(17-21). Тесты:

	по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности:	деятельности									4(16-17).
		Уметь оценивать адекватность результатов моделирования с формулированием предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности					X	X			Лабораторная работа: 6(1-14).
		Иметь навыки компьютерной оценки адекватности результатов компьютерного моделирования, с формулированием предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности	X								Контрольная работа: 2(5).
	ОПК-1.4. - Применение типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности	Знать методы применения типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности	X								Вопросы и задания к зачету 1(1-4). Тесты: 4(18).
		Уметь применять типовые задачи теории оптимизации в профессиональной деятельности		X							Лабораторная работа: 6(1-14).
		Иметь навыки компьютерного применения типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности		X							Контрольная работа: 2(1).
ОПК-2	- ОПК-2.3. – Использование	Знать методы использования средств				X					Вопросы к

Способен анализировать, критически осмысливать и представлять информацию, осуществлять поиск научно-технической информации, приобретать новые знания, в том числе с помощью информационных технологий	средств прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности	прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности								экзамену и зачету: 1(7-10). Тесты: 4(12).
		Уметь использовать конкретные средства прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности			X					Лабораторная работа: 5(1-7); 8(1-6).
		Иметь навыки использования специальных пакетов прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности			X					Контрольная работа: 2(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						X		Вопросы и задания к зачету: 1(1-4). Тесты: 4(1-11).
		Уметь использовать конкретные информационно - коммуникационные технологии для оформления документации и представления информации		X	X					Лабораторная работа: 7(1-10).
		Иметь навыки использования специальных пакетов информационно - коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации			X					Контрольная работа: 2(4).
ОПК-6 - Способен осуществлять	ОПК-6.6. - Обработка результатов эмпирических	Знать способы обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов						X	Вопросы и задания к зачету:	

исследования объектов процессов области строительства и жилищно-коммунального хозяйства	исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей:	математической статистики и теории вероятностей								1(5-6). Тесты: 4(1-11).
		Уметь обрабатывать результаты эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей					X		Лабораторная работа: 7(1-10).	
		Иметь обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей на специализированных пакетах.			X	X			Контрольная работа: 2(2).	

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
Тесты	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. Рекомендуется 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	7
ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ математического аппарата фундаментальных наук	Составление математической модели, описывающей изучаемый процесс или явление, выбор и обоснование граничных и начальных условий	Знать: способы составления математической модели, описывающей изучаемый процесс или явление, способы выбора и обоснования граничных и начальных условий	Не знает способы составления математической модели, описывающей изучаемый процесс или явление, способы выбора и обоснования граничных и начальных условий	Знает способы составления математической модели, описывающей изучаемый процесс или явление, способы выбора и обоснования граничных и начальных условий	Знает способы составления математической модели, описывающей изучаемый процесс или явление, способы выбора и обоснования граничных и начальных условий	Знает способы составления математической модели, описывающей изучаемый процесс или явление, способы выбора и обоснования граничных и начальных условий на высоком уровне
		Уметь: составлять математическую модель, описывающую изучаемый процесс или явление; - выбирать и обосновывать граничные и начальные условия	Не умеет составлять математическую модель, описывающую изучаемый процесс или явление; - выбирать и обосновывать граничные и начальные условия	Умеет составлять математическую модель, описывающую изучаемый процесс или явление; - выбирать и обосновывать граничные и начальные условия	Умеет составлять математическую модель, описывающую изучаемый процесс или явление; - выбирать и обосновывать граничные и начальные условия	Умеет составлять математическую модель, описывающую изучаемый процесс или явление; - выбирать и обосновывать граничные и начальные условия на высоком уровне

		Иметь навыки: составления математической компьютерной модели, описывающей изучаемый процесс или явление, с выбором и обоснованием граничных и начальных условий	Не имеет навыков: составления математической компьютерной модели, описывающей изучаемый процесс или явление, с выбором и обоснованием граничных и начальных условий	Не имеет навыков составления математической компьютерной модели, описывающей изучаемый процесс или явление, с выбором и обоснованием граничных и начальных условий	Имеет навыки составления математической компьютерной модели, описывающей изучаемый процесс или явление, с выбором и обоснованием граничных и начальных условий	Имеет навыки составления математической компьютерной модели, описывающей изучаемый процесс или явление, с выбором и обоснованием граничных и начальных условий на высоком уровне
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	Не знает методы оценок адекватности результатов моделирования, способы 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	Знает методы оценок адекватности результатов моделирования, способы 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	Знает методы оценок адекватности результатов моделирования, способы формулирование предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности на высоком уровне
	Уметь оценивать адекватность результатов моделирования с	Не умеет оценивать адекватность результатов моделирования с	Умеет оценивать адекватность результатов моделирования с	Умеет оценивать адекватность результатов моделирования с	Умеет оценивать адекватность результатов моделирования с	Умеет оценивать адекватность результатов моделирования с

		формулированием предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности	формулированием предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности	формулированием предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности	формулированием предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности	формулированием предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной на высоком уровне
		Иметь навыки: компьютерной оценки адекватности результатов компьютерного моделирования, с формулированием предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности	Не имеет навыков компьютерной оценки адекватности результатов компьютерного моделирования, с формулированием предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности	Не имеет навыков компьютерной оценки адекватности результатов компьютерного моделирования, с формулированием предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности	Имеет навыки: компьютерной оценки адекватности результатов компьютерного моделирования, с формулированием предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности	Имеет навыки: компьютерной оценки адекватности результатов компьютерного моделирования, с формулированием предложений по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности на высоком уровне.
	Применение типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности	Знать методы применения типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности	Не знает методы применения типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности	Знать методы применения типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности	Знать методы применения типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности	Знать методы применения типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности

		Уметь: применять типовые задачи теории оптимизации в профессиональной деятельности;	Не умеет применять типовые задачи теории оптимизации в профессиональной деятельности	Умеет применять типовые задачи теории оптимизации в профессиональной деятельности	Умеет применять типовые задачи теории оптимизации в профессиональной деятельности	Умеет применять типовые задачи теории оптимизации в профессиональной деятельности на высоком уровне
		Иметь навыки: компьютерного применения типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности.	Не имеет навыков компьютерного применения типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности	Не имеет навыков компьютерного применения типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности	Имеет навыки компьютерного применения типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности	Имеет навыки компьютерного применения типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности на высоком уровне
ОПК-2 - Способен анализировать, критически осмысливать и представлять информацию, осуществлять поиск научно-технической информации, приобретать новые знания,	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	Не знает методы использования средств прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности	Знает методы использования средств прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности	Знает методы использования средств прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности	Знает методы использования средств прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности на высоком уровне
		Уметь: использовать конкретные средства прикладного программного обеспечения для	Не умеет использовать конкретные средства прикладного программного обеспечения для	Умеет использовать конкретные средства прикладного программного обеспечения для	Умеет использовать конкретные средства прикладного программного обеспечения для	Умеет использовать конкретные средства прикладного программного обеспечения для

в том числе с помощью информационных технологий		обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности;	обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности	обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности	обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности	обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности на высоком уровне
		Иметь навыки: использования специальных пакетов прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности	Не имеет навыков использования специальных пакетов прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности	Не имеет навыков использования специальных пакетов прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности	Имеет навыки использования специальных пакетов прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности	Имеет навыки использования специальных пакетов прикладного программного обеспечения для обоснования результатов решения задачи профессиональной деятельности на высоком уровне
	Использование информационно-коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации:	Знать: конкретные методы использования информационно - коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации;	Не знает конкретные методы использования информационно - коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации	Знает конкретные методы использования информационно - коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации	Знает конкретные методы использования информационно - коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации	Знает конкретные методы использования информационно - коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации на высоком уровне
		Уметь: использовать конкретные информационно -	Не умеет использовать конкретные информационно -	Умеет использовать конкретные информационно -	Умеет использовать конкретные информационно -	Умеет использовать конкретные информационно -

		коммуникационных технологии для оформления документации и представления информации	коммуникационных технологии для оформления документации и представления информации	коммуникационных технологии для оформления документации и представления информации	коммуникационных технологии для оформления документации и представления информации	коммуникационных технологии для оформления документации и представления информации на высоком уровне
		Иметь навыки: использования специальных пакетов информационно - коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации	Не имеет навыков использования специальных пакетов информационно - коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации	Не имеет навыков использования специальных пакетов информационно - коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации	Имеет навыки использования специальных пакетов информационно - коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации	Имеет навыки использования специальных пакетов информационно - коммуникационных технологий для оформления документации и представления информации на высоком уровне

ОПК-6 - Способен осуществлять исследования объектов и процессов в области строительства	Обработка результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и	Знать: способы обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей	Не знает способы обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей	Знает способы обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории	Знает способы обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории	Знает способы обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей на
-----------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

и жилищно-коммунального хозяйства.	теории вероятностей:			вероятностей	вероятностей	высоком уровне
		Уметь: обрабатывать результаты эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей	Не умеет обрабатывать результаты эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей	Умеет обрабатывать результаты эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей	Умеет обрабатывать результаты эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей	Умеет обрабатывать результаты эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей на высоком уровне
		Иметь навыки: обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей на специализированных пакетах	Не имеет навыков обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей на специализированных пакетах	Не имеет навыков обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей на специализированных пакетах	Имеет навыки обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей на специализированных пакетах	Имеет навыки обработки результатов эмпирических исследований с помощью методов математической статистики и теории вероятностей на специализированных пакетах на высоком уровне

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 к контрольной работе. (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, к итоговому тесту. Приложения 3,4.

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.
2	Неудовлетворительно	если студентом не выполнены условия, предполагающие оценку «Удовлетворительно».
4	Зачтено	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на уровнях «отлично», «хорошо», «удовлетворительно».
5	Не зачтено	Выставляется при соответствии параметрам экзаменационной шкалы на «Неудовлетворительно»

2.4. Защита лабораторной работы

а) типовые задания к лабораторным работам. 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 не правильно 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 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.	Контрольная работа	Систематически на занятиях (для очной формы обучения); По мере выполнения (для заочной формы обучения)	По пятибалльной шкале или зачтено/не зачтено	Журнал успеваемости преподавателя (для очной формы обучения); Тетрадь для выполнения контрольных работ (для заочной формы обучения)
3	Тесты	Входной тест в начале семестра. Итоговый тест в конце семестра.	По пятибалльной шкале или зачтено/не зачтено	Журнал успеваемости преподавателя

Вопросы и задания к зачету

ОПК-1.4, 2.4 Знать.

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 «за вклад в теорию оптимального распределения ресурсов»
4. Решить оптимизационные задачи с помощью ПОИСКА РЕШЕНИЙ пакета EXCEL.

ОПК-6.6. Знать.

5. Фундаментальные основы теории и вероятности и статистики: функции распределения, плотность распределения, случайные точки. Приведите характеристики непрерывной случайно величины, равномерно распределенной на отрезке.
6. основы статистического моделирования и главную дискретную величину, лежащую в основе всех методов статистического моделирования. Дискретная равномерно распределенная на отрезке случайная величина. Датчик равномерно распределенной на отрезке случайной величины runif в математическом пакете Маткад. Свойства его.

ОПК-2.3. Знать.

7. метод Монте-Карло, как основной метод статического моделирования. Вычисление площадей методом Монте-Карло.
8. Вычисление двойных интегралов методом Монте-Карло.
9. Вычисление объемов методом Монте-Карло.
10. Вычисление тройных интегралов методом Монте-Карло.

ОПК-1.2. Знать.

11. Дифференциальные уравнения как основной метод моделирования и статики и динамики движущихся объектов.
12. Смоделировать в дифференциальных уравнениях изгибающую ось тонкой балки.
13. Задайте граничные условия в дифференциальном уравнении изгибающей оси балки в случае, когда балка закреплена шарнирно.
14. Задайте граничные условия в дифференциальном уравнении изгибающей оси балки в случае, когда балка закреплена жестко.
15. Каким образом смоделировать точечную нагрузку на балку, чтобы дифференциальное уравнение можно было решить с помощью встроенных функций Маткада?
16. Реализация разностного метода Рунге-Кутты на Маткаде с помощью панели программирования. И сравнения итогов вычислений с работой встроенной функцией математического пакета Маткад.

ОПК-1.3. Знать.

17. Проблема устойчивости и сходимости разностных методов для приближенного решения дифференциальных уравнений в частных производных.
18. Метод конечных элементов для решения краевой задачи для обыкновенного неоднородного линейного дифференциального уравнения.
19. Проблема выбора пробных функций для метода конечных элементов.
20. Описание метода конечных элементов в двумерном и трехмерном случаях.
21. Проблема триангуляции для нестандартных областей в двумерном и трехмерном случаях.

**Контрольная работа
«Линейное программирование, оптимизация, регрессия, сплайны»**

ОПК 1.4. Иметь навыки.

Задача 1. Оптимизация. Линейное программирование.

ОПК 6.6. Иметь навыки.

Задача 2. Математическая статистика. Регрессионный и дисперсионный анализ.

ОПК 1.2. Иметь навыки.

Задача 3. Разностные (сеточные) методы приближенного решения дифференциальных уравнений. Метод Рунге-Кутты.

ОПК 2,3, 2.4. Иметь навыки.

Задача 4. Математическая статистика. Метод Монте-Карло как основа методов статистического моделирования

ОПК 1.3. Иметь навыки.

Задача 5. Сплайны. Построение одномерного сплайна.

Задание 1. Оптимизация. Линейное программирование.

Решение двумерной задачи линейного программирования графическим способом.

Постановка задачи.

Область допустимых значений – многоугольник заданный, координатами вершин.

Целевая функция имеет вид: $f(x, y) = y - kx$. 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.

Порядок выполнения работы в пакетах Mathcad или EXEL:

Варианты заданий и описание заданий.

Задача 1. Оптимизация. Линейное программирование.

Вариант 1А.	Вариант 1Б.
$X = \begin{pmatrix} 0 \\ 9 \\ 13 \\ 12 \\ 4 \\ 0 \end{pmatrix}; Y = \begin{pmatrix} 0 \\ 7 \\ 15 \\ 13 \\ 8 \end{pmatrix}; k = -6;$	$X = \begin{pmatrix} 0 \\ 9 \\ 14 \\ 9 \\ 5 \\ 0 \end{pmatrix}; Y = \begin{pmatrix} 0 \\ 7 \\ 15 \\ 12 \\ 4 \end{pmatrix}; k = -7$
Вариант 2А.	Вариант 2Б.
$X = \begin{pmatrix} 0 \\ 7 \\ 12 \\ 9 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}; Y = \begin{pmatrix} 0 \\ 7 \\ 15 \\ 13 \\ 6 \end{pmatrix}; k = 4$	$X = \begin{pmatrix} 0 \\ 10 \\ 14 \\ 10 \\ 4 \\ 0 \end{pmatrix}; Y = \begin{pmatrix} 0 \\ 7 \\ 15 \\ 12 \\ 7 \end{pmatrix}; k = -4;$
Вариант 3А.	Вариант 3Б.
$X = \begin{pmatrix} 0 \\ 7 \\ 12 \\ 9 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}; Y = \begin{pmatrix} 0 \\ 7 \\ 15 \\ 13 \\ 6 \end{pmatrix}; k = 4$	$X = \begin{pmatrix} 0 \\ 8 \\ 14 \\ 12 \\ 5 \\ 0 \end{pmatrix}; Y = \begin{pmatrix} 0 \\ 7 \\ 15 \\ 12 \\ 5 \end{pmatrix}; k = 6$
Вариант 4А.	Вариант 4Б.
$X = \begin{pmatrix} 0 \\ 9 \\ 14 \\ 10 \\ 5 \\ 0 \end{pmatrix}; Y = \begin{pmatrix} 0 \\ 7 \\ 15 \\ 13 \\ 6 \end{pmatrix}; k = 1$	$X = \begin{pmatrix} 0 \\ 8 \\ 14 \\ 12 \\ 5 \\ 0 \end{pmatrix}; Y = \begin{pmatrix} 0 \\ 7 \\ 15 \\ 12 \\ 5 \end{pmatrix}; k = 6$
Вариант 5А.	Вариант 5Б.
$X = \begin{pmatrix} 0 \\ 9 \\ 12 \\ 9 \\ 5 \\ 0 \end{pmatrix}; Y = \begin{pmatrix} 0 \\ 7 \\ 15 \\ 13 \\ 7 \end{pmatrix}; k = 4$	$X = \begin{pmatrix} 0 \\ 8 \\ 14 \\ 7 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}; Y = \begin{pmatrix} 0 \\ 7 \\ 15 \\ 12 \\ 4 \end{pmatrix}; k = -5;$
Вариант 6А.	Вариант 6Б.
$X = \begin{pmatrix} 0 \\ 10 \\ 12 \\ 11 \\ 6 \\ 0 \end{pmatrix}; Y = \begin{pmatrix} 0 \\ 7 \\ 15 \\ 13 \\ 7 \end{pmatrix}; k = -3;$	$X = \begin{pmatrix} 0 \\ 9 \\ 13 \\ 13 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}; Y = \begin{pmatrix} 0 \\ 7 \\ 15 \\ 12 \\ 8 \end{pmatrix}; k = -2$

Вариант 7А.	Вариант 7Б.
$X = \begin{pmatrix} 0 \\ 6 \\ 14 \\ 7 \\ 5 \\ 0 \end{pmatrix}; Y = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 7 \\ 15 \\ 13 \\ 4 \end{pmatrix}; k = -5$	$X = \begin{pmatrix} 0 \\ 10 \\ 13 \\ 11 \\ 4 \\ 0 \end{pmatrix}; Y = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 7 \\ 15 \\ 12 \\ 8 \end{pmatrix}; k = -1;$
Вариант 8А.	Вариант 8Б.
$X = \begin{pmatrix} 0 \\ 10 \\ 13 \\ 8 \\ 4 \\ 0 \end{pmatrix}; Y = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 7 \\ 15 \\ 12 \\ 4 \end{pmatrix}; k = -7;$	$X = \begin{pmatrix} 0 \\ 8 \\ 13 \\ 9 \\ 3 \\ 0 \end{pmatrix}; Y = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 7 \\ 15 \\ 8 \\ 8 \end{pmatrix}; k = 1$
Вариант 9А.	Вариант 9Б.
$X = \begin{pmatrix} 0 \\ 8 \\ 13 \\ 9 \\ 3 \\ 0 \end{pmatrix}; Y = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 7 \\ 15 \\ 8 \\ 8 \end{pmatrix}; k = 1$	$X = \begin{pmatrix} 0 \\ 10 \\ 13 \\ 8 \\ 4 \\ 0 \end{pmatrix}; Y = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 7 \\ 15 \\ 12 \\ 4 \end{pmatrix}; k = -7;$
Вариант 10А.	Вариант 10Б.
$X = \begin{pmatrix} 0 \\ 10 \\ 13 \\ 11 \\ 4 \\ 0 \end{pmatrix}; Y = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 7 \\ 15 \\ 12 \\ 8 \end{pmatrix}; k = -1;$	$X = \begin{pmatrix} 0 \\ 6 \\ 14 \\ 7 \\ 5 \\ 0 \end{pmatrix}; Y = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 7 \\ 15 \\ 13 \\ 4 \end{pmatrix}; k = -5$
Вариант 11А.	Вариант 11Б.
$X = \begin{pmatrix} 0 \\ 9 \\ 13 \\ 13 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}; Y = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 7 \\ 15 \\ 12 \\ 8 \end{pmatrix}; k = -2$	$X = \begin{pmatrix} 0 \\ 9 \\ 12 \\ 9 \\ 5 \\ 0 \end{pmatrix}; Y = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 7 \\ 15 \\ 13 \\ 7 \end{pmatrix}; k = 4$
Вариант 12А.	Вариант 12Б.
$X = \begin{pmatrix} 0 \\ 8 \\ 14 \\ 7 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}; Y = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 7 \\ 15 \\ 12 \\ 4 \end{pmatrix}; k = -5;$	$X = \begin{pmatrix} 0 \\ 9 \\ 12 \\ 9 \\ 5 \\ 0 \end{pmatrix}; Y = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 7 \\ 15 \\ 13 \\ 7 \end{pmatrix}; k = 4$

Задача 2. Математическая статистика. 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.

- 1) Найти уравнение линейной регрессии Y на X .
- 2) Изобразить на графиках 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.

Контрольная работа "Регрессия"

Контрольная работа состоит из двух заданий

Задание №1

1 вариант

x_i	2.1	6.5	2.9	3.0	2.6	2.0	1.4	6.8	3.7	2.1
y_i	1.4	2.2	1.7	2.0	1.7	1.0	0.5	2.6	2.1	1.6

2 вариант

x_i	1.6	1.5	3.3	4.1	1.8	1.4	6.5	5.5	1.6	5.1
y_i	1.1	0.6	2.1	2.4	1.0	0.4	2.2	2.6	1.1	2.4

3 вариант

x_i	3.1	7.0	6.7	4.8	1.9	3.7	1.3	5.5	4.9	2.4
y_i	2.2	2.7	2.6	2.3	1.4	2.2	0.4	2.4	2.5	1.5

4 вариант

x_i	6.4	1.3	5.3	4.3	1.7	5.6	2.9	1.9	3.0	4.6
y_i	4.4	9.1	4.1	4.4	7.8	4.2	5.4	6.8	5.4	4.7

5 вариант

x_i	1.7	3.5	7.0	1.2	1.7	3.0	1.1	5.7	5.7	4.7
y_i	7.2	5.2	3.9	9.4	7.5	5.8	10.3	4.5	4.1	4.5

6 вариант

x_i	4.6	3.0	6.5	1.2	4.8	1.6	4.6	1.1	6.9	1.5
y_i	5.9	6.7	5.4	11.1	5.9	9.5	5.6	11.3	5.5	9.8

7 вариант

x_i	7.0	5.0	7.2	4.7	7.0	6.0	2.6	6.8	7.4	4.6
y_i	25.8	6.4	29.4	4.3	25.1	12.1	0.8	21.9	34.5	4.5

Задача 3. Разностные (сеточные) методы приближенного решения дифференциальных уравнений. Метод Рунге-Кутты.

Метод Рунге-Кутты

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

Задание.

- 1) Решить дважды дифференциальные уравнения, возникающие в профессиональной деятельности с помощью прикладного программного обеспечения математического пакета Маткад – 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 Prime, но не в Маткаде 15.

1 вариант

x_i	2.1	6.5	2.9	3.0	2.6	2.0	1.4	6.8	3.7	2.1
y_i	1.4	2.2	1.7	2.0	1.7	1.0	0.5	2.6	2.1	1.6

2 вариант

x_i	1.6	1.5	3.3	4.1	1.8	1.4	6.5	5.5	1.6	5.1
y_i	1.1	0.6	2.1	2.4	1.0	0.4	2.2	2.6	1.1	2.4

3 вариант

x_i	3.1	7.0	6.7	4.8	1.9	3.7	1.3	5.5	4.9	2.4
y_i	2.2	2.7	2.6	2.3	1.4	2.2	0.4	2.4	2.5	1.5

4 вариант

x_i	6.4	1.3	5.3	4.3	1.7	5.6	2.9	1.9	3.0	4.6
y_i	4.4	9.1	4.1	4.4	7.8	4.2	5.4	6.8	5.4	4.7

5 вариант

x_i	1.7	3.5	7.0	1.2	1.7	3.0	1.1	5.7	5.7	4.7
y_i	7.2	5.2	3.9	9.4	7.5	5.8	10.3	4.5	4.1	4.5

6 вариант

x_i	4.6	3.0	6.5	1.2	4.8	1.6	4.6	1.1	6.9	1.5
y_i	5.9	6.7	5.4	11.1	5.9	9.5	5.6	11.3	5.5	9.8

7 вариант

x_i	7.0	5.0	7.2	4.7	7.0	6.0	2.6	6.8	7.4	4.6
y_i	25.8	6.4	29.4	4.3	25.1	12.1	0.8	21.9	34.5	4.5

8 вариант

x_i	16.0	17.2	8.9	4.6	2.9	2.0	13.1	17.0	7.7	15.3
y_i	17.7	17.0	17.2	18.6	19.4	21.4	17.7	17.0	18.1	17.5

9 вариант

x_i	2.5	13.2	11.4	8.8	9.8	3.9	15.0	16.7	17.6	6.7
y_i	8.1	3.6	3.2	3.8	4.3	6.4	3.3	3.2	3.1	4.8

10 вариант

x_i	3.7	3.0	2.1	3.6	2.1	2.8	2.4	2.9	2.6	1.1
y_i	6.0	6.7	5.4	6.6	5.3	6.0	6.1	6.7	6.0	2.7

11 вариант

x_i	1.0	1.8	3.3	2.4	4.3	1.7	3.8	2.2	1.4	1.6
y_i	0.2	-1.0	-7.2	-2.9	-13.7	-0.6	-9.8	-1.8	0.1	-0.6

12 вариант

x_i	1.0	6.0	2.0	3.0	4.0	3.0	5.0	10.0	1.0	7.0
y_i	5.5	1.6	4.1	2.8	3.3	2.6	2.7	2.1	4.5	2.7

13 вариант

x_i	1.0	2.0	7.0	9.0	6.0	1.0	7.0	5.0	8.0	3.0
y_i	10.9	8.7	6.0	7.0	7.2	11.1	7.7	7.8	7.4	8.1

14 вариант

x_i	6.2	8.4	6.5	9.6	0.5	2.1	8.5	8.8	5.6	0.2
y_i	1.7	2.9	2.2	3.2	-1.8	1.1	2.1	1.8	2.5	-7.8

Задача 4. Сплаины. Построение одномерного сплайна.

Задание. Кривая задана своим интерполяционными точками. Смоделировать сплайн второго порядка гладкости, который достаточно точно приближался бы к исследуемой кривой.

Для решения задачи использовать прикладное обеспечение математического пакета Маткад.

Указать порядок точности приближения, если исследуемая функция имеет четвертую непрерывную производную.

Построить одномерный кубический сплайн по заданным точкам.

Провести кубический сплайн через заданные точки		
Вариант №1	Вариант №2	Вариант №3
$X = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 10 \\ 11 \\ 12 \end{pmatrix}; Y = \begin{pmatrix} 29 \\ 11 \\ 27 \\ 28 \\ 4 \\ 23 \\ 20 \\ 17 \\ 37 \\ 21 \\ 18 \\ 13 \end{pmatrix}$	$X = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 10 \\ 11 \\ 12 \end{pmatrix}; Y = \begin{pmatrix} 17 \\ 9 \\ 26 \\ 0 \\ 5 \\ 22 \\ 18 \\ 12 \\ 13 \\ 24 \\ 9 \\ 6 \end{pmatrix}$	$X = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 10 \\ 11 \\ 12 \end{pmatrix}; Y = \begin{pmatrix} 17 \\ 14 \\ 17 \\ 5 \\ 10 \\ 3 \\ 27 \\ 6 \\ 1 \\ 0 \\ 25 \\ 16 \end{pmatrix}$

Провести кубический сплайн через заданные точки. Вариант №5					
Задача 1		Задача 2		Задача 3	
X	Y	X	Y	X	Y
$\begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 10 \\ 11 \\ 12 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 3 \\ 1 \\ 4 \\ 35 \\ 9 \\ 16 \\ 25 \\ 18 \\ 23 \\ 34 \\ 24 \\ 22 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 10 \\ 11 \\ 12 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 6 \\ 35 \\ 7 \\ 25 \\ 36 \\ 36 \\ 6 \\ 22 \\ 37 \\ 23 \\ 10 \\ 14 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 10 \\ 11 \\ 12 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 28 \\ 31 \\ 24 \\ 27 \\ 22 \\ 21 \\ 9 \\ 19 \\ 26 \\ 24 \\ 31 \\ 39 \end{pmatrix}$

Провести кубический сплайн через заданные точки. Вариант №6					
Задача 1		Задача 2		Задача 3	
X	Y	X	Y	X	Y
$\begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 10 \\ 11 \\ 12 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 7 \\ 22 \\ 9 \\ 24 \\ 23 \\ 19 \\ 29 \\ 24 \\ 32 \\ 23 \\ 36 \\ 29 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 10 \\ 11 \\ 12 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 9 \\ 36 \\ 36 \\ 3 \\ 6 \\ 3 \\ 8 \\ 0 \\ 4 \\ 12 \\ 1 \\ 7 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 10 \\ 11 \\ 12 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 17 \\ 9 \\ 26 \\ 0 \\ 5 \\ 22 \\ 18 \\ 12 \\ 13 \\ 24 \\ 39 \\ 6 \end{pmatrix}$

Входной тест

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: $ydx = xdy$

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

9. Решите дифференциальное уравнение с разделяющимися переменными:

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

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

10. Решите дифференциальное уравнение с разделяющимися переменными:

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

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

11. Решите дифференциальное уравнение с разделяющимися переменными:

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

- 1) $\sin(x) + C = -\cos(y)$ 2) $e^x + C = e^y$
3) $e^x + C = \ln(y)$ 4) $\sin(x) + C = e^y$

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

- 1) $y' = F(x * y)$ 2) $y' = F\left(\frac{y}{x}\right)$
3) $y' = F(x * y)$ 4) $y = F\left(\frac{y'}{x}\right)$

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

- 1) $y' + P(x)y^3 = Q(x)$ 2) $y' + P(x)x = Q(x)y$
3) $y' + P(x)y = Q(x)$ 4) $y' + P(x)y = Q(x)y^3$

14. Уравнением Бернулли называется уравнение вида:

- 1) $y' + P(x)y^3 = Q(x)$ 2) $y' + P(x)x = Q(x)y$
3) $y' + P(x)y = Q(x)$ 4) $y' + P(x)y = Q(x)y^3$

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

- 1) $y'' + a_1xy' + a_2y = 0$ 2) $y'' + a_1y' + a_2y = 0$
3) $y'' + a_1y' + a_2xy = 0$ 4) $y'' + a_1y' + a_2y^2 = 0$

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

- 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) $k^2 - a_1k + a_2 = 0$

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

- 1) $C_1e^{2x} + C_2e^{3x}$ 2) $C_1e^{2x} + C_2e^{4x}$
3) $C_1e^{3x} + C_2e^{4x}$ 4) $C_1e^{5x} + C_2e^{4x}$

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

- 1) $C_1 e^{2x} + C_2 e^{3x}$ 2) $C_1 e^{6x} + C_2 e^{4x}$
 3) $C_1 e^{3x} + C_2 e^{4x}$ 4) $C_1 e^{2x} + C_2 e^{4x}$
19. Задано дифференциальное уравнение $y'' - 6y' = 0$. Найти общее решение:
 1) $C_1 + C_2 e^{6x}$ 2) $C_1 e^{2x} + C_2 e^{6x}$
 3) $C_1 + C_2 e^{5x}$ 4) $C_1 e^{3x} + C_2 e^{2x}$
20. Задано дифференциальное уравнение $y'' + 25y = 0$. Найти общее решение:
 1) $C_1 e^{6x} + C_2 e^{3x}$ 2) $C_1 \cos(5x) + C_2 \sin(5x)$
 3) $C_1 \cos(5x) + C_2 \sin(2x)$ 4) $C_1 e^{3x} + C_2 e^{4x}$
21. Задано дифференциальное уравнение $y'' + 16y = 0$. Найти общее решение:
 1) $C_1 e^{6x} + C_2 e^{3x}$ 2) $C_1 \cos(3x) + C_2 \sin(6x)$
 3) $C_1 \cos(5x) + C_2 \sin(5x)$ 4) $C_1 \cos(4x) + C_2 \sin(4x)$
22. Задано дифференциальное уравнение $y'' = 0$. Найти общее решение:
 1) $C_1 + C_2 x$ 2) $C_1 e^{2x} + C_2 x = 0$
 3) $C_1 + C_2 x^4$ 4) $C_1 x + C_2 e^{4x} = 0$
23. Задано дифференциальное уравнение $y''' = 0$. Найти общее решение:
 1) $C_1 + C_2 x + C_3 e^{3x}$ 2) $C_1 + C_2 x + C_3 x^2$
 3) $C_1 + C_2 x + C_3 x^4$ 4) $C_1 + C_2 x + C_3 x^2$
24. Задано дифференциальное уравнение $y''' - 5y'' = 0$. Найти общее решение:
 1) $C_1 + C_2 x + C_2 e^{5x}$ 2) $C_1 + C_2 x + C_3 x^5$
 3) $C_1 + C_2 x + C_3 x^2$ 4) $C_1 + C_2 x + C_3 e^{2x}$
25. Задано дифференциальное уравнение $y''' + 7y' = 0$. Найти общее решение:
 1) $C_1 + C_2 x + C_2 e^{6x}$ 2) $C_1 + C_2 x + C_3 x^7$
 3) $C_1 + C_2 x + C_3 x^6$ 4) $C_1 + C_2 x + C_3 e^{-7x}$
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:

$$1) y(x) = (C_1 + C_2)(e^{k_1x} + e^{k_2x}) \quad 2) y(x) = C_1 e^{k_1x}$$

$$3) y(x) = C_1 e^{k_1x} + C_2 e^{k_2x} \quad 4) y(x) = C_1 e^{k_1x} + x C_2 e^{k_1x}$$

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:

$$1) y(x) = (C_1 + C_2)(e^{k_1x} + e^{k_2x}) \quad 2) y(x) = e^{\alpha x} (C_1 \cos(\beta x) + i \sin(\beta x))$$

$$3) y(x) = C_1 e^{k_1x} + C_2 x e^{k_2x} \quad 4) y(x) = e^{\beta x} (C_1 \cos(\alpha x) + i \sin(\alpha x))$$

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

$$1) y'' + a_1 x y' + a_2 y = f(x) (f \neq 0) \quad 2) y'' + a_1 y' + a_2 y = 0$$

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

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 решения 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

$y'' + a_1 y' + a_2 y = e^{k_3 x}$ возникает при:

$$1) k_3 \neq k_2 \text{ и } k_3 \neq k_1 \quad 2) k_3 = k_1 \text{ или } k_3 = k_2$$

$$3) k_3 \neq k_2 \quad 4) k_3 \neq k_1$$

35. Пусть заданы действительные и не кратные корни k_1, k_2 характеристического уравнения однородного уравнения. Явление резонанса у неоднородного уравнения

$y'' + a_1 y' + a_2 y = x^3$ возникает при:

$$1) 0 \neq k_2 \text{ и } k_3 \neq k_1 \quad 2) 0 = k_1 \text{ или } k_3 = k_2$$

$$3) 0 \neq k_2 \quad 4) 0 \neq k_1$$

36. Пусть заданы комплексные корни $k_1 = \beta i, k_2 = -\beta i$. характеристического уравнения однородного уравнения. Явление резонанса у неоднородного уравнения

$y'' + a_1 y' + a_2 y = \sin(\delta x)$ возникает при:

$$1) \delta = 3\beta \quad 2) \delta \neq \beta$$

$$3) \delta = -\beta \quad 4) \delta = \beta$$

37. Если нет резонанса у неоднородного линейного дифференциального уравнения

$y'' + a_1 y' + a_2 y = e^{kx}$, то частное решение следует искать в виде:

$$1) y(x) = A e^{5kx} \quad 2) y(x) = A e^{-kx}$$

$$3) y(x) = A e^{kx} \quad 4) y(x) = A e^{6kx}$$

38. Если есть резонанса первого порядка у неоднородного линейного дифференциального уравнения $y'' + a_1 y' + a_2 y = e^{kx}$, то частное решение следует искать в виде:

$$1) y(x) = Ae^{5kx} \quad 2) y(x) = Ae^{-kx}$$

$$3) y(x) = Axe^{kx} \quad 4) y(x) = Ae^{kx}$$

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:

$$1) y(x) = Ae^{5kx} \quad 2) y(x) = Ax^2e^{kx}$$

$$3) y(x) = Axe^{kx} \quad 4) y(x) = Ae^{-kx}$$

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

$$1) y(x) = Ax + B \quad 2) y(x) = \frac{A}{x}$$

$$3) y(x) = Ax^2 + B \quad 4) y(x) = Ax^2 + Bx + C$$

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

$$1) y(x) = Ax + B \quad 2) y(x) = x(Ax + B)$$

$$3) y(x) = Ax^2 + B \quad 4) y(x) = Ax^2 + Bx + C$$

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

$$1) y(x) = Ax + B \quad 2) y(x) = x(Ax + B)$$

$$3) y(x) = Ax^2 + B \quad 4) y(x) = x^2(Ax + B)$$

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

$$1) \textit{given} \quad 2) \textit{Odesolve}$$

$$3) \textit{float} \quad 4) \textit{solve}$$

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

$$1) \textit{rkfixed} \quad 2) \textit{maximize}$$

$$3) \textit{expand} \quad 4) \textit{factor}$$

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

$$1) \textit{rkfixed} \quad 2) \textit{simplify}$$

$$3) \textit{Pdesolve} \quad 4) \textit{coeff}$$

Итоговый тест
ОПК-6.6, 2.4. Знать

1. Выбрать универсальные случайные точки пакета Mathcad, которые используются для моделирования всех сложных фундаментальных закономерностей:

- 1) $rbinom(m, n, q)$
- 2) $rbetta(N, s1, s2)$
- 3) $runif(N, a, b)$
- 4) $rcauchy(m, l, s)$

2. Укажите случайные точки пакета Mathcad, которые используются при моделировании фундаментального закона больших чисел:

- 1) $rxp(m, r)$
- 2) $rnorm(N, mu, sigma)$
- 3) $runif(N, a, b)$
- 4) $rcauchy(m, l, s)$

3. Укажите случайные экспоненциально распределенные точки пакета Mathcad, которые используются для расчетов в теории надежности машин и механизмов:

- 1) $rgamma(m, s)$
- 2) $rnorm(N, mu, sigma)$
- 3) $rgeomf(m, q)$
- 4) $rexp(m, r)$

4. Укажите случайные гамма распределенные точки пакета Mathcad:

- 1) $rgamma(m, s)$
- 2) $rF(m, d1, d2)$
- 3) $rgeomf(m, q)$
- 4) $rlogis(m, l, s)$

5. Укажите случайные хи-квадрат распределенные точки пакета Mathcad:

- 1) $rpois(m, l)$
- 2) $rF(m, d1, d2)$
- 3) $rt(m, d)$
- 4) $rchisq(m, d)$

6. Можно ли решить задачу многомерной оптимизации методом Монте-Карло? Ответы:

- 1) Нельзя;
- 2) Можно всегда при хорошем датчике случайных чисел и мощном компьютере;
- 3) Можно всегда при хорошем датчике случайных чисел;
- 4) Можно всегда при мощном компьютере.

7. Метод Монте-Карло — это метод

- 1) для решения математических задач с помощью случайных точек
- 2) для решения только карточных задач
- 3) предназначенный только для вычисления площадей
- 4) предназначенный только задач оптимизации функций

8. Оцените приближенно. Сколько надо бросить случайных точек, чтобы решить задачу двумерной оптимизации с точностью до одного знака после запятой? Ответы:

- 1) десять точек
- 2) двадцать точек
- 3) сто точек
- 4) десять тысяч точек

9. Может ли компьютер создать или породить равномерную случайную последовательность в точности? Ответы:

- 1) не может. Он может породить только псевдослучайные точки
- 2) может, но только при мощном компьютере
- 3) может, но только при хорошем алгоритме
- 4) может всегда

10. Что такое период последовательности псевдослучайных точек?

- 1) Это общее количество точек
- 2) Это показатель точности псевдослучайных точек
- 3) Это такой номер N , начиная с которого точки повторяются
- 4) У псевдослучайных точек периода нет

11. Можно ли для задач профессиональной деятельности- для решения дифференциального уравнения изгибной оси балки или плиты использовать метод Рунге-Кутты четвертого порядка точности? Ответы:

- 1) Метод Рунге – Кутты использовать нельзя;
- 2) Можно использовать всегда;
- 3) Можно использовать только при распределенной нагрузке;
- 4) Можно использовать только при точечной нагрузке

ОПК 2.3. Знать

12. Какие средства прикладного программного обеспечения математического пакета Маткад вы знаете для решения профессиональных прочностных задач, описываемых дифференциальными уравнениями? Ответ:

- 1) *runif, maximize;*
- 2) *rkfixed, odesolve;*
- 3) *eigenvals, eigenvalues;*
- 4) *submatrix, roots.*

ОПК 1.2. Знать

13. В разностных схемах первая производная приближенно заменяется на величину:

- 1) $\frac{\Delta x}{\Delta y}$
- * Δy
- 2) Δy
- 3) Δx
- 4) $\frac{\Delta y}{\Delta x}$

14. В разностных схемах вторая производная в точке разбиения с номером j приближенно заменяется на величину:

$$\left[\begin{array}{l} 1) \frac{y_{j+2} - y_{j+1} + y_j}{\Delta^2} \\ * \\ 2) \frac{y_{j+2} - 2y_{j+1} + y_j}{\Delta^2} \\ * \\ 3) \frac{y_{j+2} - 2y_{j+1} + 2y_j}{\Delta^2} \\ * \\ 4) \frac{y_{j+2} - 2y_{j+1} + y_j}{\Delta} \end{array} \right.$$

15. Метод Эйлера для решения дифференциальных уравнений с помощью разностных схемах имеет глобальный порядок точности:

- $$\left[\begin{array}{ll} 1) & \text{первый порядок точности} \\ 2) & \text{второй порядок точности} \\ 3) & \text{третий порядок точности} \\ 4) & \text{четвертый порядок точности} \end{array} \right.$$

ОПК 1.3. Знать

16. Как называется следующий разностный метод для приближенного решения дифференциальных уравнений:

$$y_{n+4} = y_{n+3} + h \left(\frac{55}{24} f(t_{n+3}, y_{n+3}) - \frac{59}{24} f(t_{n+2}, y_{n+2}) + \frac{37}{24} f(t_{n+1}, y_{n+1}) - \frac{3}{8} f(t_n, y_n) \right)$$

- $$\left[\begin{array}{l} 1) \text{ Многошаговым методом Адамса} \\ 2) \text{ Методом Рунге – Кутты второго порядка точности} \\ 3) \text{ Методом Рунге – Кутты четвертого порядка точности} \\ 4) \text{ Модифицированным методом Эйлера} \end{array} \right.$$

17. На каких из указанных пакетов можно оформлять строительную документацию строго по Госту? Ответ:

- $$\left[\begin{array}{l} 1) \text{ Mathcad 15;} \\ 2) \text{ Mathematica;} \\ 3) \text{ Mathcad Prime;} \\ 4) \text{ Matlab} \end{array} \right.$$

ОПК 1.4. Знать

18. Какие операторы пакета Маткад используются для решения задач оптимизации и линейного программирования?

- $$\left[\begin{array}{l} 1) \text{ minimize, maximize;} \\ 2) \text{ rkfixed, odesolve;} \\ 3) \text{ eigenvals, eigenvalies;} \\ 4) \text{ submatrix, roots.} \end{array} \right.$$

Лабораторная работа №1. Вычисление площадей многоугольников.

ОПК-1.2, 2.3. Уметь.

Вариант 1. Задача 1.	Вариант 1. Задача 2.	Вариант 1. Задача 3.
$X1 := \begin{pmatrix} 10 \\ 3 \\ 1 \\ 3 \\ 8 \\ 17 \\ 10 \end{pmatrix} \quad Y1 := \begin{pmatrix} 5 \\ 4 \\ 9 \\ 15 \\ 19 \\ 10 \\ 5 \end{pmatrix}$	$X30 := \begin{pmatrix} 11 \\ 18 \\ 1 \\ 10 \\ 1 \\ 3 \\ 11 \end{pmatrix} \quad Y30 := \begin{pmatrix} 9 \\ 2 \\ 1 \\ 8 \\ 3 \\ 15 \\ 9 \end{pmatrix}$	$X29 := \begin{pmatrix} 11 \\ 18 \\ 1 \\ 11 \\ 1 \\ 19 \\ 11 \end{pmatrix} \quad Y29 := \begin{pmatrix} 4 \\ 2 \\ 1 \\ 8 \\ 3 \\ 15 \\ 4 \end{pmatrix}$
Вариант 2. Задача 1.	Вариант 2. Задача 2.	Вариант 2. Задача 3.
$X2 := \begin{pmatrix} 17 \\ 3 \\ 1 \\ 3 \\ 19 \\ 8 \\ 17 \end{pmatrix} \quad Y2 := \begin{pmatrix} 5 \\ 4 \\ 9 \\ 15 \\ 19 \\ 10 \\ 5 \end{pmatrix}$	$X28 := \begin{pmatrix} 11 \\ 18 \\ 1 \\ 11 \\ 1 \\ 19 \\ 11 \end{pmatrix} \quad Y28 := \begin{pmatrix} 5 \\ 5 \\ 1 \\ 8 \\ 19 \\ 15 \\ 5 \end{pmatrix}$	$X27 := \begin{pmatrix} 11 \\ 15 \\ 1 \\ 11 \\ 1 \\ 19 \\ 11 \end{pmatrix} \quad Y27 := \begin{pmatrix} 5 \\ 1 \\ 1 \\ 8 \\ 19 \\ 15 \\ 5 \end{pmatrix}$
Вариант 3. Задача 1.	Вариант 3. Задача 2.	Вариант 3. Задача 3.
$X3 := \begin{pmatrix} 17 \\ 3 \\ 5 \\ 3 \\ 19 \\ 8 \\ 17 \end{pmatrix} \quad Y3 := \begin{pmatrix} 5 \\ 4 \\ 9 \\ 15 \\ 19 \\ 10 \\ 5 \end{pmatrix}$	$X26 := \begin{pmatrix} 11 \\ 15 \\ 1 \\ 10 \\ 1 \\ 19 \\ 11 \end{pmatrix} \quad Y26 := \begin{pmatrix} 5 \\ 1 \\ 1 \\ 8 \\ 19 \\ 15 \\ 5 \end{pmatrix}$	$X25 := \begin{pmatrix} 11 \\ 15 \\ 1 \\ 10 \\ 1 \\ 19 \\ 11 \end{pmatrix} \quad Y25 := \begin{pmatrix} 5 \\ 1 \\ 9 \\ 8 \\ 19 \\ 10 \\ 5 \end{pmatrix}$
Вариант 4. Задача 1.	Вариант 4. Задача 2.	Вариант 4. Задача 3.

$X4 := \begin{pmatrix} 17 \\ 8 \\ 1 \\ 3 \\ 19 \\ 10 \\ 17 \end{pmatrix} \quad Y4 := \begin{pmatrix} 5 \\ 10 \\ 9 \\ 15 \\ 19 \\ 13 \\ 5 \end{pmatrix}$	$X24 := \begin{pmatrix} 11 \\ 15 \\ 1 \\ 10 \\ 18 \\ 19 \\ 11 \end{pmatrix} \quad Y24 := \begin{pmatrix} 5 \\ 1 \\ 9 \\ 8 \\ 19 \\ 10 \\ 5 \end{pmatrix}$	$X23 := \begin{pmatrix} 11 \\ 8 \\ 1 \\ 10 \\ 8 \\ 19 \\ 11 \end{pmatrix} \quad Y24 := \begin{pmatrix} 5 \\ 1 \\ 9 \\ 8 \\ 19 \\ 10 \\ 5 \end{pmatrix}$
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Вариант 5. Задача 1.	Вариант 5. Задача 2.	Вариант 5. Задача 3.
$X5 := \begin{pmatrix} 17 \\ 8 \\ 1 \\ 4 \\ 16 \\ 12 \\ 17 \end{pmatrix} \quad Y5 := \begin{pmatrix} 5 \\ 1 \\ 9 \\ 8 \\ 19 \\ 10 \\ 5 \end{pmatrix}$	$X22 := \begin{pmatrix} 17 \\ 8 \\ 1 \\ 10 \\ 8 \\ 19 \\ 17 \end{pmatrix} \quad Y22 := \begin{pmatrix} 5 \\ 1 \\ 9 \\ 8 \\ 19 \\ 15 \\ 5 \end{pmatrix}$	$X21 := \begin{pmatrix} 17 \\ 8 \\ 1 \\ 10 \\ 8 \\ 12 \\ 17 \end{pmatrix} \quad Y21 := \begin{pmatrix} 5 \\ 1 \\ 9 \\ 8 \\ 19 \\ 10 \\ 5 \end{pmatrix}$
Вариант 6. Задача 1.	Вариант 6. Задача 2.	Вариант 6. Задача 3.
$X6 := \begin{pmatrix} 17 \\ 8 \\ 1 \\ 10 \\ 8 \\ 12 \\ 17 \end{pmatrix} \quad Y6 := \begin{pmatrix} 5 \\ 1 \\ 9 \\ 8 \\ 19 \\ 10 \\ 5 \end{pmatrix}$	$X20 := \begin{pmatrix} 17 \\ 8 \\ 1 \\ 4 \\ 16 \\ 12 \\ 17 \end{pmatrix} \quad Y20 := \begin{pmatrix} 5 \\ 1 \\ 9 \\ 8 \\ 19 \\ 10 \\ 5 \end{pmatrix}$	$X19 := \begin{pmatrix} 17 \\ 8 \\ 1 \\ 3 \\ 19 \\ 10 \\ 17 \end{pmatrix} \quad Y19 := \begin{pmatrix} 5 \\ 10 \\ 9 \\ 15 \\ 19 \\ 13 \\ 5 \end{pmatrix}$
Вариант 7. Задача 1.	Вариант 7. Задача 2.	Вариант 7. Задача 3.
$X7 := \begin{pmatrix} 17 \\ 8 \\ 1 \\ 10 \\ 8 \\ 19 \\ 17 \end{pmatrix} \quad Y7 := \begin{pmatrix} 5 \\ 1 \\ 9 \\ 8 \\ 19 \\ 15 \\ 5 \end{pmatrix}$	$X18 := \begin{pmatrix} 17 \\ 3 \\ 5 \\ 3 \\ 19 \\ 8 \\ 17 \end{pmatrix} \quad Y18 := \begin{pmatrix} 5 \\ 4 \\ 9 \\ 15 \\ 19 \\ 10 \\ 5 \end{pmatrix}$	$X17 := \begin{pmatrix} 17 \\ 3 \\ 1 \\ 3 \\ 19 \\ 8 \\ 17 \end{pmatrix} \quad Y17 := \begin{pmatrix} 5 \\ 4 \\ 9 \\ 15 \\ 19 \\ 10 \\ 5 \end{pmatrix}$

Лабораторная работа №2. Транспортная задача
ОПК- 1.3, 1.4. Уметь.

Условие транспортной задачи задано величинами a_j – запасов поставщиков, b_j – потребностей потребителей, $c_{i,j}$ – тарифов на перевозку грузов. Требуется составить план перевозок груза с минимальными транспортными издержками. Решить задачу в программе Mathcat.

1	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">$a_j \backslash b_j$</th> <th style="text-align: center;">7</th> <th style="text-align: center;">7</th> <th style="text-align: center;">7</th> <th style="text-align: center;">7</th> <th style="text-align: center;">2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th style="text-align: center;">4</th> <td style="text-align: center;">16</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">17</td> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">16</td> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">6</th> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">27</td> <td style="text-align: center;">26</td> <td style="text-align: center;">9</td> <td style="text-align: center;">23</td> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">10</th> <td style="text-align: center;">13</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">22</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">10</th> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">24</td> </tr> </tbody> </table>	$a_j \backslash b_j$	7	7	7	7	2	4	16	30	17	10	16	6	30	27	26	9	23	10	13	4	22	3	1	10	3	1	5	4	24	2	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">$a_j \backslash b_j$</th> <th style="text-align: center;">19</th> <th style="text-align: center;">19</th> <th style="text-align: center;">19</th> <th style="text-align: center;">19</th> <th style="text-align: center;">4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th style="text-align: center;">20</th> <td style="text-align: center;">15</td> <td style="text-align: center;">11</td> <td style="text-align: center;">22</td> <td style="text-align: center;">19</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">20</th> <td style="text-align: center;">21</td> <td style="text-align: center;">18</td> <td style="text-align: center;">11</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">20</th> <td style="text-align: center;">26</td> <td style="text-align: center;">29</td> <td style="text-align: center;">23</td> <td style="text-align: center;">26</td> <td style="text-align: center;">24</td> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">20</th> <td style="text-align: center;">21</td> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">19</td> <td style="text-align: center;">27</td> </tr> </tbody> </table>	$a_j \backslash b_j$	19	19	19	19	4	20	15	11	22	19	1	20	21	18	11	4	3	20	26	29	23	26	24	20	21	10	3	19	27
$a_j \backslash b_j$	7	7	7	7	2																																																										
4	16	30	17	10	16																																																										
6	30	27	26	9	23																																																										
10	13	4	22	3	1																																																										
10	3	1	5	4	24																																																										
$a_j \backslash b_j$	19	19	19	19	4																																																										
20	15	11	22	19	1																																																										
20	21	18	11	4	3																																																										
20	26	29	23	26	24																																																										
20	21	10	3	19	27																																																										
3	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">$a_j \backslash b_j$</th> <th style="text-align: center;">9</th> <th style="text-align: center;">24</th> <th style="text-align: center;">9</th> <th style="text-align: center;">9</th> <th style="text-align: center;">9</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th style="text-align: center;">15</th> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">17</td> <td style="text-align: center;">9</td> <td style="text-align: center;">20</td> <td style="text-align: center;">30</td> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">15</th> <td style="text-align: center;">13</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">24</td> <td style="text-align: center;">26</td> <td style="text-align: center;">26</td> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">19</th> <td style="text-align: center;">22</td> <td style="text-align: center;">24</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">27</td> <td style="text-align: center;">29</td> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">11</th> <td style="text-align: center;">25</td> <td style="text-align: center;">12</td> <td style="text-align: center;">11</td> <td style="text-align: center;">24</td> <td style="text-align: center;">23</td> </tr> </tbody> </table>	$a_j \backslash b_j$	9	24	9	9	9	15	10	17	9	20	30	15	13	4	24	26	26	19	22	24	30	27	29	11	25	12	11	24	23	4	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">$a_j \backslash b_j$</th> <th style="text-align: center;">15</th> <th style="text-align: center;">15</th> <th style="text-align: center;">15</th> <th style="text-align: center;">15</th> <th style="text-align: center;">20</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th style="text-align: center;">21</th> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">24</td> <td style="text-align: center;">11</td> <td style="text-align: center;">12</td> <td style="text-align: center;">25</td> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">19</th> <td style="text-align: center;">26</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">29</td> <td style="text-align: center;">20</td> <td style="text-align: center;">24</td> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">15</th> <td style="text-align: center;">27</td> <td style="text-align: center;">14</td> <td style="text-align: center;">14</td> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">18</td> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">25</th> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">14</td> <td style="text-align: center;">28</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> </tbody> </table>	$a_j \backslash b_j$	15	15	15	15	20	21	30	24	11	12	25	19	26	4	29	20	24	15	27	14	14	10	18	25	6	14	28	8	2
$a_j \backslash b_j$	9	24	9	9	9																																																										
15	10	17	9	20	30																																																										
15	13	4	24	26	26																																																										
19	22	24	30	27	29																																																										
11	25	12	11	24	23																																																										
$a_j \backslash b_j$	15	15	15	15	20																																																										
21	30	24	11	12	25																																																										
19	26	4	29	20	24																																																										
15	27	14	14	10	18																																																										
25	6	14	28	8	2																																																										

5

$a_j \backslash b_j$	11	11	11	11	16
15	17	20	29	26	25
15	3	4	5	15	24
15	19	2	22	4	13
15	20	27	1	17	19

6

$a_j \backslash b_j$	8	9	13	8	12
9	5	15	3	6	10
11	23	8	13	27	12
14	30	1	5	24	25
16	8	26	7	28	9

7

$a_j \backslash b_j$	12	12	12	12	12
13	20	26	24	26	29
17	15	20	29	26	23
17	4	10	27	30	7
13	9	16	29	20	3

8

$a_j \backslash b_j$	7	7	7	7	42
22	9	17	29	28	8
13	13	21	27	16	29
17	20	30	24	7	26
18	11	19	30	6	2

9

$a_j \backslash b_j$	8	8	8	8	28
18	21	22	2	13	7
12	27	10	4	24	9
17	3	16	25	5	4
13	28	11	17	10	29

10

$a_j \backslash b_j$	6	6	13	20	15
16	30	2	5	6	15
15	5	29	9	5	7
14	16	24	14	6	26
15	13	28	4	25	8

11

$a_j \backslash b_j$	19	22	23	17	14
17	12	11	25	17	21
14	22	18	14	8	1
21	9	13	2	28	15
43	26	21	3	4	27

12

$a_j \backslash b_j$	5	15	11	9	20
17	7	10	16	27	19
19	30	18	8	29	15
11	3	18	28	19	18
13	9	12	2	25	21

13

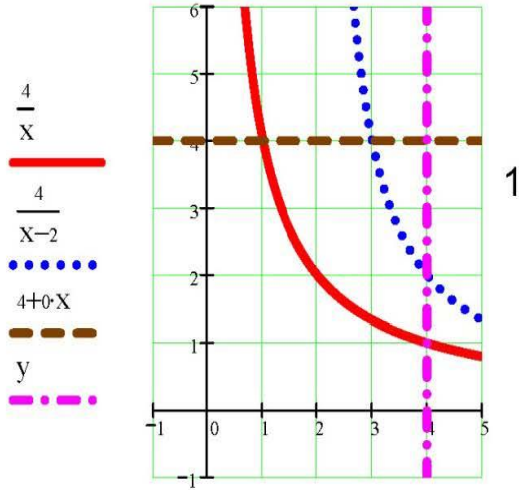
$a_j \backslash b_j$	27	16	25	11	7
28	2	24	4	2	3
13	20	10	15	27	7
15	15	15	12	25	19
30	2	6	3	5	5

14

$a_j \backslash b_j$	22	22	22	11	11
21	4	21	12	8	1
21	20	8	25	15	23
23	17	1	11	5	3
23	23	10	24	6	5

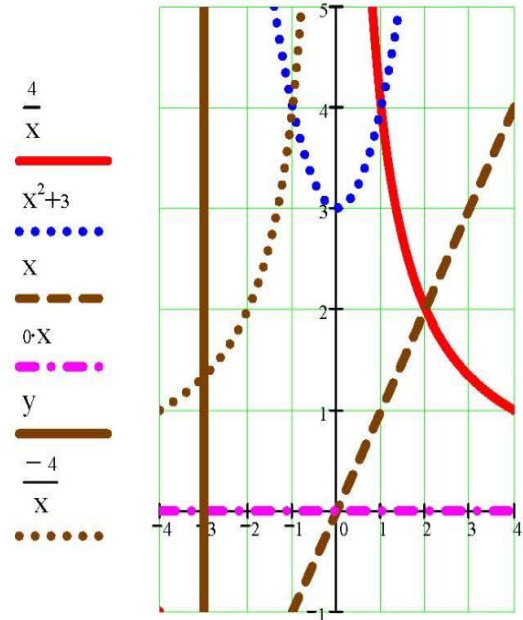
**Лабораторная работа №3. Метод Монте-Карло.
ОПК-2.4, ОПК-6.6. Уметь.**

1



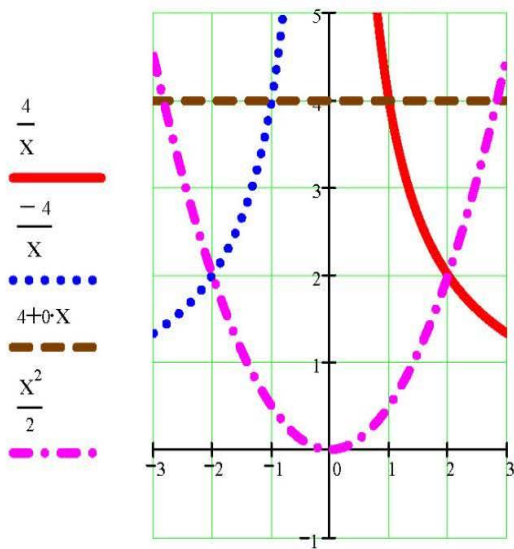
1

2



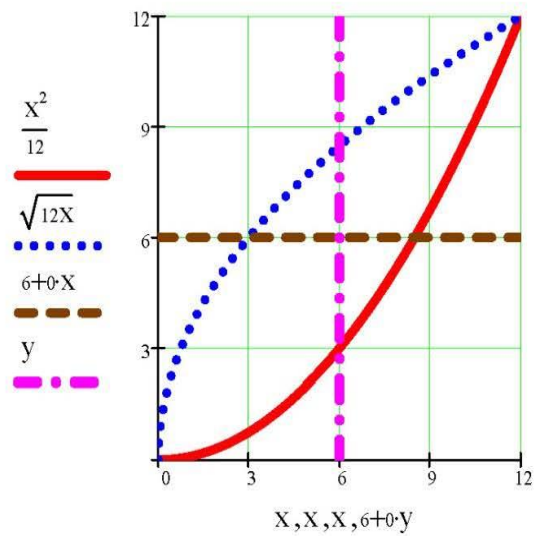
3

X, X, X, 4+0*Y

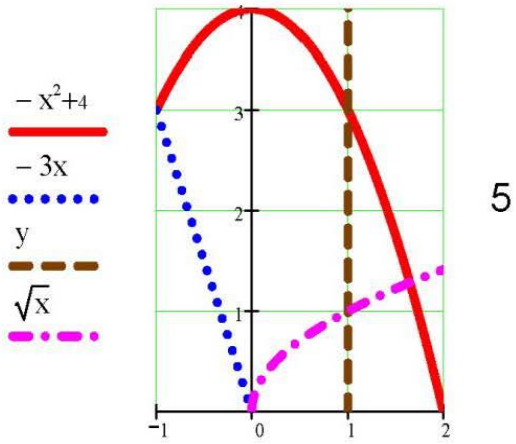


X, X, X, X

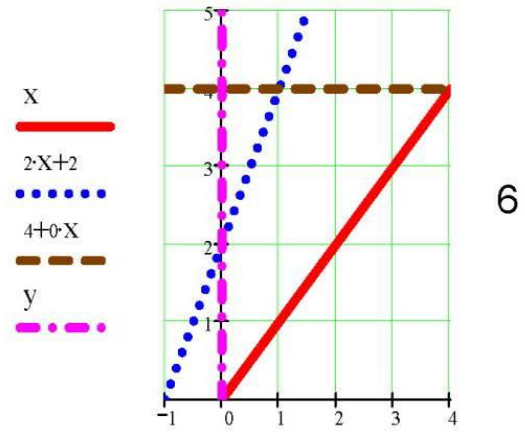
4



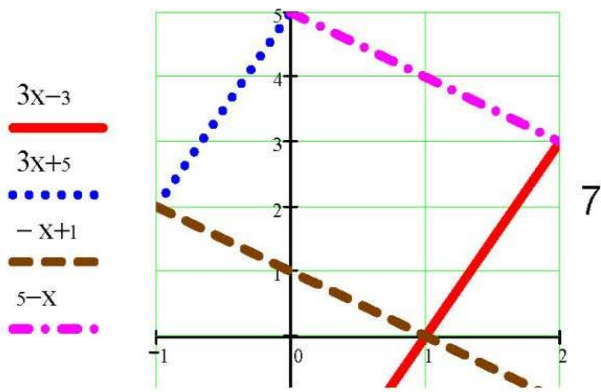
X, X, X, 6+0*Y



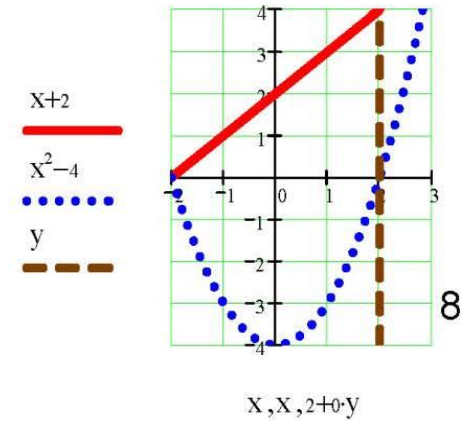
- $-X^2+4$
- $-3X$
- y
- \sqrt{X}



- X
- $2X+2$
- $4+0X$
- y

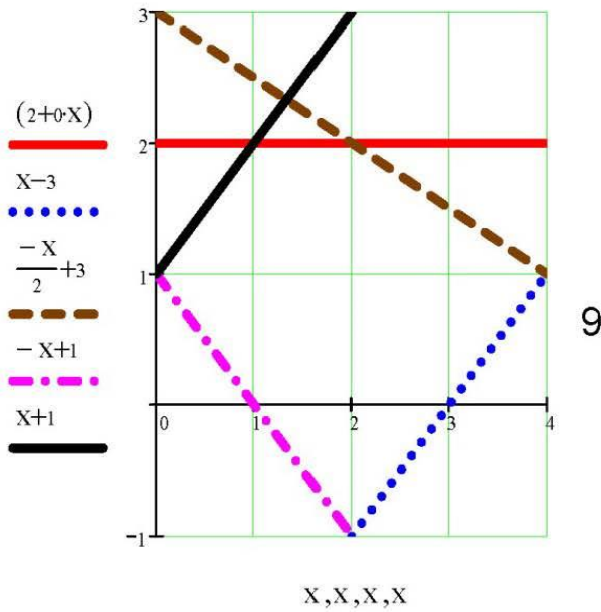


- $3X-3$
- $3X+5$
- $-X+1$
- $5-X$



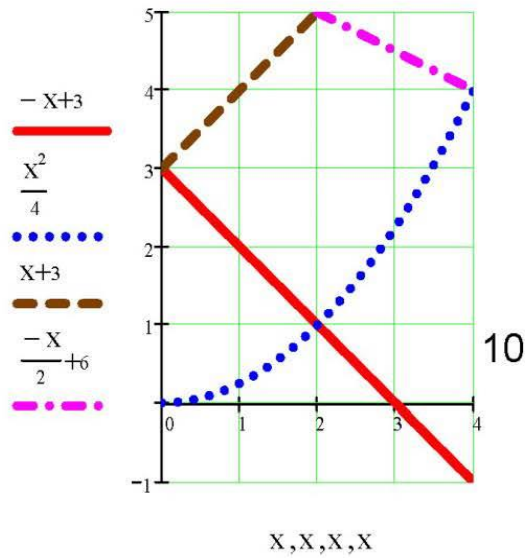
- $X+2$
- X^2-4
- y

$X, X, 2+0 \cdot Y$



- $(2+0 \cdot X)$
- $X-3$
- $\frac{-X}{2}+3$
- $-X+1$
- $X+1$

X, X, X, X



- $-X+3$
- $\frac{X^2}{4}$
- $X+3$
- $\frac{-X}{2}+6$

X, X, X, X

**Лабораторная работа №4. Двумерные сплайны.
ОПК-2.3. Уметь.**

Построить двумерный сплайн по заданным точкам. Вариант 1	
Задача 1	Задача 2
$XY := \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 1 \\ 2 & 2 \\ 3 & 3 \\ 4 & 4 \\ 5 & 5 \\ 6 & 6 \end{pmatrix} \quad Z = \begin{pmatrix} 10 & 14 & 10 & 12 & 13 & 11 & 14 \\ 14 & 20 & 14 & 17 & 19 & 16 & 20 \\ 10 & 14 & 10 & 12 & 13 & 11 & 14 \\ 12 & 17 & 12 & 15 & 16 & 14 & 17 \\ 13 & 19 & 13 & 16 & 17 & 15 & 19 \\ 11 & 16 & 11 & 14 & 15 & 12 & 16 \\ 14 & 20 & 14 & 17 & 19 & 16 & 20 \end{pmatrix}$	$XY := \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 1 \\ 2 & 2 \\ 3 & 3 \\ 4 & 4 \\ 5 & 5 \\ 6 & 6 \end{pmatrix} \quad Z = \begin{pmatrix} 4 & 4 & 6 & 3 & 3 & 11 & 11 \\ 4 & 4 & 6 & 3 & 3 & 11 & 10 \\ 6 & 6 & 11 & 5 & 5 & 19 & 18 \\ 3 & 3 & 5 & 2 & 2 & 8 & 8 \\ 3 & 3 & 5 & 2 & 2 & 8 & 8 \\ 11 & 11 & 19 & 8 & 8 & 32 & 31 \\ 11 & 10 & 18 & 8 & 8 & 31 & 30 \end{pmatrix}$

Построить двумерный сплайн по заданным точкам. Вариант 2	
Задача 1	Задача 2
$XY := \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 1 \\ 2 & 2 \\ 3 & 3 \\ 4 & 4 \\ 5 & 5 \\ 6 & 6 \end{pmatrix} \quad Z = \begin{pmatrix} 22 & 19 & 24 & 18 & 26 & 22 & 20 \\ 19 & 17 & 21 & 16 & 23 & 19 & 18 \\ 24 & 21 & 25 & 19 & 28 & 23 & 22 \\ 18 & 16 & 19 & 15 & 22 & 18 & 17 \\ 26 & 23 & 28 & 22 & 31 & 26 & 24 \\ 22 & 19 & 23 & 18 & 26 & 22 & 20 \\ 20 & 18 & 22 & 17 & 24 & 20 & 19 \end{pmatrix}$	$XY := \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 1 \\ 2 & 2 \\ 3 & 3 \\ 4 & 4 \\ 5 & 5 \\ 6 & 6 \end{pmatrix} \quad Z = \begin{pmatrix} 15 & 7 & 14 & 8 & 15 & 15 & 13 \\ 7 & 4 & 7 & 4 & 8 & 8 & 7 \\ 14 & 7 & 14 & 8 & 15 & 15 & 13 \\ 8 & 4 & 8 & 5 & 9 & 9 & 8 \\ 15 & 8 & 15 & 9 & 16 & 16 & 14 \\ 15 & 8 & 15 & 9 & 16 & 15 & 14 \\ 13 & 7 & 13 & 8 & 14 & 14 & 12 \end{pmatrix}$

Построить двумерный сплайн по заданным точкам. Вариант 3	
Задача 1	Задача 2
$XY := \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 1 \\ 2 & 2 \\ 3 & 3 \\ 4 & 4 \\ 5 & 5 \\ 6 & 6 \end{pmatrix} \quad Z = \begin{pmatrix} 7 & 7 & 4 & 14 & 5 & 4 & 11 \\ 7 & 6 & 4 & 13 & 4 & 4 & 11 \\ 4 & 4 & 2 & 8 & 3 & 2 & 6 \\ 14 & 13 & 8 & 28 & 9 & 7 & 22 \\ 5 & 4 & 3 & 9 & 3 & 2 & 7 \\ 4 & 4 & 2 & 7 & 2 & 2 & 6 \\ 11 & 11 & 6 & 22 & 7 & 6 & 18 \end{pmatrix}$	$XY := \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 1 \\ 2 & 2 \\ 3 & 3 \\ 4 & 4 \\ 5 & 5 \\ 6 & 6 \end{pmatrix} \quad Z = \begin{pmatrix} 14 & 11 & 12 & 7 & 17 & 19 & 20 \\ 11 & 9 & 10 & 5 & 14 & 16 & 16 \\ 12 & 10 & 11 & 6 & 16 & 17 & 18 \\ 7 & 5 & 6 & 3 & 8 & 9 & 9 \\ 17 & 14 & 16 & 8 & 22 & 24 & 25 \\ 19 & 16 & 17 & 9 & 24 & 26 & 28 \\ 20 & 16 & 18 & 9 & 25 & 28 & 29 \end{pmatrix}$

Построить двумерный сплайн по заданным точкам. Вариант 4	
Задача 1	Задача 2
$XY := \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 1 \\ 2 & 2 \\ 3 & 3 \\ 4 & 4 \\ 5 & 5 \\ 6 & 6 \end{pmatrix} \quad Z = \begin{pmatrix} 6 & 4 & 12 & 10 & 3 & 11 & 4 \\ 4 & 3 & 8 & 7 & 2 & 7 & 2 \\ 12 & 8 & 24 & 20 & 7 & 21 & 8 \\ 10 & 7 & 20 & 16 & 6 & 17 & 6 \\ 3 & 2 & 7 & 6 & 2 & 6 & 2 \\ 11 & 7 & 21 & 17 & 6 & 18 & 7 \\ 4 & 2 & 8 & 6 & 2 & 7 & 2 \end{pmatrix}$	$XY := \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 1 \\ 2 & 2 \\ 3 & 3 \\ 4 & 4 \\ 5 & 5 \\ 6 & 6 \end{pmatrix} \quad Z = \begin{pmatrix} 5 & 12 & 9 & 7 & 7 & 8 & 9 \\ 12 & 31 & 24 & 19 & 20 & 20 & 25 \\ 9 & 24 & 19 & 15 & 15 & 15 & 19 \\ 7 & 19 & 15 & 12 & 12 & 12 & 15 \\ 7 & 20 & 15 & 12 & 12 & 12 & 15 \\ 8 & 20 & 15 & 12 & 12 & 13 & 16 \\ 9 & 25 & 19 & 15 & 15 & 16 & 20 \end{pmatrix}$

Построить двумерный сплайн по заданным точкам. Вариант 5	
Задача 1	Задача 2
$XY := \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 1 \\ 2 & 2 \\ 3 & 3 \\ 4 & 4 \\ 5 & 5 \\ 6 & 6 \end{pmatrix} \quad Z = \begin{pmatrix} 24 & 10 & 5 & 8 & 12 & 6 & 9 \\ 10 & 4 & 2 & 3 & 5 & 2 & 4 \\ 5 & 2 & 1 & 2 & 3 & 1 & 2 \\ 8 & 3 & 2 & 2 & 4 & 2 & 3 \\ 12 & 5 & 3 & 4 & 7 & 3 & 5 \\ 6 & 2 & 1 & 2 & 3 & 1 & 2 \\ 9 & 4 & 2 & 3 & 5 & 2 & 4 \end{pmatrix}$	$XY := \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 1 \\ 2 & 2 \\ 3 & 3 \\ 4 & 4 \\ 5 & 5 \\ 6 & 6 \end{pmatrix} \quad Z = \begin{pmatrix} 22 & 9 & 21 & 13 & 7 & 9 & 20 \\ 9 & 4 & 9 & 6 & 3 & 4 & 9 \\ 21 & 9 & 19 & 12 & 7 & 9 & 19 \\ 13 & 6 & 12 & 8 & 4 & 6 & 12 \\ 7 & 3 & 7 & 4 & 2 & 3 & 7 \\ 9 & 4 & 9 & 6 & 3 & 4 & 9 \\ 20 & 9 & 19 & 12 & 7 & 9 & 18 \end{pmatrix}$

Построить двумерный сплайн по заданным точкам. Вариант 6	
Задача 1	Задача 2
$XY := \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 1 \\ 2 & 2 \\ 3 & 3 \\ 4 & 4 \\ 5 & 5 \\ 6 & 6 \end{pmatrix} \quad Z = \begin{pmatrix} 28 & 25 & 6 & 24 & 11 & 10 & 14 \\ 25 & 21 & 5 & 21 & 10 & 9 & 12 \\ 6 & 5 & 1 & 5 & 2 & 2 & 3 \\ 24 & 21 & 5 & 21 & 9 & 8 & 12 \\ 11 & 10 & 2 & 9 & 4 & 4 & 6 \\ 10 & 9 & 2 & 8 & 4 & 3 & 5 \\ 14 & 12 & 3 & 12 & 6 & 5 & 7 \end{pmatrix}$	$XY := \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 1 \\ 2 & 2 \\ 3 & 3 \\ 4 & 4 \\ 5 & 5 \\ 6 & 6 \end{pmatrix} \quad Z = \begin{pmatrix} 8 & 14 & 10 & 14 & 5 & 9 & 5 \\ 14 & 25 & 18 & 25 & 9 & 15 & 8 \\ 10 & 18 & 13 & 18 & 6 & 11 & 6 \\ 14 & 25 & 18 & 25 & 9 & 15 & 8 \\ 5 & 9 & 6 & 9 & 3 & 5 & 3 \\ 9 & 15 & 11 & 15 & 5 & 9 & 5 \\ 5 & 8 & 6 & 8 & 3 & 5 & 3 \end{pmatrix}$

**Лист внесения дополнений и изменений
в рабочую программу учебной дисциплины
«Прикладная математика»
(наименование дисциплины)**

на 2025- 2026 учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры «САПРиМ»,
протокол № 9 от 14 апреля 2025г

И.о. зав. кафедрой САПРиМ

к.пед.н

ученая степень, ученое звание


_____ /
подпись

/ В.В. Соболева /

И.О. Фамилия

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1. В пункт 8.1. вносятся следующие изменения:

б) дополнительная учебная литература:


5. Фомин В.Г. Математическое моделирование в системе MathCAD : учебное пособие / Фомин В.Г.. — Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2020. — 80 с. — ISBN 978-5-7433-3387-5. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/108693.html> (дата обращения: 26.10.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/108693>

6. Кремень Е.В. Численные методы: практикум в MathCad : учебное пособие / Кремень Е.В., Кремень Ю.А., Расолько Г.А.. — Минск : Вышэйшая школа, 2019. — 256 с. — ISBN 978-985-06-2958-6. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/120098.html> (дата обращения: 26.10.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Составитель изменений и дополнений:

к.ф-м.н, доцент

ученая степень, ученое звание


_____ /
подпись


/К.Д. Яксубаев/

И.О. Фамилия.

Председатель МКН «Строительство», направленность (профиль) «Управление инвестиционно-строительной деятельностью»

к.э.н., доцент

ученая степень, ученое звание


_____ /
подпись

/Ю.И. Убогович/

И.О. Фамилия.