

Энгельсский технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Естественные и математические науки»

**Оценочные материалы по дисциплине**

**Б.1.1.31 «Анализ временных рядов»**

направление подготовки

**09.03.04 «Программная инженерия»**

профиль «Управление разработкой программных проектов»

# 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 «Анализ временных рядов» должна сформироваться компетенция ОПК-1

Критерии определения сформированности компетенций на различных уровнях их формирования

Индекс компетенции	Содержание компетенции
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции
<b>ИД-6</b> <small>опк-1</small> Знает основы высшей математики, теории вероятностей, математической статистики, общей физики, теории сигналов, основы вычислительной техники, процедурного, объектно-ориентированного и визуального программирования.	лекции, практические занятия, самостоятельная работа	отчет по практическим работам, вопросы для проведения экзамена

Уровни освоения компетенций

## ОПК-1

Уровень освоения компетенции	Критерии оценивания
Продвинутый (отлично)	<p><b>Знает:</b> на высоком уровне основные понятия математической статистики, методы сбора и анализа числовых данных для реконструкции статистических моделей исследуемых процессов; а также возможности современных систем и пакетов анализа экспериментальных данных</p> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- решать стандартные задачи исследования свойств временных рядов с применением естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования.</li> <li>- иметь навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, ассоциируемых с временными рядами;</li> <li>- применять законы математической статистики и математические методы Фурье - анализа (аналитические и численные) данных измерений или наблюдений процессов и явлений;</li> <li>- работать с компьютером как средством управления информацией,</li> <li>- работать с информацией из различных источников, в том числе в глобальных компьютерных сетях;</li> <li>- уметь применять на практике ИТ-сервисы по обработке данных.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b> программными средствами и Интернет-ресурсами для обработки экспериментальных данных временного аргумента,</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- встроенным в офисные приложения программным обеспечением. предназначенным для обработки данных и их визуализации;</li> <li>- использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для структурирования, обработки, анализа, систематизации данных и построения математических моделей трендов временных процессов.</li> </ul>
Повышенный (хорошо)	<p><b>Знает:</b> на достаточном уровне основные понятия математической статистики, методы сбора и анализа числовых данных для реконструкции статистических моделей исследуемых процессов; а также возможности современных систем и пакетов анализа экспериментальных данных</p> <p><b>Умеет на достаточном уровне:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- решать стандартные задачи исследования свойств временных рядов с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.</li> <li>- иметь навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, ассоциируемых с временными рядами;</li> <li>- работать с компьютером как средством управления информацией,</li> <li>- работать с информацией из различных источников, в том числе в глобальных компьютерных сетях;</li> <li>- уметь применять на практике ИТ-сервисы по обработке данных.</li> </ul> <p><b>Владет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- не в полной мере программными средствами и Интернет-ресурсами для обработки экспериментальных данных временного аргумента,</li> <li>- встроенным в офисные приложения программным обеспечением. предназначенным для обработки данных и их визуализации;</li> <li>- не в полной мере использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для структурирования, обработки, анализа, систематизации данных и построения математических моделей трендов временных процессов.</li> </ul>
Пороговый (базовый) (удовлетворительно)	<p><b>Знает:</b> на базовом уровне основные понятия математической статистики, методы сбора и анализа числовых данных для реконструкции статистических моделей исследуемых процессов; но затрудняется охарактеризовать возможности современных систем и пакетов анализа экспериментальных данных</p> <p><b>Умеет на базовом уровне:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- решать стандартные задачи исследования свойств временных рядов с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.</li> <li>- иметь навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, ассоциируемых с временными рядами;</li> <li>- работать с компьютером как средством управления информацией,</li> <li>- работать с информацией из различных источников, в том числе в глобальных компьютерных сетях;</li> <li>- уметь применять на практике ИТ-сервисы по обработке данных.</li> </ul> <p><b>Владет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- не в полной мере программными средствами и Интернет-ресурсами для обработки экспериментальных данных временного аргумента,</li> <li>- встроенным в офисные приложения программным обеспечением. предназначенным для обработки данных и их визуализации;</li> <li>- не может использовать соответствующий математический аппарат и инструментальные средства для структурирования, обработки, анализа, систематизации данных и построения математических моделей трендов временных процессов.</li> </ul>

## 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 с использованием объектной модели Excel

Задание 1:

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	$y = f(x)$	$a$	$b$	$x_1$	$x_2$	$\Delta x$
1	$y = \frac{1 + \sin^2(b^3 + x^3)}{3 \sqrt[3]{b^3 + x^3}}$	-	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	$y = \frac{1 + \lg^2 x}{\sqrt{a} \cdot (b - e^x)}$	2.0	0.95	1.25	2.75	0.01
4	$y = \sqrt[4]{x} \sqrt{-2.5 + \sqrt{\lg x^2}}$	-	-	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	$y = \frac{a^x - b^x}{\sqrt{ab}}$	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  $[t_{\min}; t_{\max}]$  с шагом  $\Delta t$ , при каждом из указанных значений  $\alpha$

+

№	Параметрическая кривая	Значения аргумента			Значение $\alpha$
		$t_{\min}$	$t_{\max}$	$\Delta t$	
1	$x(t) = \alpha \cos(t)$ $y(t) = \frac{\alpha \sin(t)}{2}$	0	$2\pi$	$\pi/36$	30; 40; ...; 60
3	$x(t) = \frac{\sin(\alpha t)}{2}$ $y(t) = -\frac{\sin(4t)}{2}$	0	$2\pi$	$\pi/72$	1; 2; ...; 4
5	$x(t) = 40(t - \alpha \sin(t))$ $y(t) = 40(1 - \alpha \cos(t))$	0	$2\pi$	$\pi/36$	1; 0,75; ...; 0,25
7	$x(t) = 80 \cos(t)$ $y(t) = 50 \sin(t + \alpha)$	0	$2\pi$	$\pi/36$	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	$2\pi$	$\pi/72$	0,5; 1; ...; 2
11	$x(t) = 45 \cos(t) + 15 \alpha \cos(3t)$ $y(t) = 45 \sin(t) + 15 \alpha \sin(3t)$	0	$2\pi$	$\pi/36$	30; 40; ...; 60
13	$x(t) = 60 \cos(t) + 15 \alpha \cos(4t)$ $y(t) = 60 \sin(t) + 15 \alpha \sin(4t)$	0	$2\pi$	$\pi/36$	0,5; 1,0; ...; 3,0

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

№	Кривая в полярных координатах	Значения аргумента			Значение $\alpha$
		$\varphi_{\min}$	$\varphi_{\max}$	$\Delta \varphi$	
2	$r = \alpha \varphi$	0	$2\pi$	$\pi/36$	5; 7,5; ...; 15
4	$r = 30 \cos \varphi + \alpha$	0	$2\pi$	$\pi/72$	10; 25; ...; 70
6	$r = \alpha \sqrt{\cos 2\varphi}$	$-\pi/4$	$\pi/4$	$\pi/36$	1; 0,75; ...; 0,25
8	$r = \alpha \sin 2\varphi$	0	$2\pi$	$\pi/36$	80; 70; ...; 50
10	$r = 2 0 + \alpha \cos^2 \varphi - \sin^2 \varphi $	0	$2\pi$	$\pi/36$	0; 20; ...; 60
12	$r = \alpha \sin 3\varphi$	0	$\pi$	$\pi/36$	80; 70; ...; 50
14	$r = 2 0 + \alpha \cos^2 \varphi - \sin^2 \varphi $	0	$2\pi$	$\pi/36$	60; 40; ...; 0
16	$r = \alpha \varphi$	0	$2\pi$	$\pi/36$	20; 40; ...; 80
18	$r = \alpha \sqrt{\cos^4 \varphi + \sin^4 \varphi}$	0	$2\pi$	$\pi/36$	80; 60; ...; 20
20	$r = \alpha (\cos \varphi + 1)$	0	$2\pi$	$\pi/36$	20; 40; ...; 80

## Тема 2. Полиномиальная аппроксимация

### Задания:

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.

## 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:

$$y = a_0 + a_1x$$

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

3. Найти наилучшую параболическую аппроксимацию

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2$$

для табулированной функции  $y = f(x)$ , составив и решив систему уравнений для коэффициентов  $a_0$ ,  $a_1$  и  $a_2$ . Найти суммарную ошибку  $S_{\text{парабола}}$ . 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 В0 и В1 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.

**Задание 1.** Вычисление  $y=P(x)=P\{X\leq x\}$ , где  $X$ -нормально распределенная случайная величина с  $\mu=0$  и  $\delta=1$ .  $P(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{+\infty}\exp\left(-\frac{u^2}{2}\right)du$ .

При вычислениях использовать следующую аппроксимацию:

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

$$\text{Где } w=\frac{1}{1+px}, \quad f(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{x^2}{2}}$$

$$p=0.2316419$$

$$a_1 = 0.3193815$$

$$a_2 = -0.3565638$$

$$a_3 = 1.781478$$

$$a_4 = -1.821256$$

$$a_5 = 1.330274$$

Максимальная ошибка аппроксимации равна  $7 \cdot 10^{-7}$

Указание: а) применять схему Горнера, б) при выходе из процедуры выдать  $f(x)$ -плоскость (строить график).

**Задание 2.** Моделировать нормально распределенную случайную величину с заданным средним ( $M$ ) и стандартным отклонением ( $S$ ):

$$y = \frac{\sum_{i=1}^k x_i - \frac{k}{2}}{\sqrt{\frac{k}{12}}}, \quad \text{где } x_i - \text{равномерно распределённое случайное число на } 0 < x_i < 1$$

$y$  аппроксимирует точное нормальное распределение при  $k \rightarrow \infty$  если  $k=12$ , то

$$y = \sum_{i=1}^{12} x_i - 6$$

Переход к требуемому среднему и стандартному отклонению осуществлять по формуле:  $y' = y * S + M$ .

**Задание 3.** Генерировать 100, 1000, 10000 случайных величин с нормальным законом распределения и построить гистограмму.

Убедиться в справедливости правила 2- и 3-сигма.

## Тема 6. Статистики эмпирического ряда

**Задание:** По экспериментальным данным, приведенным в таблице

0,1	0,11	0,11	0,12
0,12	0,12	0,13	0,14
0,14	0,15	0,15	0,17
0,11	0,11	0,13	0,13
0,13	0,14	0,14	0,16
0,14	0,13	0,14	0,16
0,11	0,11	0,12	0,13
0,14	0,13	0,15	0,14
0,15	0,15	0,18	0,17
0,14	0,12	0,12	0,14
0,14	0,15	0,14	0,16
0,17	0,14	0,15	0,15

необходимо выполнить:

- построение выборочной функции распределения, с расчетом общепринятых при подобном исследовании  $\chi^2$ -критериев на «жестких» уровнях значимости принятия гипотезы относительно типа распределения;
- построение гистограмм,
- интегральной функции распределения,
- выборочных статистических характеристик,
- доверительных интервалов на среднее и, по возможности, на дисперсию;
- толерантных пределов для средних значений.

## Тема 8. Расширение понятия временного ряда

**Задача:** В таблице приведены данные продаж товара на конец недели. Данные записывались в течение 15 недель. Выполнить сглаживание временного ряда методом скользящего среднего, используя средства MS Excel и пакета Matlab.

Неделя	Объем продаж
1	622
2	620
3	621
4	630
5	636
6	650
7	666
8	670
9	676



10	684
11	696
12	705
13	707
14	718
15	731

## 2.2 Оценочные средства для промежуточного контроля

### Вопросы для экзамена

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 ( $\chi^2$ -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 ( $\alpha, \beta$ ).
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 правдоподобия. Логарифмическая 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 экзамена:

- а) оценка «отлично» – компетенция или ее часть сформированы на высоком уровне;
- б) оценка «хорошо» – компетенция или ее часть сформированы на среднем уровне;
- в) оценка «удовлетворительно» – компетенция или ее часть сформированы на базовом уровне;

г) оценка «неудовлетворительно» – компетенция или ее часть не сформированы.

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

Оценка «неудовлетворительно» 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
Четырехбалльная шкала	Отлично	Обучающийся ответил на все теоретические вопросы. Показал знания в рамках учебного материала, в том числе и по заданиям СРС. Выполнил практические и лабораторные задания. Показал высокий уровень умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в расширенных рамках учебного материала.
	хорошо	Обучающийся ответил на большую часть теоретических вопросов. Показал знания в узких рамках учебного материала. Выполнил практические и лабораторные задания с допустимой погрешностью. Показал хороший уровень умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала.
	удовлетворительно	Обучающиеся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий и лабораторных работ, продемонстрировал низкий уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы были допущены неправильные ответы
	неудовлетворительно	Обучающиеся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий и лабораторных работ, продемонстрировал крайне низкий 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 «АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ»

Номер задания	Правильный ответ *	Содержание вопроса	Компетенция	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1.	1	Вероятность попадания значения измеряемой величины в некоторый интервал значений именуется:  1. Доверительной 2. Нормальной 3. Достоверной 4. Суммарной	ОПК-1	<b>ИД-6</b> опк-1 Знает основы высшей математики, теории вероятностей, математической статистики, общей физики, теории сигналов, основы вычислительной техники, процедурного, объектно-ориентированного и визуального программирования.

2.	1	<p>Вероятность отвергнуть нулевую гипотезу, когда она верна называется:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ошибкой I рода</li> <li>2. Ошибкой II рода</li> <li>3. Промахом</li> <li>4. Грубой погрешностью</li> </ol>	ОПК-1	<b>ИД-6</b> <small>ОПК-1</small>
3.	а)	<p>Плотность вероятности нормального распределения имеет вид:</p> <p>а)</p> $f(x; \mu; \delta^2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\delta} \exp\left[-\frac{(x-\mu)^2}{2\delta^2}\right]$ <p><math>-\infty &lt; x &lt; +\infty, -\infty &lt; \mu &lt; +\infty, \delta &gt; 0</math></p> <p>б)</p> $F(x; \mu; \delta^2) = P\{\zeta(\mu, \delta^2) < x\} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(t-\mu)^2}{2\delta^2}} dt$ <p>в)</p> $F(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z \exp\left(-\frac{u^2}{2}\right) du$	ОПК-1	<b>ИД-6</b> <small>ОПК-1</small>
4.	а) б) г)	<p>Функционал, подлежащий минимизации в методе наименьших квадратов (МНК), имеет вид:</p> <p>а)</p> $S(a, b, c) = \sum_{i=1}^n [y_i - (ax_i^2 + bx_i + c)]^2$	ОПК-1	<b>ИД-6</b> <small>ОПК-1</small>

		б) $S(a,b) = \sum_{i=1}^n [y_i - (ax_i + b)]^2$ в) $S(a,b,c,\dots) = \min \{S\}$ г) $S(a,b,c,\dots) = \sum_{i=1}^n [y_i - \varphi(x_i, a, b, c, \dots)]^2$		
5.	а)	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	<b>ИД-6</b> опк-1
6.	в)	Система нормальных уравнений в МНК для линейной функции имеет вид:  а) $S(a,b,c,\dots) = \sum_{i=1}^n [y_i - \varphi(x_i, a, b, c, \dots)]^2$ б)	ОПК-1	<b>ИД-6</b> опк-1

		$\left. \begin{aligned} \frac{\delta S}{\delta a} &= 0; \\ \frac{\delta S}{\delta b} &= 0; \\ \frac{\delta S}{\delta c} &= 0. \end{aligned} \right\}$		
		в) $\left. \begin{aligned} \frac{\delta S}{\delta a} &= -2 \sum_{i=1}^n [y_i - (ax_i + b)] x_i = 0, \\ \frac{\delta S}{\delta b} &= -2 \sum_{i=1}^n [y_i - (ax_i + b)] = 0, \end{aligned} \right\}$		
7.	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) $R = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N}$ в)	ОПК-1	<b>ИД-6</b> опк-1

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



$$y(x) = \left( \frac{x_2 - x}{x_2 - x_1} y_1 - \frac{x_1 - x}{x_2 - x_1} y_2 \right) \frac{x_3 - x}{x_3 - x_1} - \left( \frac{x_3 - x}{x_3 - x_2} y_2 - \frac{x_2 - x}{x_3 - x_2} y_3 \right) \frac{x_1 - x}{x_3 - x_1}$$

10

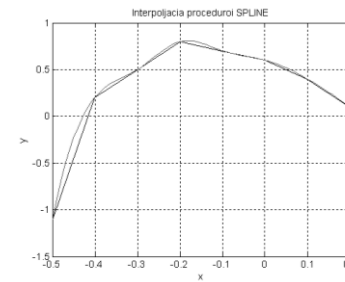
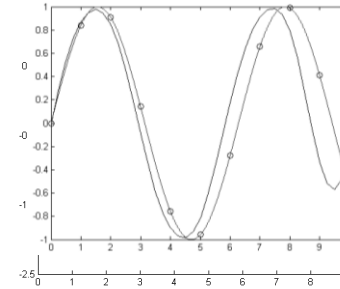
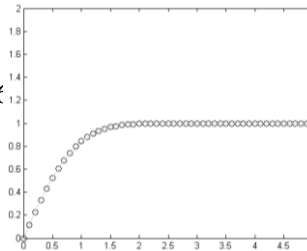
в)

Найдите соответствие между кодом и его графической интерпретацией в MatLab:

```

>>x=[1 2 3 4 5 6 7 8]
>>y=[-1.1 0.2 0.5 0.8 0.7 0.6 0.5 0.4]
>>polyfit(x,y,1)
>>hold
>>p1=polyfit(x,y,1)
>>p2=polyfit(x,y,2)
>>p3=polyfit(x,y,3)б)
>>p4=polyfit(x,y,4)
>>stem(x,y)
>>x1=0.5:0.005:8.5
>>y1=polyval(p1,x1)
>>y2=polyval(p2,x1)
>>y3=polyval(p3,x1)
>>y4=polyval(p4,x1)
>>plot (x1,y1,x1,y2,x1,y3,x1,y4)

```



г)

ОПК-  
1

ИД-6 опк-1

11

г)

Найдите соответствие между кодом и его графической интерпретацией в MatLab:

```
>> x = 0:0.1:5.0
```

```
>> y=erf(x)
```

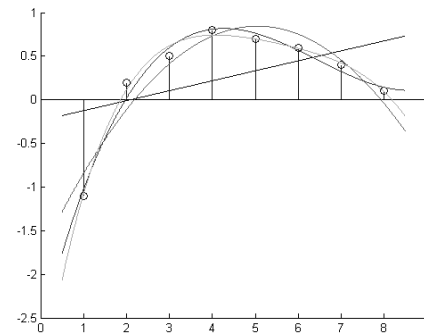
```
>>p=polyfit(x,y,6)
```

```
>>f=polyval(p,x)
```

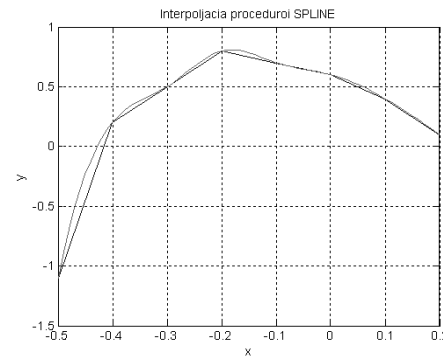
```
>>plot(x,y,'ob',x,f,'-g')
```

```
>>axis([0 5 0 2])
```

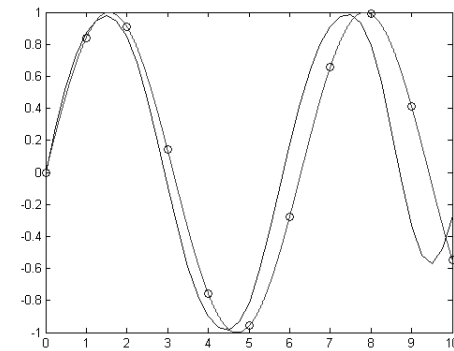
а)



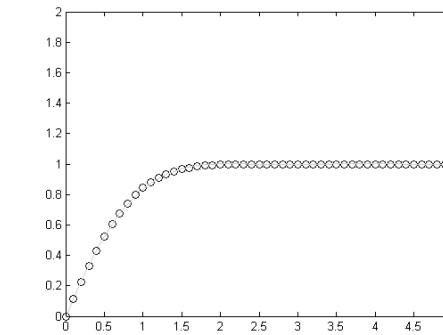
б)



в)



г)



ОПК-1

ИД-6 ОПК-1

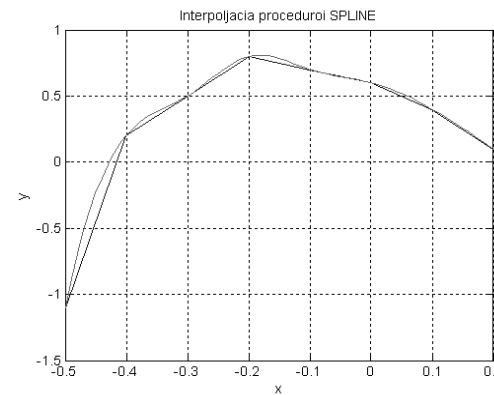
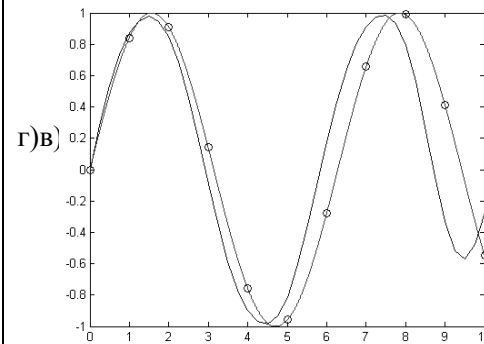
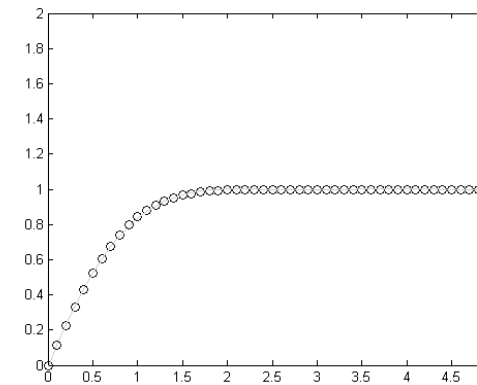
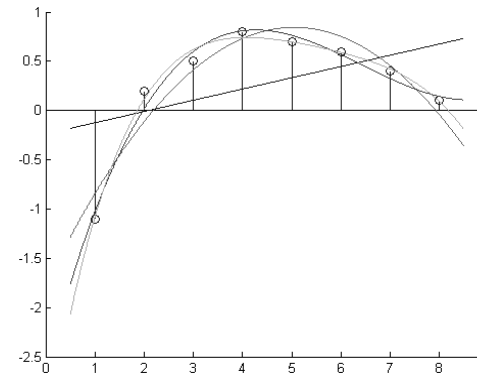
12

г)

Найдите соответствие между кодом и его графической интерпретацией в MatLab:

```
>>x =0:10
>>y=sin(x)
>>xp=0:0.25:10a
>>yp=interpft(y,41)
>>xt=0:0.001:10
>>yt=sin(xt)
>>plot(xt,yt,'r')
>>hold on
>>plot(x,y,'ob',xp,yp)
```

б)



ОПК-1

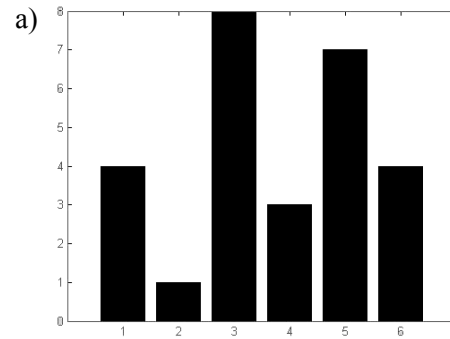
ИД-6 ОПК-1

13

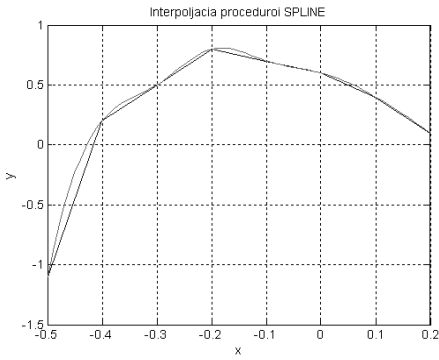
a)

Найдите соответствие между кодом и его графиком

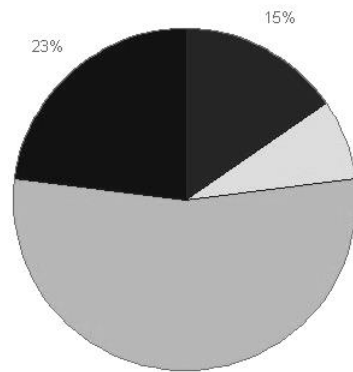
`>> x=[4 1 8 3 7 4]>> bar(x)`



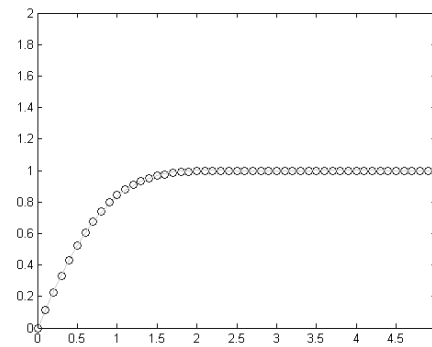
б)



в)



г)



ОПК-1

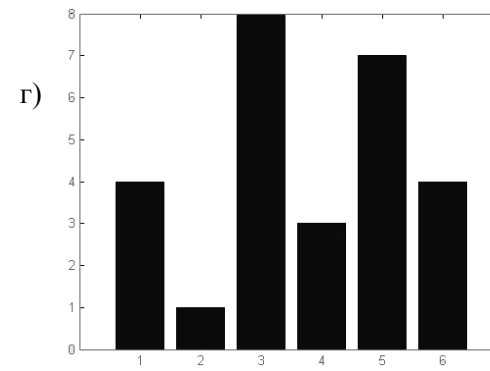
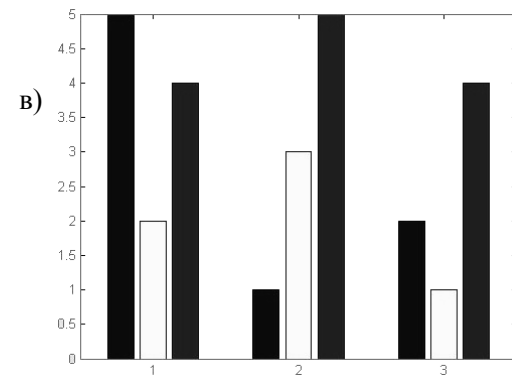
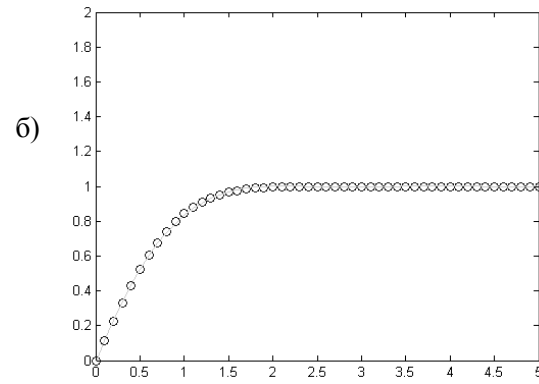
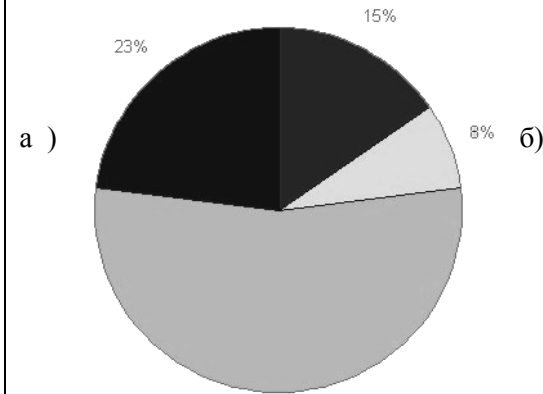
ИД-6 ОПК-1

14

в)

Найдите соответствие между кодом и его графической интерпретацией в MatLab:

```
>>A=[5 2 4; 1 3 5; 2 1 4];>>bar(A)
```



ОПК-1

ИД-6 ОПК-1

15	б)	<p>Система нормальных уравнений для квадратичной функции имеет вид:</p> <p>а)</p> $\left. \begin{aligned} \frac{\delta S}{\delta a} &= -2 \sum_{i=1}^n [y_i - (ax_i + b)] x_i = 0, \\ \frac{\delta S}{\delta b} &= -2 \sum_{i=1}^n [y_i - (ax_i + b)] = 0, \end{aligned} \right\}$ <p>б)</p> $\left. \begin{aligned} \frac{\delta S}{\delta a} &= \sum_{i=1}^n [y_i - (ax_i^2 + bx_i + c)] x_i^2 = 0, \\ \frac{\delta S}{\delta b} &= \sum_{i=1}^n [y_i - (ax_i^2 + bx_i + c)] x_i = 0, \\ \frac{\delta S}{\delta c} &= \sum_{i=1}^n [y_i - (ax_i^2 + bx_i + c)] = 0, \end{aligned} \right\}$ <p>в)</p> $S(a, b, c) = \sum_{i=1}^n [y_i - (ax_i^2 + bx_i + c)]^2$	ОПК-1	ИД-6 ОПК-1
16	несмещенность, состоятельность, эффективность	Какими свойствами обладают оценки, полученные по методу наименьших квадратов?	ОПК-1	ИД-6 ОПК-1
17	г)	<p>Модель тренда Гомперца:</p> <p>а) <math>tr_t = b_0 + b_1 t + b_2 t^2 + \dots + b_n t^n</math> ;</p>	ОПК-1	ИД-6 ОПК-1

		б) $tr_t = e^{b_0 + b_1 t}$ ; в) $tr_t = \frac{a}{1 + b \cdot e^{-ct}}$ ; г) $\log(tr_t) = a - b \cdot r^t$ , $0 < r < 1$ .		
18	в), г)	Какой тип линии тренда неприменим для данных, которые содержат нулевые или отрицательные значения? а) логарифмическая б) полиномиальная в) степенная г) экспоненциальная	ОПК-1	<b>ИД-6</b> ОПК-1
19	а)	Укажите типы скользящей средней, при вычислении которых задается фиксированный интервал расчета: а) простая и взвешенная; б) простая и экспоненциальная; в) взвешенная и экспоненциальная; г) простая, взвешенная и экспоненциальная.	ОПК-1	<b>ИД-6</b> ОПК-1
20	б), в)	Какой тип скользящей средней придает больший вес последним данным? а) простая б) взвешенная в) экспоненциальная	ОПК-1	<b>ИД-6</b> ОПК-1