Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Информационная безопасность автоматизированных систем»

Оценочные материалы по дисциплине

Б.1.1.31 «Компьютерная обработка экспериментальных данных»

направления подготовки

09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

профиль «Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем»

Энгельс 2024

1. Перечень компетенций и уровни их сформированности по дисциплинам (модулям), практикам в процессе освоения ОПОП ВО

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины «Компьютерная обработка экспериментальных данных» должны сформироваться компетенции: ОПК-1, ОПК-9

*

Критерии определения сформированности компетенций на различных уровнях их формирования

Индекс компетенции	Содержание компетенции
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
ОПК-9	Способен осваивать методики использования программных средств для решения практических задач

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции
ИД-6 $_{\text{ОПК-1}}$ Знает методы информационно-логического, математического и статистического исследования эмпирических данных и критерии применения соответствующих методов и методик анализа выборок экспериментальных данных числовой природы	лекции, практические занятия, самостоятельная работа	отчет по практическим работам, вопросы для проведения зачета, контрольная работа (для заочной формы обучения)
ИД-1 $_{\text{ОПК-9}}$ Умеет использовать программные средства для решения практических задач	лекции, практические занятия, самостоятельная работа	отчет по практическим работам, вопросы для проведения зачета, контрольная работа (для заочной формы обучения)

Уровни освоения компетенций

ОПК-1

Уровень освоения компетенции	Критерии оценивания
Продвинутый (отлично)	**Знает:** на высоком уровне теоретические принципы математического, статистического и компьютерного моделирования как концептуальной основы разработки и применения программных средств для обработки экспериментальных данных на ЭВМ. **Умеет:** - определять цели и задачи проведения экспериментального исследования; -строить математические модели объектов профессиональной деятельности; - определять алгоритм проведения эксперимента; - анализировать и интерпретировать полученные экспериментальные результаты. **Владеть:** - приемами и средствами проведения экспериментальных исследований с целью получения результатов, выработки рекомендаций по их практическому применению;

	-навыками планирования, моделирования, прогнозирования развития исследуемого реального процесса или явления
Повышенный (хорошо)	**Знает:** теоретические принципы математического, статистического и компьютерного моделирования как концептуальной основы разработки и применения программных средств для обработки экспериментальных данных на ЭВМ. **Умеет:** - определять цели и задачи проведения экспериментального исследования; - использовать не полный набор вероятностных моделей для конкретных процессов и проводить необходимые расчеты; **Владеет:** - не полным набором основных приемов компьютерной обработки экспериментальных данных и моделирования.
Пороговый (базовый) (удовлетворительно)	Знает: теоретические принципы математического, статистического и компьютерного моделирования как концептуальной основы разработки и применения программных средств для обработки экспериментальных данных на ЭВМ, но не может сформулировать значимость визуализации данных в процессе их обработки и анализа; **Умеет:** - определять цели и задачи проведения экспериментального исследования; - использовать ограниченный круг вероятностных моделей для конкретных процессов и проводить необходимые расчеты; **Владеет:** ограниченным кругом основных приемов компьютерной обработки экспериментальных данных и моделирования

Уровни освоения компетенций

ОПК-9

Уровень освоения компетенции	Критерии оценивания
Продвинутый (отлично)	**Знает:** математические и статистические методики анализа числовых данных, а также возможности и отличительные особенности их реализации в современных пакетах прикладных программ. **Умеет:** применять программные средства систем компьютерной математики для решения практических задач компьютерной обработки экспериментальных данных и визуализации результатов. **Владеет:** программными средствами систем компьютерной математики для решения практических задач компьютерной обработки экспериментальных данных и визуализации результатов.
Повышенный (хорошо)	**Знает:** математические и статистические методики анализа числовых данных, а также возможности их реализации в современных пакетах прикладных программ, но не знает отличительные особенности; **Умеет:** применять системы компьютерной математики для решения ограниченного круга задач обработки экспериментальных данных. **Владеет:** не полным набором основных приемов компьютерной обработки экспериментальных данных и моделирования
Пороговый (базовый) (удовлетворительно)	**Знает:** возможности современных пакетов прикладных компьютерных программ для обработки экспериментальных данных, но неспособен оценить и назвать отличительные особенности **Умеет** применять системы компьютерной математики для решения ограниченного круга задач обработки экспериментальных данных без визуализации результатов **Владеет** ограниченным кругом основных приемов компьютерной обработки экспериментальных данных и моделирования

2. Методические, оценочные материалы и средства, определяющие процедуры оценивания сформированности компетенций (элементов компетенций) в процессе освоения ОПОП ВО

2.1 Оценочные средства для текущего контроля

Практические задания для текущего контроля

Тема 1. Визуализация результатов анализа экспериментальных данных процессов.

1. Отработка навыков работы в системе MATLAB.
2. Отработка навыков программирования функций и построения графиков сиспользованием объектной модели Excel

Задание1:

Создать модуль функции пользователя *f(x)* и построить ее график в интервале $[x_1; x_2]$. Использовать в модуле функции Excel.

Задание 2:

Создать макрос построения графика с вводом всех параметров и формулы в процессе его выполнения

варианты	$y = f(x)$	a	$в$	x_1	x_2	Δx
1	$y = \frac{1+\sin^2(b^3+x^3)}{\sqrt[3]{b^3+x^3}}$	-	2.5	1.28	3.28	0.01
2	$y = \frac{\sqrt[3]{ax+b}}{\lg^2 x}$	1.35	0.98	1.14	4.24	0.01
3	$y = \frac{1+\lg^2 \frac{x}{a}}{b-e^{x}}$	2.0	0.95	1.25	2.75	0.01
4	$y = \sqrt[4]{x^3\left\|-2,5+\right\|}\,\lg\sqrt{x^2}$	-	-	1.25	3.25	0.01
5	$y = \frac{\lg^2(a^2+x)}{(a+x)^2}$	- 2.5	3.4	5.5	6.5	0.01
6	$y = \frac{(a+bx)^{2,5}}{1,8+\cos^3(ax)}$	- 0.25	3.4	5.5	6.5	0.01
7	$y = \frac{a^x-b^x}{\frac{a}{b}}\sqrt{ab}$	0.4	0.8	3.2	6.2	0.01
8	$y = \frac{b^3+\sin^2 ax}{\arccos(bx)+e^{-x/2}}$	1.2	0.48	0.5	2.0	0.01
9	$y = \frac{\lg(x^2-1)}{\ln(ax-b)}$	1.1	0.09	1.2	2.2	0.01

Задание 3: Создать макрос построения графика функции, заданной параметрически

Нечетные варианты (1, 3, 5, …). Рассчитать x, y –координаты точек кривых, заданных в параметрической форме, для параметра t, изменяющегося на данном отрезке $[t_{нач}; t_{кон}]$с шагом Δt, при каждом из указанных значений α

№	Параметрическая кривая	Значения аргумента			Значение α
		$t_{нач}$	$t_{кон}$	Δt	
1	$x(t) = \alpha\cos(t)$ $y(t) = \dfrac{\alpha\sin(t)}{2}$	0	2π	$\pi/36$	30; 40; … ;60
3	$x(t) = \sin(\alpha\, t)$ $y(t) = \dfrac{\sin(4t)}{2}$	0	2π	$\pi/72$	1; 2; … ;4
5	$x(t) = 40\,(t - \alpha\sin(t)$ $y(t) = 40\,(1 - \alpha\cos(t)$	0	2π	$\pi/36$	1; 0,75; … ;0,25
7	$x(t) = 80\ \cos(t)$ $y(t) = 50\ \sin(t + \alpha)$	0	2π	$\pi/36$	0; $\pi/8$; …; $\pi/2$
9	$x(t) = 40\cos(t) + 20\,\alpha\cos(2t)$ $y(t) = 40\sin(t) + 20\,\alpha\sin(2t)$	0	2π	$\pi/72$	0,5; 1; … ;2
11	$x(t) = 45\cos(t) + 15\alpha\cos(3t)$ $y(t) = 45\sin(t) + 15\alpha\sin(3t)$	0	2π	$\pi/36$	30; 40; …;60
13	$x(t) = 60\cos(t) + 15\alpha\cos(4t)$ $y(t) = 60\sin(t) + 15\alpha\sin(4t)$	0	2π	$\pi/36$	0,5; 1,0; …;3,0

Четные варианты (2, 4, 6, …). Рассчитать координаты точек кривых,заданных в полярных координатах, для полярного угла φ, изменяющегося на данном отрезке $[\varphi_{нач}; \varphi_{кон}]$с шагом $\Delta\varphi$, при каждом из указанных значений α

№	ивая в полярных координатах	Значения аргумента			Значение α
		$\varphi_{нач}$	$\varphi_{кон}$	$\Delta\varphi$	
2	$r = \alpha\varphi$	0	2π	$\pi/36$	5; 7,5; …;15
4	$r = 30\cos\varphi + \alpha$	0	2π	$\pi/72$	10; 25; …;70
6	$r = \alpha\sqrt{2\cos 2\varphi}$	$-\pi/4$	$\pi/4$	$\pi/36$	1; 0,75; …;0,25
8	$r = \alpha\sin 2\varphi$	0	2π	$\pi/36$	80; 70; …;50
10	$r = \lvert 20 + \alpha\lvert\cos^2\varphi - \sin^2\varphi\rvert\rvert$	0	2π	$\pi/36$	0; 20; …;60
12	$r = \alpha\sin 3\varphi$	0	π	$\pi/36$	80; 70; …;50
14	$r = \lvert 20 + \alpha\lvert\cos^2\varphi - \sin^2\varphi\rvert\rvert$	0	2π	$\pi/36$	60; 40; …;0
16	$r = \alpha\varphi$	0	2π	$\pi/36$	20; 40; …;80
18	$r = \alpha\sqrt[4]{\cos^4\varphi + \sin^4\varphi}$	0	2π	$\pi/36$	80; 60; …;20
20	$r = \alpha\,(\cos\varphi + 1)$	0	2π	$\pi/36$	20; 40; …;80

Задание 1.4. Параметрическая сплайн-интерполяция. Контур детали задан координатами точек.

1. Аппроксимировать контур параметрическим сплайном.
2. Найти площадь, длину контура и координаты центра масс.
3. Построить чертеж, вычислив 20-30 точек контура.
4. Дополнить чертеж изображением центра масс.

Тема 2. Полиномиальная аппроксимация

Задание 1:

1. Найти приближённое значение функции при данном значении аргумента с помощью интерполяционного многочлена Лагранжа, если функция задана в неравноотстоящих узлах:

X	Y
0.43	1.63597
0.48	1.73234
0.55	1.87686
0.62	2.03345
0.70	2.22846
0.75	2.35971

2. Табулировать функцию $y = sin\ x$ на отрезке $[0, \pi / 2]$ в равноотстоящих точках (20 точек).

3. Выбирая узлы через 1, 2, 3, 4 интерполировать функцию, используя интерполяционный многочлен Лагранжа.

4. Оценить погрешность интерполяции в зависимости от числа узлов.

Задание 2:

1. Для табличной функции рассчитать значение f (x) по схеме Лагранжа.
2. Найти значение функции в этой точке по схеме Эйткена с заданной точностью Е, зафиксировав степень достаточного полинома.
3. Вычислить элементы матрицы Вандермонда для полинома пункта 2.

	1.50	1.54	1.56	1.60	1.63	1.70
	3.873	3.924	3.950	4.000	4.037	4.123

E = 0.01

	2.0	2.3	2.5	3.0	3.5	3.8	4.0
	5.848	6.127	6.300	6.694	7.047	7.243	7.368

E = 0.05

	9 3.0	9 6.2	1 00.0	1 04.2	1 08.7
	1 1.38	1 2.80	1 4.70	1 7.07	1 9.91

E = 0.01

	0	2	3	6	7	9
	6 58.5	7 04.9	7 29.0	8 04.3	8 30.5	8 84.7

E = 0.5

	1 .00	1 .08	1 .13	1 .20	1 .27	1 .31	1 .38
	1 .1752	1 .3025	1 .3863	1 .5094	1 .2117	1 .2236	1 .2347

E = 0.0002

Тема 3. Полиномиальная аппроксимация по МНК Задание 1.

1. Сформировать таблицу экспериментальных данных. Построить диаграмму функции $y = f(x)$, полученную в результате «эксперимента». В отчете отобразить блок-схему получения «экспериментальных» значений.

2. Найти наилучшую линейную аппроксимацию:

$$y = a_0 + a_1 x$$

для табулированной функции $y = f(x)$, составив и решив систему уравнений для коэффициентов a_0 и a_1. Найти суммарную ошибку $S_{прям}$ и коэффициент корреляции R. Составить блок-схему вычислительного процесса.

3. Найти наилучшую параболическую аппроксимацию

$$y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2$$

для табулированной функции $y = f(x)$, составив и решив систему уравнений для коэффициентов a_0, a_1 и a_2. Найти суммарную ошибку $S_{парабола}$. Составить блок – схему вычислительного процесса.

4. Построить диаграммы полученных аппроксимаций на основе новых таблиц теоретических данных в том же диапазоне *x*, но с более мелким шагом (количество точек выбрать не менее 300, чтобы точки на диаграмме слились в линию и параболу), и сравнить суммарные ошибки. Составить блок-схему вычислительного процесса.

Задание 2.

1. Провести в выбранной системе координат XOY прямую произвольным образом.

2. «Разбросать» вокруг прямой (сверху и снизу) примерно поровну 20 — 50 точек так, чтобы близость точек, лежащих сверху и снизу, от прямой была примерно одинаковой.

3. Заполнить таблицу координат точек x (i), y (i) (в произвольном порядке).

4. Обработать данные по МНК.

5. Сравнить BØ и B1 с вычисленными графически.

6. Задать несколько значений аргумента и вычислить значение функции. Нанести точку на график.

7. Оценить погрешность, варьируя число измерений.

Тема 4. Функции распределения и обратные функции распределения

Задание1: Функция распределения N(0,1)

Вычисление y=P(x)=P{X<=x}-вероятность.

где X-НР случайная величина с $\mu=0$ и $\delta=1$

(нулевое среднее) (единичная дисперсия)

$$P(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{+\infty} exp\left(-\frac{u^2}{2}\right)du$$

При вычислениях использовать следующую аппроксимацию:

$$P(x)=1-f(x)\sum_{i=1}^{5} a_i w^i \text{ , } x>=0$$

Где $w=\frac{1}{1+px}$

$$f(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{ч^2}{2}}$$

p=0.2316419

$a_1 = 0.3193815$

$a_2 = -0.3565638$

$a_3 = 1.781478$

$a_4 = -1.821256$

$a_5 = 1.330274$

Max ошибка аппроксимации равна $7*10^{-7}$

Указание: а) применять схему Горнера

б) при выходе из процедуры выдавать f(x) на плоскость (строить график).

Задание 2: Моделировать НР-случайную величину с заданным средним (M) и стандартным отклонением (S):

$$y=\frac{\sum_{i=1}^{\kappa} x_i - \frac{k}{2}}{\sqrt{\frac{k}{12}}}$$, где

x_i -равномерно распределённое случайное число на $0 < x_i < 1$

Y аппроксимирует точное НР при k$\to\infty$ если k=12, то y=$\sum_{i=1}^{12} x_i - 6$

Переход к требуемому среднему и стандартному отклонению осуществлять по формуле:

$$y' = y * S + M$$

\ /

заданы!

Задание 3. Генерировать 100,1000,10000 случайных величин с НЗ и строить гистограмму.

Убедиться в справедливости правила 2- и 3-сигма, которое имеет следующий смысл:

если от точки среднего или, что то же самое, от точки максимума плотности НР (нормального распределения) отложить вправо и влево, соответственно, два и три стандартных отклонения (2- и 3-сигма), то площадь под графиком нормальной плотности, подсчитанная по этому графику, будет соответственно равна 95,45% и 99,73% всей площади под графиком.

Другими словами, это можно выразить следующим образом: 95,45% и 99,73% всех независимых наблюдений из нормальной совокупности, например размеров детали или цены акций, лежат в зоне 2-х и

3-х стандартных отклонений от среднего значения.

Тема 6. Статистики эмпирического ряда

построение *выборочной функции распределения*, с расчетом общепринятых при подобном исследовании χ^2–критериев на «жёстких» уровнях значимости принятия гипотезы относительно типа распределения;

построении гистограмм,

интегральной функции распределения,

выборочных статистических характеристик,

доверительных интервалов на среднее и, по возможности, на дисперсию;

толерантных пределов для средних значений

Задания для контрольной работы студентов заочной формы обучения

Задание1: Функция распределения N(0,1)

Вычисление y=P(x)=P{X<=x}-вероятность.

где X- НР-случайная величина с μ=0 и δ=1 (нулевое среднее) (единичная дисперсия)

P(x)=$\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int\limits_{-\infty}^{+\infty} exp\left(-\frac{u^2}{2}\right)du$

При вычислениях использовать следующую аппроксимацию:

P(x)=1-f(x)$\sum_{i=1}^{5} a_i w^i$, x>=0

где w=$\frac{1}{1+px}$

f(x)= $\frac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{x^2}{2}}$

p=0.2316419

$a_1 = 0.3193815$

$a_2 = -0.3565638$

$a_3 = 1.781478$

$a_4 = -1.821256$

$a_5 = 1.330274$

Max ошибка аппроксимации равна 7*10^{-7}

Указание: а) применять схему Горнера

б) при выходе из процедуры выдавать f(x) на плоскость (строить график).

Задание 2: Моделировать НР-случайную величину с заданным средним (M) и стандартным отклонением (S):

y=$\frac{\sum_{i=1}^{\kappa} x_i - \frac{k}{2}}{\sqrt{\frac{k}{12}}}$, где

x_i-равномерно распределённое случайное число на 0<x_i<1

Y аппроксимирует точное НР при k$\to\infty$ если k=12, то y=$\sum_{i=1}^{12} x_i - 6$

Переход к требуемому среднему и стандартному отклонению осуществлять по формуле:

$y^{/} = y * S + M$

\ /

заданы!

Задание 3. Генерировать 100,1000,10000 случайных величин с НЗ и строить гистограмму.

Убедиться в справедливости правила 2- и 3-сигма, которое имеет следующий смысл:
если от точки среднего или, что то же самое, от точки максимума плотности НР (нормального распределения) отложить вправо и влево, соответственно, два и три стандартных отклонения (2- и 3-сигма), то площадь под графиком нормальной плотности, подсчитанная по этому графику, будет соответственно равна 95,45% и 99,73% всей площади под графиком.
Другими словами, это можно выразить следующим образом: 95,45% и 99,73% всех независимых наблюдений из нормальной совокупности, например размеров детали или цены акций, лежат в зоне 2-х и
3-х стандартных отклонений от среднего значения.

Задание 4. Разработать макрос «МНК» для рассматриваемой задачи.

2.2 Оценочные средства для промежуточного контроля

Вопросы к зачету

1. Графика системы MATLAB: высокоуровневая, дескрипторная, специальная, анимационная, трехмерная.
2. Полиномиальная аппроксимация: полином, обращенный полином, интерполяционный многочлен Лагранжа.
3. Метод наименьших квадратов (линейная регрессия). Гармонический анализ (на основе МНК).
4. Полиномиальная аппроксимация по МНК. Экспоненциально-степенная аппроксимация.
5. Планируемый эксперимент. Полный ортогональный план. Дробная реплика полного плана.
6. Функции распределения и обратные функции распределения.
7. Одномерные распределения: непрерывные распределения, дискретные.
8. Равномерное распределение. Нормальное распределение.
9. Плотность вероятности нормального распределения.
10. Распределения, связанные с нормальным. Распределение хи – квадрат. Распределение Релея.
11. Генерация одномерных распределений. Алгоритмы реализации, основанные на полиномах наилучшего приближения.

12. Теоретические и эмпирические распределения.
13. Описательная статистика: среднее значение, математическое ожидание, медиана, мода, дисперсия, среднее квадратичное отклонение, асимметрия, эксцесс, коэффициент вариации, минимум, максимум, размах выборки, моменты распределения.
14. Вариационная статистика: параметры классовых интервалов, группировка, функции эмпирического распределения.
15. Ранжирование: проверка случайности выборки из нормальной совокупности, репрезентативность выборки.
16. Критерии согласия. Уровень значимости. Критерий согласия Пирсона (χ^2 - критерий).Параметрические тесты: t- критерий Стьюдента, F- критерий.
17. Проверка типа распределения эмпирических данных.
18. Простые и сложные гипотезы, критерии согласия, критерии отклонения распределения от нормальности. Вероятности ошибок I и II рода (α,β).
19. Статистики эмпирического ряда:
20. Описательная статистика. Вариационная статистика.
21. Параметры распределения.
22. Оценивание параметров распределения по выборке.
23. Методы оценивания:а) оценивание параметров по конечной выборке.б)оценивание по неограниченно растущей выборке.
24. Выборки из нормального распределения:большие выборки и приближенно нормальные оценки.
25. Оценка дисперсии распределения.Т - критерий F-критерий
26. Метод моментов (на примере нормального распределения).
27. Метод квантилей. Оценка: состоятельная,несмещенная.Эффективность оценок.
28. Доверительное оценивание.доверительная область,доверительные пределы.
29. Оценка максимального правдоподобияЛогарифмическая функция правдоподобия
30. Графический анализ функции правдоподобия. Случай непрерывного параметра
31. Двухмерная функция правдоподобия
32. Расширение понятия временного ряда. Примеры временных рядов. Виды временных рядов.
33. Цели анализа временных рядов. Стадии анализа временных рядов :
34. Методы анализа временных рядов. Корреляционный анализ. Спектральный анализ. Сглаживание и фильтрация
35. Модели авторегрессии и скользящего среднего.
36. Детерминированная и случайная составляющая временного ряда. Аддитивная и мультипликативная модели. Способы описания детерминированных компонент

37. Простейшие модели Тренда: линейная модель, полиномиальная: логарифмическая логистическая: Гомперца .
38. Метод наименьших квадратов. Удаление тренда с помощью разностных операторов.
39. Преобразование шкалы. Логарифмическое преобразование. Преобразование Бокса – Кокса.Ряды, имеющие отрицательные значения.
40. Выделение сезонных эффектов. Удаление сезонной компоненты.
41. Метод скользящих средних (М.с.с.) медианное сглаживание Вычисления скользящего среднего. Свойство скользящего среднего

Оценивание результатов обучения в форме уровня сформированности элементов компетенций проводится путем контроля во время промежуточной аттестации в форме зачета:

а) оценка «зачтено» – компетенция(и) или ее часть(и) сформированы на базовом уровне;

б) оценка «не зачтено» – компетенция(и) или ее часть(и) не сформированы.

Критерии, на основе которых выставляются оценки при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в табл. 1.

Оценки «Не зачтено» ставятся также в случаях, если обучающийся не приступал к выполнению задания, а также при обнаружении следующих нарушений:

– списывание;

– плагиат;

– фальсификация данных и результатов работы.

Таблица 1 – Критерии выставления оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки	Оценка	Критерий выставления оценки
Двухбалльная шкала	Зачтено	Обучающийся ответил на теоретические вопросы. Показал знания в рамках учебного материала. Выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала
	Не зачтено	Обучающиеся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов

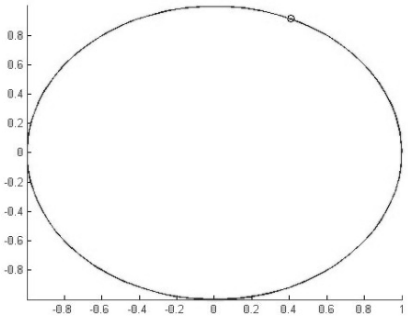
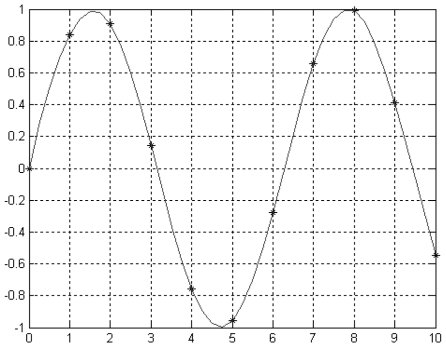
2.3. Итоговая диагностическая работа по дисциплине

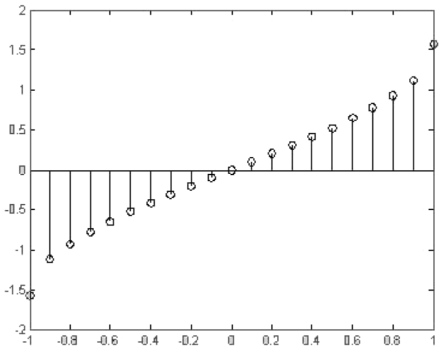
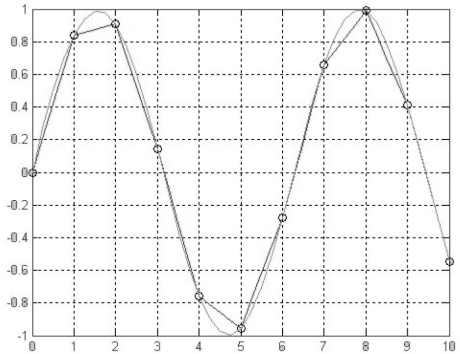
ЗАДАНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «КОМПЬЮТЕРНАЯ ОБРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ»

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1.	3	Измерение одной и той же величины в эксперименте, приводящие к получению набора данных, принято называть: 1. *Прямыми* 2. *Однократными* 3. *Многократными* 4. *Косвенными*	ОПК-1	**ИД-6** **ОПК-1** Знает методы информационно-логического, математического и статистического исследования эмпирических данных и критерии применения соответствующих методов и методик анализа выборок экспериментальных данных числовой природы

<table>
<tr>
<td>2.</td>
<td>а)</td>
<td>Найдите соответствие между кодом и его графической интерпретацией в MatLab

1. >> t=0:0.1:20;
2. >> x=cos(t);
3. >> y=sin(t);
4. >> comet(x,y)

а)  б) 

в)  г) </td>
<td>ОПК-9</td>
<td>ИД-1 ОПК-9 Умеет использовать программные средства для решения практических задач</td>
</tr>
</table>

3.	1	Вероятность попадания значения измеряемой величины в некоторый интервал значений именуется: 1. Доверительной 2. Нормальной 3. Достоверной 4. Суммарной	ОПК-1	**ИД-6** **ОПК-1**
4.	3	Величина, закономерно меняющаяся с течением времени вследствие процессов, происходящих в исследуемом объекте, называется: 1. Постоянной 2. Случайной 3. Переменной *4.* Нестабильной	ОПК-1	**ИД-6** **ОПК-1**
5.	1	Вероятность отвергнуть нулевую гипотезу, когда она верна называется: 1.Ошибкой I рода 2.Ошибкой II рода 3.Промахом 4.Грубой погрешностью	ОПК-1	**ИД-6** **ОПК-1**
6.	3	При малом количестве измерений для оценки «истинного» значения измеряемой величины необходимо учитывать коэффициент: 1. Пирсона 2. Фишера 3. Стьюдента 4. Спирмена	ОПК-1	**ИД-6** **ОПК-1**

7.	а)	Плотность вероятности нормального распределения имеет вид: а) $$f(x;\mu;\delta^2)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\delta}\exp\left[-\frac{(x-\mu)^2}{2\delta^2}\right]$$ $$-\infty < x < +\infty,\ -\infty < \mu < +\infty,\ \delta > 0$$ б) $$F(x;\mu;\delta^2)=P\{\zeta(\mu,\delta^2)<x\}=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int\limits_{-\infty}^{x} e^{\frac{(t-\mu)^2}{2\delta^2}}\,dt$$ в) $$F(z)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int\limits_{-\infty}^{Z}\exp\left(-\frac{u^2}{2}\right)du$$	ОПК-1	**ИД-6** **ОПК-1**
8.	а) б) г)	Функционал, подлежащий минимизации в методе наименьших квадратов (МНК), имеет вид: а) $$S(a,b,c)=\sum_{i=1}^{n}\left[y_i-\left(ax_i^2+bx_i+c\right)\right]^2$$ б)	ОПК-1	**ИД-6** **ОПК-1**

		$$S\left(a,b\right)=\sum_{i=1}^{n}\left[y_i-\left(ax_i+b\right)\right]^2$$ в) $$S\left(a,b,c,...\right)=\min\left\{S\right\}$$ г) $$S\left(a,b,c,...\right)=\sum_{i=1}^{n}\left[y_i-\varphi\left(x_i,a,b,c,...\right)\right]^2$$		
9.	а)	Основной задачей аппроксимации является: а) построение приближенной функции, в целом наиболее близко проходящей около данных точек или около данной непрерывной функции; б) отыскание промежуточных значений функции внутри интервала по имеющимся значениям в узловых точках; в) отыскание значение функции вне заданного интервала по имеющимся данным внутри интервала; г) процесс нахождения значений х по заданным значениям у.	ОПК-1 ОПК-9	**ИД-6** **ОПК-1** **ИД-1** **ОПК-9**
10.		Можно ли при аппроксимации полиномом таблично заданной функции обеспечить прохождение аппроксимирующей функции точно через все точки? а) можно, в общем случае, если задать степень аппроксимирующего полинома на единицу меньше номера последней точки (если нумерация точек начинается с единицы), однако в этом случае аппроксимирующая функция превращается в интерполяционную; б) нельзя; в) неизвестно, требуется уточнение для конкретного случая; г) да, это возможно, но только для близких табличных значений.	ОПК-1 ОПК-9	**ИД-6** **ОПК-1** **ИД-1** **ОПК-9**

11.	в)	Всегда ли увеличение суммы квадратов отклонений соответствует худшей близости, исходной и аппроксимирующей функций? А) нет, не всегда увеличение суммы квадратов отклонений соответствует худшей близости, исходной и аппроксимирующей функций; б) да, всегда; в) неизвестно, требуется уточнение для конкретного случая; г) да, это возможно, но только для близких табличных значений;	ОПК-1	**ИД-6** $_{\textbf{ОПК-1}}$
12.	а)	Можно ли с помощью метода наименьших квадратов найти параметры не полиномиальной аппроксимирующей функции? А) можно найти параметры в принципе любой аппроксимирующей функции; б) нет; в) неизвестно, требуется уточнение для конкретного случая; г) да, это возможно, но только для близких табличных значений.	ОПК-1 ОПК-9	**ИД-6** $_{\textbf{ОПК-1}}$ **ИД-1** $_{\textbf{ОПК-9}}$
13.	в)	В чем отличие применения метода наименьших квадратов при использовании в качестве аппроксимирующей функции полинома и показательной функции? А) при использовании в качестве аппроксимирующей функции, в которую искомые параметры входят нелинейно, система нормальных уравнений будет нелинейной и её решение не всегда возможно найти аналитически; б) нет никаких отличий; в) неизвестно, требуется уточнение для конкретного случая.	ОПК-1 ОПК-9	**ИД-6** $_{\textbf{ОПК-1}}$ **ИД-1** $_{\textbf{ОПК-9}}$

14.	а)	В каком случае система нормальных уравнений получается линейной относительно искомых коэффициентов? а) система нормальных уравнений получается линейной только в случае, когда при квадратичной мере близости параметры в аппроксимирующую функцию входят линейно; б) неизвестно, требуется уточнение для конкретного случая; в) в любом случае; г) это возможно, но только для близких табличных значений.	ОПК-1 ОПК-9	**ИД-6** **ОПК-1** **ИД-1** **ОПК-9**
15.	в)	Система нормальных уравнений в МНК для линейной функции имеет вид: а) $$S(a,b,c,...)=\sum_{i=1}^{n}\left[y_i-\varphi(x_i,a,b,c,...)\right]^2$$ б) $$\left.\begin{array}{l}\dfrac{\delta S}{\delta a}=0;\\ \dfrac{\delta S}{\delta b}=0;\\ \dfrac{\delta S}{\delta c}=0.\end{array}\right\}$$ в)	ОПК-1	**ИД-6** **ОПК-1**

		$$\left.\begin{aligned}\frac{\delta S}{\delta a} &= -2\sum_{i=1}^{n}\left[y_i - \left(ax_i + b\right)\right]x_i = 0,\\ \frac{\delta S}{\delta b} &= -2\sum_{i=1}^{n}\left[y_i - \left(ax_i + b\right)\right] = 0,\end{aligned}\right\}$$		
16.	а)	Коэффициент парной корреляции для оценки степени связи при аппроксимации данных линейной зависимостью подсчитывается по формуле: а) $$R = \frac{n\sum_{i=1}^{n} y_i x_i - \sum_{i=1}^{n} x_i \sum_{i=1}^{n} y_i}{\left[n\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2\right]^{1/2} \cdot \left[n\sum_{i=1}^{n} y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} y_i\right)^2\right]^{1/2}}$$ б) $$R = \frac{\sum_{i=1}^{N}(x_i - \overline{x})^2}{N}$$ в)	ОПК-1	**ИД-6 ОПК-1**

		$$R=\frac{\sum_{i=1}^{N} w_i\,(x_i-\bar{x})}{N\sum_{i=1}^{N} w_i}$$ г) $$\sigma_x=\frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{N}(x_i-\bar{x})^2}}{N-1}$$		
17.	1. в.	Приведите в соответствие вида нелинейной зависимости виду получаемой в результате линеаризации линейной зависимости: 1. $y=ax^b$ — а. $y^{-1}=ax^{-1}+b$ 2. $y=ae^{bx}$ — б. $Ln(y)= bx^{-1}+Ln(a)$ 3. $y=ae^{b/x}$ — в. $Ln(y)= Ln(a)+b\cdot Ln(x)$ 4. $y=x/(a+bx)$ — г. $Ln(y)= Ln(a)+b\cdot x$	ОПК-1 ОПК-9	**ИД-6** **ОПК-1** **ИД-1** **ОПК-9**

1	а)	Найти углы, под которыми парабола $y = x^2 - x$ пересекает ось абсцисс. а) $\frac{3\pi}{4}; \frac{\pi}{4}$ б) $\frac{\pi}{2}; -\frac{\pi}{2}$ в) 30; 20 г) 40; 50	ОПК-1 ОПК-9	**ИД-6 ОПК-1** **ИД-1 ОПК-9**
2	г)	Найдите угловой коэффициент касательной к графику функции $f(x) = 2\sin(x) - 5x$ в точке с абсциссой x0=0 а) (-2) б) (2) в) (0) г) (-3)	ОПК-1 ОПК-9	**ИД-6 ОПК-1** **ИД-1 ОПК-9**
3	а)	Найдите угловой коэффициент касательной к графику функции $f(x) = x^3 - 3x^2 - 11$ в точке с абсциссой x0=2 а) 0 б) (-11) в) (-15) г) (-26)	ОПК-1 ОПК-9	**ИД-6 ОПК-1** **ИД-1 ОПК-9**
4	а	Интерполяция – это: а) отыскание промежуточных значений функции внутри интервала по имеющимся значениям в узловых точках; б) отыскание значений функции вне заданного интервала по имеющимся данным внутри интервала; в) процесс нахождения значений x по заданным значениям y.	ОПК-1 ОПК-9	**ИД-6 ОПК-1** **ИД-1 ОПК-9**

5	а	Экстраполяция – это: а) отыскание значений функции вне заданного интервала по имеющимся данным внутри интервала; б) отыскание промежуточных значений функции внутри интервала по имеющимся значениям в узловых точках; в) процесс нахождения значений x по заданным значениям y.	ОПК-1	**ИД-6 ОПК-1**
6	а	Обратная интерполяция – это: а) процесс нахождения значений x по заданным значениям y; б) отыскание значений функции вне заданного интервала по имеющимся данным внутри интервала; в) отыскание промежуточных значений функции внутри интервала по имеющимся значениям в узловых точках.	ОПК-1	**ИД-6 ОПК-1**
7	а) в)	Полином Лагранжа для трёх точек: а) $$y(x)=y_0\frac{(x-x_1)(x-x_2)}{(x_0-x_1)(x_0-x_2)}+y_1\frac{(x-x_0)(x-x_2)}{(x_1-x_0)(x_1-x_2)}+y_2\frac{(x-x_0)(x-x_1)}{(x_2-x_0)(x_2-x_1)};$$ б) $$y(x)=y_0+(x-x_0)\frac{y_1-y_0}{x_1-x_0}+\frac{(x-x_0)(x-x_1)}{(x_2-x_0)}\left(\frac{y_2-y_1}{x_2-x_0}-\frac{y_1-y_0}{x_1-x_0}\right);$$ в) $$y(x)=\left(\frac{x_2-x}{x_2-x_1}y_1-\frac{x_1-x}{x_2-x_1}y_2\right)\frac{x_3-x}{x_3-x_1}-\left(\frac{x_3-x}{x_3-x_2}y_2-\frac{x_2-x}{x_3-x_2}y_3\right)\frac{x_1-x}{x_3-x_1}.$$	ОПК-1	**ИД-6 ОПК-1**

8	в)	Полином Ньютона для трёх точек: а) $$y(x)=y_0+(x-x_0)\frac{y_1-y_0}{x_1-x_0}+\frac{(x-x_0)(x-x_1)}{(x_2-x_0)}\left(\frac{y_2-y_1}{x_2-x_0}-\frac{y_1-y_0}{x_1-x_0}\right);$$ б) $$y(x)=\left(\frac{x_2-x}{x_2-x_1}y_1-\frac{x_1-x}{x_2-x_1}y_2\right)\frac{x_3-x}{x_3-x_1}-\left(\frac{x_3-x}{x_3-x_2}y_2-\frac{x_2-x}{x_3-x_2}y_3\right)\frac{x_1-x}{x_3-x_1};$$ в) $$y(x)=y_0\frac{(x-x_1)(x-x_2)}{(x_0-x_1)(x_0-x_2)}+y_1\frac{(x-x_0)(x-x_2)}{(x_1-x_0)(x_1-x_2)}+y_2\frac{(x-x_0)(x-x_1)}{(x_2-x_0)(x_2-x_1)}$$		
9	а)	. Полином, составленный для трех точек по схеме Эйткена: а) $$y(x)=\left(\frac{x_2-x}{x_2-x_1}y_1-\frac{x_1-x}{x_2-x_1}y_2\right)\frac{x_3-x}{x_3-x_1}-\left(\frac{x_3-x}{x_3-x_2}y_2-\frac{x_2-x}{x_3-x_2}y_3\right)\frac{x_1-x}{x_3-x_1};$$ б) $$y(x)=y_0\frac{(x-x_1)(x-x_2)}{(x_0-x_1)(x_0-x_2)}+y_1\frac{(x-x_0)(x-x_2)}{(x_1-x_0)(x_1-x_2)}+y_2\frac{(x-x_0)(x-x_1)}{(x_2-x_0)(x_2-x_1)};$$ в) $$y(x)=y_0+(x-x_0)\frac{y_1-y_0}{x_1-x_0}+\frac{(x-x_0)(x-x_1)}{(x_2-x_0)}\left(\frac{y_2-y_1}{x_2-x_0}-\frac{y_1-y_0}{x_1-x_0}\right).$$	ОПК-1	**ИД-6 $_{\text{ОПК-1}}$**

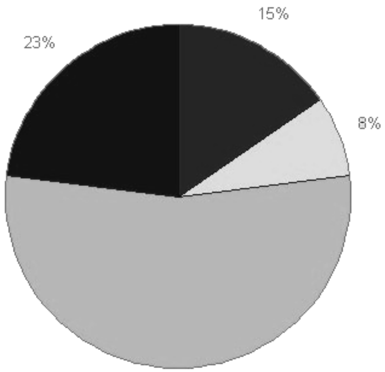
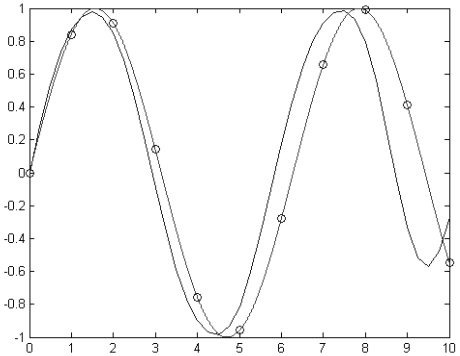
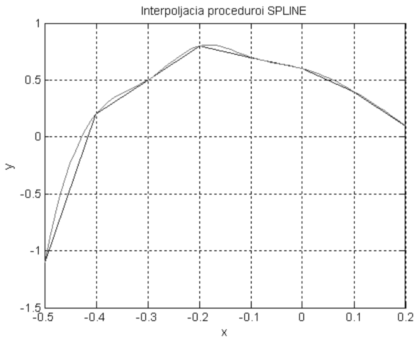
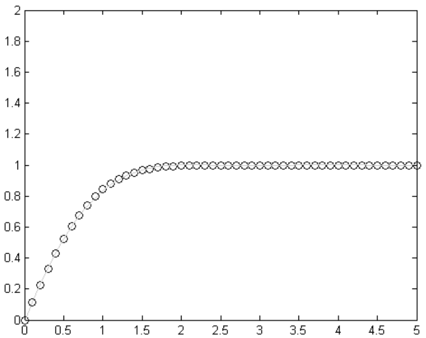
10	а)	Вычисление значения функции по методу Лагранжа а) $$F(x)=\sum_{i=0}^{n} y_i\,L_i(x),\quad L_i(x)=\frac{(x-x_0)..(x-x_{i-1})(x-x_{i+1})..(x-x_n)}{(x_1-x_0)..(x_i-x_{i-1})(x_i-x_{i+1})..(x_i-x_n)};$$ б) $$P_{1,2,\ldots,k}(x)=\frac{1}{x_k-x_1}\begin{vmatrix} P_{1,2,..,(k-1)}(x) & x_1-x \\ P_{2,3,..,k}(x) & x_k-x \end{vmatrix};$$ в) $$f(x)=y_0+\sum_{k=1}^{n}(x-x_0)(x-x_{k-1})\Delta y(x_0,x_1,\ldots,x_k),$$ $$\Delta y(x_k,x_{k+1},\ldots,x_{k+\ell})=\frac{\Delta y(x_k,x_{k+1},\ldots,x_{k+\ell-1})-\Delta y(x_k,\ldots,x_{k+\ell})}{x_k-x_{k+\ell}}.$$	ОПК-1	**ИД-6 ОПК-1**

11	а)	Вычисление значения функции с помощью интерполяционной формулы Ньютона: а) $$f(x)=y_0+\sum_{k=1}^{n}(x-x_0)(x-x_{k-1})\Delta y(x_0,x_1,\ldots,x_k),$$ $$\Delta y(x_k,x_{k+1},\ldots,x_{k+\ell})=\frac{\Delta y(x_k,x_{k+1},\ldots,x_{k+\ell-1})-\Delta y(x_k,\ldots,x_{k+\ell})}{x_k-x_{k+\ell}};$$ б) $$F(x)=\sum_{i=0}^{n}y_i L_i(x),\quad L_i(x)=\frac{(x-x_0)..(x-x_{i-1})(x-x_{i+1})..(x-x_n)}{(x_1-x_0)..(x_i-x_{i-1})(x_i-x_{i+1})..(x_i-x_n)};$$ в) $$P_{1,2,\ldots,k}(x)=\frac{1}{x_k-x_1}\begin{vmatrix}P_{1,2,..,(k-1)}(x) & x_1-x\\ P_{2,3,..,k}(x) & x_k-x\end{vmatrix}.$$	ОПК-1	**ИД-6 ОПК-1**
12	а)	Нахождение значений табличной функции с (к-1) узлами интерполяции по вычислительной схеме Эйткена: а) $$P_{1,2,\ldots,k}(x)=\frac{1}{x_k-x_1}\begin{vmatrix}P_{1,2,..,(k-1)}(x) & x_1-x\\ P_{2,3,..,k}(x) & x_k-x\end{vmatrix};$$ б)	ОПК-1	**ИД-6 ОПК-1**

		$$f(x) = y_0 + \sum_{k=1}^{n}(x - x_0)(x - x_{k-1})\Delta y(x_0, x_1, \ldots, x_k),$$ $$\Delta y(x_k, x_{k+1}, \ldots, x_{k+\ell}) = \frac{\Delta y(x_k, x_{k+1}, \ldots, x_{k+\ell-1}) - \Delta y(x_k, \ldots, x_{k+\ell})}{x_k - x_{k+\ell}};$$ в) $$F(x) = \sum_{i=0}^{n} y_i L_i(x), \quad L_i(x) = \frac{(x - x_0)..(x - x_{i-1})(x - x_{i+1})..(x - x_n)}{(x_1 - x_0)..(x_i - x_{i-1})(x_i - x_{i+1})..(x_i - x_n)}.$$		
13	а)	Основное преимущество вычислительной схемы Эйткена заключается в том, что: а) она дает возможность регулирования выбора степени полинома Lk(x), останавливая вычисления при минимальном значении k на основании критерия точности $\left\|P_{1,2,\ldots,k}(x) - P_{1,2,\ldots,(k-1)}(x)\right\| \le \varepsilon$, считая (k-1)-й шаг исконным приближением; б) она не дает возможности регулирования выбора степени полинома Lk(x), останавливая вычисления при минимальном значении k на основании критерия точности $\left\|P_{1,2,\ldots,k}(x) - P_{1,2,\ldots,(k-1)}(x)\right\| \le \varepsilon$, считая (k-1)-й шаг исконным приближением; в) она дает возможность регулирования выбора степени полинома Lk(x), останавливая вычисления при минимальном значении k на основании критерия точности $\left\|P_{1,2,\ldots,k}(x) - P_{1,2,\ldots,(k-1)}(x)\right\| \ge \varepsilon$, считая (k+1)-й шаг исконным приближением; г) она дает возможность регулирования выбора степени полинома Lk(x), останавливая вычисления при минимальном значении k на основании критерия точности $\left\|P_{1,2,\ldots,(k-1)}(x) - P_{1,2,\ldots,k}(x)\right\| > \varepsilon$, считая k-й шаг исконным приближением.	ОПК-1 ОПК-9	**ИД-6** **ОПК-1** **ИД-1** **ОПК-9**

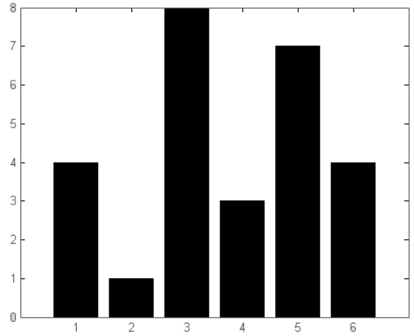
14	а)	В случае интерполяционной задачи система $F(x_i) = Y_i = A_0 + A_1x_1 + A_2x_2^2 + \ldots + A_{n-1}x_i^{n-1}$ (при $x_i \neq x_j$) имеет единственное решение, когда определитель матрицы Вандермонда: а) $\det V \neq 0$; б) $\det V = 4$; в) $\det V = 0$; г) $\det V < 0$	ОПК-1 ОПК-9	**ИД-6** **ОПК-1** **ИД-1** **ОПК-9**
15	а)	Матрицей Вандермонда называется матрица: а) составленная из x1, x2,…, xn при неизвестных A0, A1, …, An-1 в системе $F(x_i) = Y_i = A_0 + A_1x_1 + A_2x_2^2 + \ldots + A_{n-1}x_i^{n-1}$; б) свободных членов Y1, Y2,…Yi,…, Yn в системе $F(x_i) = Y_i = A_0 + A_1x_1 + A_2x_2^2 + \ldots + A_{n-1}x_i^{n-1}$; в) коэффициентов A0, A1, …, An-1 в системе $F(x_i) = Y_i = A_0 + A_1x_1 + A_2x_2^2 + \ldots + A_{n-1}x_i^{n-1}$; г) составленная из x1, x2,…, xn при свободных членах Y1, Y2,…Yi,…, Yn в системе: $F(x_i) = Y_i = A_0 + A_1x_1 + A_2x_2^2 + \ldots + A_{n-1}x_i^{n-1}$.	ОПК-1 ОПК-9	**ИД-6** **ОПК-1** **ИД-1** **ОПК-9**

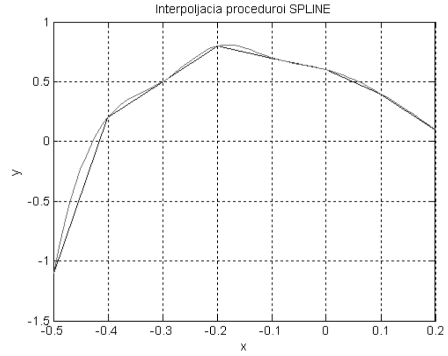
16	б)	Методы Лагранжа, Ньютона и схема Эйткена относятся к методам: а) «точной» интерполяции; б) «приближенной» интерполяции; в) «точной» экстраполяции; г) «приближенной» экстраполяции; д) аппроксимации.	ОПК-1 ОПК-9	**ИД-6 ОПК-1** **ИД-1 ОПК-9**
17	б)	Применение методов «точной» интерполяции ограничено: а) большим числом узлов интерполяции (как правило, более 15), т.к. при этом растет степень полинома, что приводит к большим осцилляциям в промежутках между узлами; б) тем, что кривые проходят точно через все узловые точки; в) тем, что одна и та же формула не применима для всего интервала; г) тем, что изменение одной точки не приводит к необходимости пересчёта всех коэффициентов.	ОПК-1 ОПК-9	**ИД-6 ОПК-1** **ИД-1 ОПК-9**

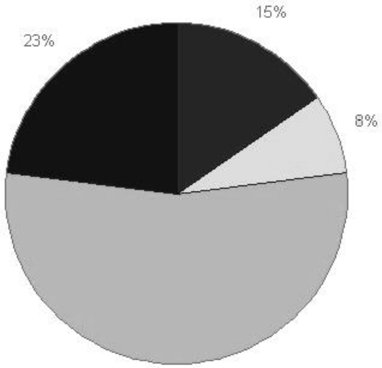
18	а)	43. Найдите соответствие между кодом и его графической интерпретацией в MatLab: >> x=[3,7,1,2]; >> pie (x) а)  б)    в) г)	ОПК-1 ОПК-9	**ИД-6** **ОПК-1** **ИД-1** **ОПК-9**

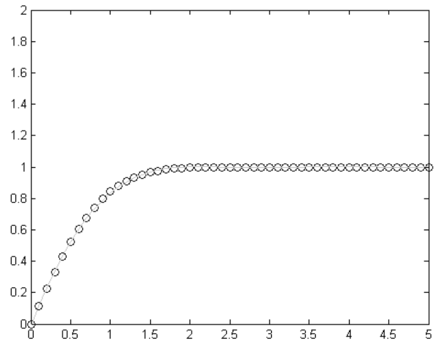
<table>
<tr>
<td>19</td>
<td>а)</td>
<td>Найдите соответствие между кодом и его графической интерпретацией в MatLab:

>> x=[4 1 8 3 7 4] >> bar(x)

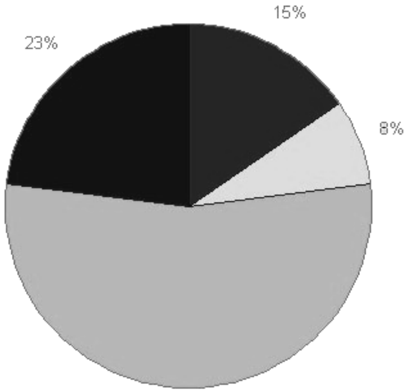
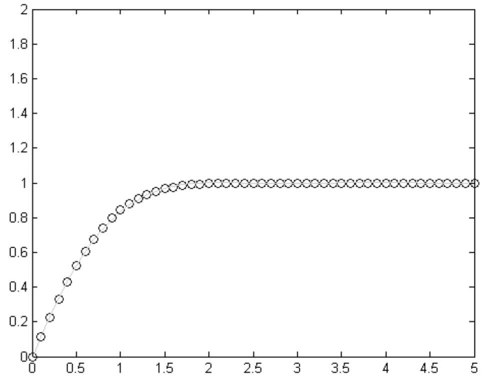
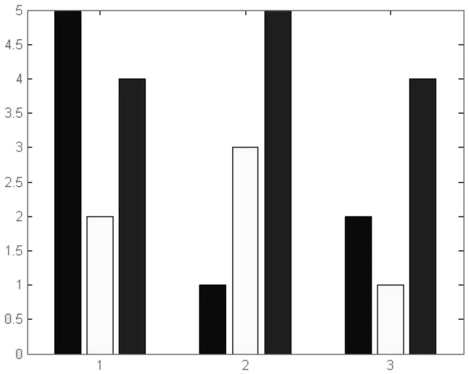
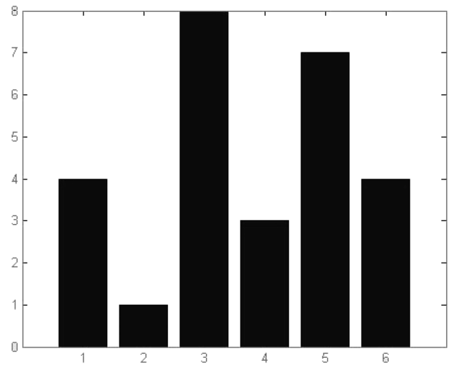
а)


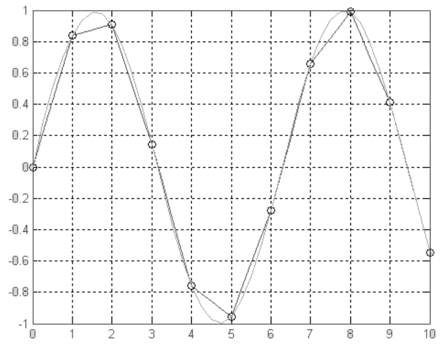
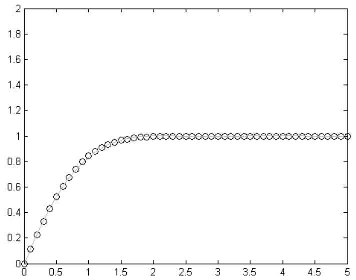
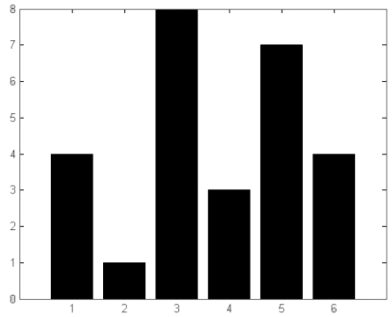
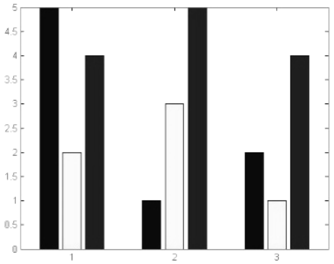
б)


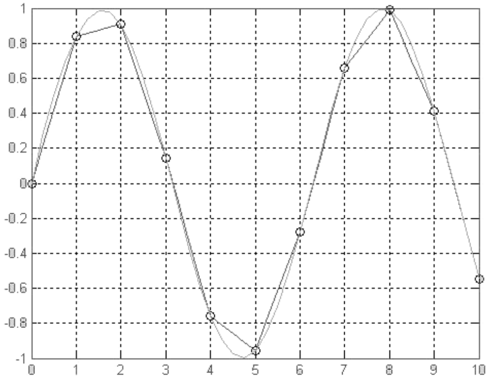
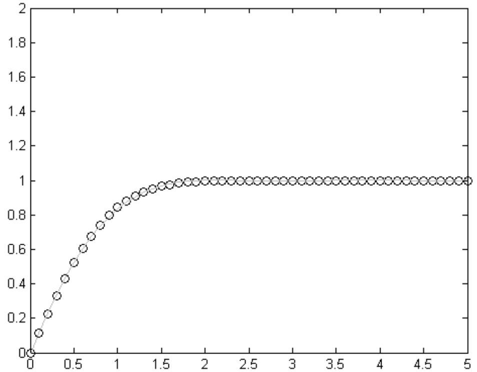
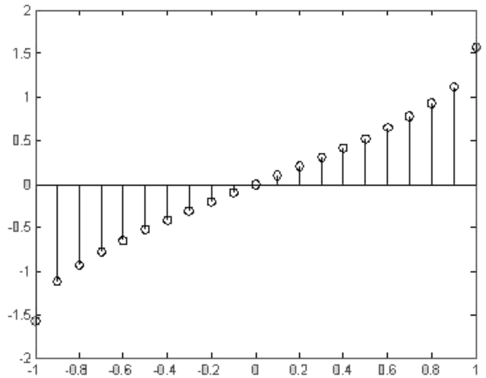
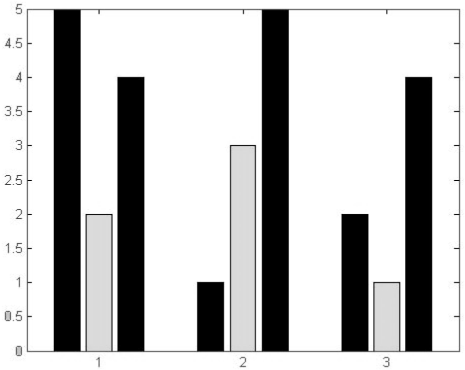
в)


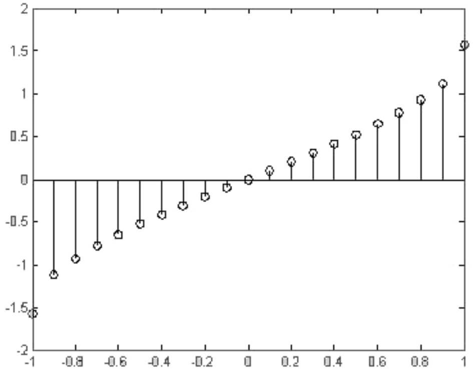
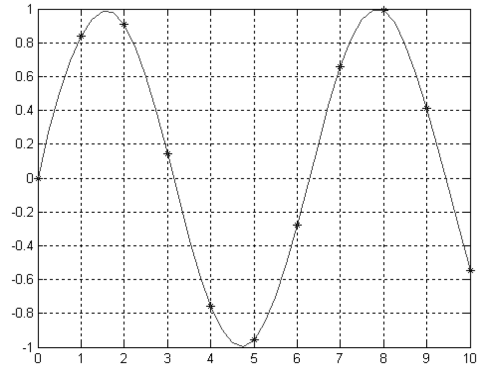
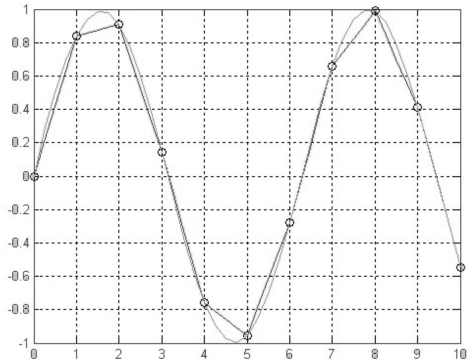
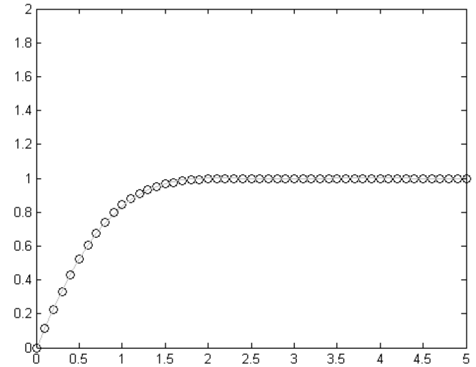
г)


</td>
<td>ОПК-1
ОПК-9</td>
<td>ИД-6 ОПК-1
ИД-1 ОПК-9</td>
</tr>
</table>

20	в)	Найдите соответствие между кодом и его графической интерпретацией в MatLab: >> A=[5 2 4; 1 3 5; 2 1 4]; >> bar(A) а)  б)  в)  г) 	ОПК-1 ОПК-9	**ИД-6** **ОПК-1** **ИД-1** **ОПК-9**

21	а)	Найдите соответствие между кодом и его графической интерпретацией в MatLab: 1.>> x=0:10; >> y=sin(x); 2.>> xi=0:0.25:10; 3. >> yi=interp1(x,y,xi); >> plot(x,y, 'o', xi,yi, 'm'), hold on 4.>> yi=interp1(x,y,xi, 'spline'); >> plot(x,y,'ob',xi,yi,'g'), grid, hold off а)  б)  в)  г) 	ОПК-1 ОПК-9	**ИД-6** **ОПК-1** **ИД-1** **ОПК-9**

22	в)	Найдите соответствие между кодом и его графической интерпретацией в MatLab: 1.>> x=-1:0.1:1; 2.>> y=asin(x); 3.>> stem(x,y) а)  б)  в)  г) 	ОПК-1 ОПК-9	**ИД-6 ОПК-1** **ИД-1 ОПК-9**

23	г)	Найдите соответствие между кодом и его графической интерпретацией в MatLab: 1.>> x=0:10; >> y=sin(x); 2.>> xi=0:0.25:10; >> yi=spline(x,y,xi); 3.>> plot(x,y,’*’,xi,yi,’m’),grid 4.>> pp=spline(x,y); 5. >> [breaks, coeffs, l, k]=unmkpp(pp) >> v=ppval(pp,x)  а)  б)  в)  г)	ОПК-1 ОПК-9	**ИД-6** **ОПК-1** **ИД-1** **ОПК-9**

24	б)	Система нормальных уравнений для квадратичной функции имеет вид: а) $$\left.\begin{aligned}\frac{\delta S}{\delta a}&=-2\sum_{i=1}^{n}\left[y_i-\left(ax_i+b\right)\right]x_i=0,\\ \frac{\delta S}{\delta b}&=-2\sum_{i=1}^{n}\left[y_i-\left(ax_i+b\right)\right]=0,\end{aligned}\right\}$$ б) $$\left.\begin{aligned}\frac{\delta S}{\delta a}&=\sum_{i=1}^{n}\left[y_i-\left(ax_i^2+bx_i+c\right)\right]x_i^2=0,\\ \frac{\delta S}{\delta b}&=\sum_{i=1}^{n}\left[y_i-\left(ax_i^2+bx_i+c\right)\right]x_i=0,\\ \frac{\delta S}{\delta c}&=\sum_{i=1}^{n}\left[y_i-\left(ax_i^2+bx_i+c\right)\right]=0,\end{aligned}\right\}$$ в) $$S\left(a,b,c\right)=\sum_{i=1}^{n}\left[y_i-\left(ax_i^2+bx_i+x_i\right)\right]^2$$	ОПК-1	**ИД-6 ОПК-1**