

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ФИЗИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
Методические указания по выполнению лабораторных работ

Направление подготовки 03.04.02 Физика
Направленность (профиль)
«Биофизика и медицинская инженерия»

Квалификация выпускника: магистр

Ставрополь 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.

.....

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

.....

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность учебной дисциплины «Специальные методы обработки физической информации» обусловлена необходимостью формирования у будущих специалистов общепрофессиональных компетенций, практических умений на которых базируется профессиональная деятельность в физике. В современных условиях важнейшим элементом подготовки бакалавров в области физики является формирование у них самостоятельности и культуры научного мышления, способности вести научную и профессиональную деятельность, навыков постановки целей, задач при решении проблемных ситуаций.

Целью лабораторных занятий является формирование профессиональных компетенций магистра по направлению 03.04.02 Физика, связанных с освоением методов обработки данных физического эксперимента с использованием программ компьютерной математики.

Основные задачи дисциплины:

- сообщение знаний о современных методах статистической обработки экспериментальных данных и их реализации на ЭВМ;
- освоение методов и алгоритмов практической реализации изучаемых методов обработки экспериментальных данных;
- совершенствование умений программирования алгоритмов обработки данных;
- развитие умений анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований.
- воспитание трудолюбия и настойчивости в достижении поставленной цели при решении задач математической статистики;
- воспитание внимательности в процессе обработки и анализа случайных величин.

В результате изучения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции (в соответствии с образовательным стандартом):

ИД-1_{УК-4} Формирует и отстаивает собственные суждения и научные позиции, в том числе на иностранном(ых) языке(ах)

ИД-2_{УК-4}Использует русский и иностранный языки как средство делового общения, четко и ясно излагает проблемы и решения, аргументирует выводы

ИД-1_{ОПК-2} Проектирует методики прогноза развития атмосферных процессов различных масштабов

ИД-1_{ОПК-3} Моделирует существующие технологии и методики прогноза и управляет качеством готового продукта

ИД-2_{ОПК-3} Эффективно организывает и управляет работой первичного трудового коллектива

ИД-1_{ПК-1}Использует знания физики конденсированного состояния вещества для решения профессиональных задач.

ИД-1_{ПК-2}Разрабатывает и совершенствует методики расчетов параметров вещества с целью повышения их конкурентоспособности

Цель данного практикума – описание последовательности, основного содержания, методики выполнения практических занятий по учебному курсу и (или) самостоятельной подготовки к ним. Занятия проводятся в форме практических.

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Целью курса является освоение студентами методов обработки данных физического эксперимента с использованием программ компьютерной математики.

В процессе преподавания дисциплины ставятся следующие **задачи**:

- сообщение знаний о современных методах статистической обработки экспериментальных данных и их реализации на ЭВМ;
- освоение методов и алгоритмов практической реализации изучаемых методов обработки экспериментальных данных;
- совершенствование умений программирования алгоритмов обработки данных;
- развитие умений анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований.
- воспитание трудолюбия и настойчивости в достижении поставленной цели при решении задач математической статистики;
- воспитание внимательности в процессе обработки и анализа случайных величин.

1. Место дисциплины в структуре ОП магистратуры Дисциплина относится к циклу обязательных дисциплин. Ее освоение происходит в 8 семестре

3. Связь с предшествующими дисциплинами

Для изучения данной дисциплины необходимо освоение следующих дисциплин как предшествующее: Практическая физика; Практикум на ЭВМ; Вычислительная физика (практикум на ЭВМ); Теория вероятностей и математическая статистика;

4. Связь с последующими дисциплинами

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для изучения следующих дисциплин: Спецпрактикум; Научно-исследовательская практика.

5. В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

ЗНАТЬ	– основные свойства и законы случайных величин случайных; – правила анализа и обработки экспериментальных погрешностей; – алгоритмы реализации анализа экспериментальных данных на ЭВМ;
УМЕТЬ	– выполнять основные виды вычислений в среде MATLAB; – работать со случайными величинами: вычислять их основные характеристики; – находить зависимости случайных величин, аппроксимировать, интерполировать и экстраполировать численные зависимости; – находить корреляционные зависимости;
ВЛАДЕТЬ	– различными видами численного анализа средствами системы MATLAB.

6. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет:

100 академических часов, из них:

52 академических часов – аудиторные занятия, 48

академических часов – самостоятельная работа.

1	ᄃᄃᄃᄃ ᄃ ᄃ . ᄃ ᄃᄃ ᄃᄃᄃᄃ ᄃ ᄃ -	
	ᄃ	4
1.1	ᄃ ᄃᄃ ᄃ ᄃᄃᄃ ᄃ ᄃ	4
1.2	ᄃᄃ ᄃ ᄃ ᄃᄃᄃᄃᄃᄃ	8
1.3	ᄃ ᄃ ᄃ ᄃ ᄃ ᄃ ᄃ ᄃ ᄃ	
	12	
1.4	ᄃ ᄃ ᄃ ᄃᄃ	13
2	ᄃ ᄃᄃ ᄃᄃᄃᄃ ᄃᄃ. ᄃᄃ ᄃ ᄃᄃᄃ ᄃ ᄃᄃ ᄃᄃ	
	ᄃ ᄃ ᄃᄃ	14
2.1	ᄃ ᄃᄃ ᄃ ᄃᄃᄃ ᄃ ᄃ	14
2.2	ᄃᄃ ᄃ ᄃ ᄃᄃᄃᄃᄃᄃ	19
2.3	ᄃ ᄃ ᄃ ᄃ ᄃ ᄃ ᄃ ᄃ ᄃ	
	22	
2.4	ᄃ ᄃ ᄃ ᄃᄃ	24
3	ᄃ ᄃ 25	
3.1	ᄃ ᄃᄃ ᄃ ᄃᄃᄃ ᄃ ᄃ	25
3.2	ᄃᄃ ᄃ ᄃ ᄃᄃᄃᄃᄃᄃ	27
3.3	ᄃ ᄃ ᄃ ᄃ ᄃ ᄃ ᄃ ᄃ ᄃ	
	34	
3.4	ᄃ ᄃ ᄃ ᄃᄃ	35
4	ᄃᄃ ᄃᄃ ᄃᄃ ᄃᄃ. ᄃ ᄃ. ᄃᄃ -	
	ᄃ ᄃ ᄃ ᄃ	37
4.1	ᄃ ᄃᄃ ᄃ ᄃᄃᄃ ᄃ ᄃ	37
4.2	ᄃᄃ ᄃ ᄃ ᄃᄃᄃᄃᄃᄃ	40
4.3	ᄃ ᄃ ᄃ ᄃ ᄃ ᄃ ᄃ ᄃ ᄃ	
	47	
4.4	ᄃ ᄃ ᄃ ᄃᄃ	48
5	ᄃᄃ ᄃ. ᄃ ᄃᄃ - ᄃᄃ 50	
5.1	ᄃ ᄃᄃ ᄃ ᄃᄃᄃ ᄃ ᄃ	50
5.2	ᄃᄃ ᄃ ᄃ ᄃᄃᄃᄃᄃᄃ	54
5.3	ᄃ ᄃ ᄃ ᄃ ᄃ ᄃ ᄃ ᄃ ᄃ	
	61	
5.4	ᄃ ᄃ ᄃ ᄃᄃ	62

1 tæ tE t æ . ɔ Ø β ɔt t β t æ ɔ t

$$\varphi(x) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{P(x < X < x + \Delta x)}{\Delta x} = \frac{dP}{dx}.$$

$$\text{æ} \quad \text{t} \quad \text{t} \emptyset X \quad \text{t} \quad \text{°} (x_1, x_2) \text{ } \beta \text{ tæ}^\text{°} \text{t} \text{ }^\text{°} :$$

$$P(x_1 < X < x_2) = \int_{x_1}^{x_2} \varphi(x) dx.$$

$$x \in X, x \notin \emptyset \implies x \in B \implies x \in A \implies x \in C \implies x \in D \implies x \in E \implies x \in F(x) \equiv P(X \subseteq X) =$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} \varphi(x) dx$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} \varphi(x) dx = 1.$$

$$\sim \text{æ}^{\circ} \emptyset \beta \text{ }^{\circ} \text{t} \text{ } \text{t} \beta \text{ } X \text{ } \text{t} \text{ } Y \beta \text{ } \text{æ} \text{ } \text{tæ} \text{ } \text{t} \beta \text{ } \text{t}, \text{æ}^{\circ} \text{t} \text{ } \text{æ} \text{ }^{\circ} \text{t} \text{ }^{\circ} \text{t} \text{ } \text{æ} \text{ } \text{Æ} \beta \text{ } \text{t} \emptyset \text{ } x_n \text{ } \text{t} \text{ } \text{t} \text{ } \text{t} \text{ } \text{æ} \text{ } \text{t} \text{ } \text{t} \beta \text{ } \text{æ} \text{ }^{\circ} \text{æ} \text{ } \text{Æ} \beta \text{ } \text{t} \text{ } y_n.$$

$$\frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X - \bar{X})^2 \sum (Y - \bar{Y})^2}} = \frac{\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}}{\sqrt{(\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n})(\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n})}} = \frac{\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}}{\sqrt{(\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n})(\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n})}}$$

$\emptyset$

[illegible]

7

Signal Power / Noise Power (SNR):

$$SNR = \frac{P_{\text{signal}}}{P_{\text{noise}}} = \frac{A_{\text{signal}}^2}{A_{\text{noise}}^2}$$

where P is power and A is amplitude. SNR is a dimensionless ratio.

$$SNR(\text{dB}) = 10 \lg \left(\frac{P_{\text{signal}}}{P_{\text{noise}}} \right) = 20 \lg \left(\frac{A_{\text{signal}}}{A_{\text{noise}}} \right)$$

For example, if $SNR = 20$ dB, then $\frac{A_{\text{signal}}}{A_{\text{noise}}} = 10$.

1.2 Signal Processing with MATLAB

Let's consider a signal $x(t) = \cos(2\pi f t)$ with frequency $f = 10.5$ Hz. We will process this signal using MATLAB. The signal is sampled at a rate of 100 Hz, resulting in a discrete-time signal $x[n]$. The sampling period is $T_s = 0.01$ s. The signal is then processed by a filter with transfer function $H(z)$. The output signal $y[n]$ is plotted against time nT_s .

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

The matrix A represents the system dynamics.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

1 tæ tCE t æ . ° Ø ß °t t ß t æ ° t

tæ æt CEæ Ø ætæ Ø øt.

CE t æ æ CE Ø rand. CE æ t æ ° ß æ° Ø ß tæ° t t [0,1]. Ø CE -æ CE
t æ æ° Ø ßt tæ ° CE Ø a=rand(1,100);. " Æß Ø tæ CE
CE CE æ Ø, t ß (æ Æ ° Æ ° t t t ææ t)
°t ° . ° Ø x=rand(100,100) æ ææ t
t 100 × 100 æ° Ø ßt tæ °. ° æt æ Æ CE x=rand(100).
~° Æ t æ tCE Matlab æ CE plot. "æ°t Ø
t æ , Æ æ t X ° , Y æ t .
"æ°t æ t ææ t ß t CE Ø °t ß, ßØ tæ ° æ CE CE
t æ t X, Ø Y. " æ Ø æ tCE plot(a). Æ t°tæ , a ææ t æ t æ° Ø ßt tæ °?
° mean(a) æ t t æCE t Ø a æ °Æ . ' ß æ CE ß CE , CE CE t
æ °Æ ß t tæ t ææ t a. " Ø t æ t æ æ CE . Æ t æ tCE æ t t t t æ CE Ø

plot([1:100], a, [1:100], mean(a))

"æ°t CE t t æ tCE æ t X æ (CE CE ß Ø æ°), CE t tæ :

plot([1:100],[a; mean(a)])

(CE plot, æ°t Ø CE æ æ t , t Æ ß t t æ tCE t CE tØ, æ æ øt t CE Ø æ CE t ß).
CE t normpdf(X,x,s) ° æ t æ tCE ° æ -
° t , æ æ øtØ CE CE t X, ° t æCE æ t t x t æ æ CE t æ CE° t s. " Æ t

x=[-70:30]; y=normpdf(x,-20,20);

plot(x,y). " æ tCE ß t t ° æ æ t ° æ ° Ø æ° Ø Ø °t t ß æ t æCE t t t -20 t æ
CE t ß CE° t 20.

1.2 ~ t B CE t æCEt, tØ

a t æt æ t o BØ æt a o æ CE [0,2π] CE t

x=[0:pi/50:2*pi]; y=sin(x);

Æ t CE æt a o a ææ Æ BØ t æ o t Ø 10 æt o
o t B æt a o :

y1=awgn(y,10,'measured'); plot(x, [y; y1])

tØ (measured) Æ o , .CE. Æ a ææ Æ o t t
Æ æCE o CE t B (Ø æ æt a o Æ æ t æ Ø 0), t æt æ t æ o t Ø 10.

~o a t t æt æ t o a æt a o $y_0 = A \sin(2\pi t/T)$ æ o t Ø
o t Ø CE $y_1 = f(t)$ Æ t t t CE t t: $y = y_0 \cdot y_1$. ~ o t æt æ t æ t $\pi/5$ t o Æ B æt a o æ t 10 t
o $x \in [0, 20]$. ~o a t t t o B t æ o æ CE t sawtooth. æ o t Ø t a (CE x), t Æ
 2π , æt a o Æ t æ t o [-1,1]. Æ B æ Ø t
CE æt, $a \cdot 2\pi$, Æ t t CE : $y = \text{sawtooth}(x, a)$. CE t Æ, Æ B o t t o t æ t o æt a o [0,1] t t 10, Æ t t
CE $y_1 = 0.5 + \text{sawtooth}(x \cdot 2 \cdot \pi / 10) / 2$; . o o , o t t æt a o CE Ø

$y = \sin(x \cdot 10) \cdot (0.5 + \text{sawtooth}(x \cdot \pi / 5) / 2)$;

(Æ CE CE t CE t t, t -
o t t ÆCE , .CE. Matlab B æ t CE æ CE t).

l t æt æ t B, æ t B t t t B: $x = [0:0.05:20]$; $y = \sin(x)$; $y_1 = \sin(x+3)$; . Æ o t, æCE o CE t t æ t
BØ æt a o æt o a . ~o a æ o æ CE o t -
Ø CE t Ø. t t $\text{Corr} = \text{xcorr}(y, y_1)$. o t CE t æ o t Æ o t t t t, t æ t, .CE. o æ æ o o a æ t a Ø CE
t t æt o Ø. ~ -

æ t a t CE CE Ø $\text{plot}([-20:0.05:20], \text{Corr})$. æ o t t æ
CE t Ø o t t t, Æ o t Ø t Ø CE o CE æt æ æ æ t a Ø CE t t æt o a Ø. t æ o æt a o
Æ B o t t æCE t, t æ t a o t t B, B t Ø o t t t, t CE t ÆCE, CE o t. Æ t t t B æ t.
t æ t CE t æ . o Ø B o t t B t æ o t

1.3 t o æ æ o a B o t

1. " Ø t æ, æ, t t t æ t

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 6 & 5 & 4 \\ 9 & 8 & 7 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 9 & 8 & 7 \\ 5 & 3 & 1 \\ 0 & 2 & 6 \end{pmatrix}.$$

- "Ø t ø t ø t t æ i ß i t ø t t t i æ t (CE det(A)).
2. "Ø t t ø æ, t æ t æ CE ø æ t t Ø CE a = (2,5,7) t b = (11,13,17). CE ø t t Ø t æ æ AE t: t CE t t ø t CE t t dot(a,b). "Ø t CE t t a × b t ø t CE t t cross(a,b).
3. ˇ æ Ø æ t CE ø æ ø t t ø [0,100] æ - t æ CE t t 50 t t æ æ t Ø 100.
4. ˇ ø t æ t æ ø æ ø t Ø ø t Ø (t t). ~ AE CE æ æ AE ø ß Ø t æ SNR 100, 50, 10 t 1`. ˇ æ Ø ø æ t CE t æ i ø ß i æ t æ ø. ø t æ ø CE CE Ø-ø t AE ß t æ t æ ø t SNR=1? ° CE ß, ø t æ æ t t æ t æ i ß Ø æ t æ ø?
5. ~ ø ø æ t æ ø Ø t æ ø ø t i CE t æ t CE t: t æ CE t t (mean), æ CE t CE ø t (std), t - (median) t (mode). "Ø t ø æ t ß ø t t ß ø æ t t ø ß t t æ t ø ß æ t æ ø. t ø ß - ø t t ß æ t æ CE t t.
6. ˇ ß Ø æ ø t æ t æ i æ t æ t (t t) t t ø - t t:
- ø CE Ø æ æ t æ ø/t 1 `;
 - AE t i æ SNR=1 `;
 - Ø æ SNR=0.1`; • AE t i æ SNR=0.1`.
- ˇ æ Ø t t æ t æ ø æ SNR=0.1`. ø t ø t æ t - ? ø t ø t t æ t æ ø ? CE ø t Ø CE t t æ

1.4 ° ø ß æ ß

1.4 ° ø ß æ ß

1. ß æ ø Ø ø t t Ø? ' æ ? ˇ ø æ æ t? ' ø t t ß ß i t t æ CE ß i æ ø Ø ß i ø t t ?
2. CE CE t æ ø t æ t? ~ ø æ t æ ø æ t CE CE t t æ ø t ?
3. ~ Ø ø t t ß, ß, t æ CE æ t t, t æ æ t t t æ CE t æ CE ø t.
4. ø t æ t ß t æ t t æ CE t t æ CE t t ? ° CE Ø CE t æ ß æ i æ t i ø t t ?

-
5. $\beta \circ \beta \text{ t}, \circ \beta \text{ t t?} \circ \beta \emptyset^a \text{ CE?}$
 6. $^\circ \text{CEt} \quad \text{æ} \quad \beta \quad \text{æ} \quad \circ \quad \text{t} \quad \text{æ}^\circ \quad \emptyset \beta \text{ t} \quad \text{t} \quad \beta \quad ?^\circ \text{CE æ-}$
 $\circ \text{t t æ} \text{Æ}^\circ \text{t æ t t æCEt} \text{Æ}^\circ \beta \text{ t æ}^\circ \emptyset \beta \text{ t} \text{t?}$
 7. $\sim^\circ \quad \text{a} \quad \text{tæ} \quad \circ \quad \text{æ} \quad \text{CEt}, \quad \circ \text{æ?}$
 8. $\text{CE} \quad \text{CE} \quad \text{t} \quad \text{t}, \text{CE} \quad \text{t?} \sim^\circ \quad \text{a} \quad \text{t} \quad \text{æ} \quad \text{CE} \quad \text{t t}$
 $\text{CE} \quad \circ \quad \text{t t CE} \quad \text{t} \quad \text{t} \quad \circ \quad \text{æ} \quad \text{a} \quad \text{t} \quad \text{æCE} \quad \text{tæ} \quad \text{æ t} \emptyset \text{æ}^\circ -$
 $\emptyset \beta \text{ t} \quad \text{t?}$
 9. $\sim^\circ \text{a} \quad \text{t tææ}^\circ \quad \text{t t CE t?} \quad \text{tæ t}^\circ \quad \circ \quad \text{t} \quad \text{æ CE} \quad \circ \quad \text{t}$
 10. $\sim \emptyset \quad \circ \quad \text{t} \quad \text{Æ}^\circ \text{a} \text{ t t} \quad ? \quad \text{.}^\sim \quad \text{t} \quad \text{CE}^\circ \quad \text{t} \quad \text{æ} \emptyset \text{æ}$
 11. $^\circ \text{CE} \quad \text{t} \quad \text{CE} \quad \text{tæ t CE} \quad \text{tæ} \beta \quad \text{tæ} \quad \text{æ t}^\circ \text{?} \text{Æ}^\circ \text{æ t} \quad , \quad \text{a} \quad -$
 $\text{tæ t} \quad \text{CE} \quad \text{t t} \quad \text{t} \quad \text{æ t CE}^\circ \quad \emptyset \text{ t} \quad \text{CE} \quad \text{tæ t CE t} \quad \circ^\circ \quad \text{t} \quad \text{t} \quad \text{æCE} \emptyset$
 .
 12. $\sim \emptyset \quad \circ \quad \text{t æCE}^\circ \quad \text{a}, \text{CE} \quad \text{a t} \quad \text{a} \quad \text{t} \quad \text{t} \quad \text{t} \quad \text{t}$
 $\text{CE} \quad \text{.}^\circ \text{CE} \quad \text{MatLab} \quad \text{tæ} \quad \text{æ} \quad \text{t} \quad \text{t t?}$

16 °C - 9 . ., 2008

$$\begin{array}{ccccc} Y & & Y & Y & Y & X \\ (a_i \pm \Delta a_i) = & a_i & (1 \pm \delta a_i) \approx & a_i(1 \pm & \delta a_i), \\ & & & & \\ & & & & \\ i \in \{1, \dots, n\} & a[1 \pm \delta a] \approx a(1 \pm n\delta a). \end{array}$$

3. 'æ° ßi CE t i t $y = f(x_1, \dots, x_n)$ t æ tæ, æ° tæ tÆ°t t :

$$\delta y \approx \frac{dy}{y} = \frac{df(x_1, \dots, x_n)}{f(x_1, \dots, x_n)}, \quad (2.1)$$

CE æ° t $dx_{iX_i} = \delta X_i$ æt ° æ t æ t t ß x_i , $dx_i = \Delta x_i$ ææ° æ t æ. 'ææ° ß, tCE øt t æ° (2.1) Æi t æ t Ææ° ø t t .

æ t t øt æ t t æCEt øt t ß t øt ø tæ t æ. t ß CE ø tæ t æ t æ t æCEt, øtÆ øt t æCEt. ^ t æCE CE° ææ° ø° t. " æ tCE t

CE ææ t t ßi øt t. 'CE æ CE ø CEt æ t ææ° tCE ææ t, ææ øt t æ t æ t ßi øt t. ~° CE t t æCE, Æß æ t ææ° tCEt. ~æøt t t æ ø øÆ° æ

t t CE CE øt æCE t ø, t t CEt ææ° æ t æCEt (..Æ°, ææ° æ° ßi t øt ø), tæ t æ t t CE CE øt-

ø. " CE t t CE° ° ø øt CEt æ t t ß ° æ ß tæ t æ t $X = AY + B$.

t t tÆ° ææ ßi t æ tæ t æCE øÆÆ CEt CEæ t ° ßi ßi, æ øtæ CE øt ß CE t ° ß tæ t æ t t æCEt øt t ææ° æ t t t CE. 'æ ø æ øt ø t t CE øt ø ø tæ t æ t $y = ax + b$ t ° t æ ß CEt, a t b, CE t t æ t.

æ n ßi t t øt t x t y. 'CEæ t ° ß Æi t ø t CEt a t b, CE CEt t tæ æ t ø σ_a^2 n σ_b^2 . '° t, t x_i t æ ßÆ° t æ ø,

øt t ß y_i æ° ß° æt ° øt t ß y_i æ t CE ß t tæ æ t t σ_y^2 . t æCEt t t y_i ° ß t $\overline{y_i} = ax_i + b$.

B P_2 æ° CE t t ø t t t æ ß CE CE° t $Y =$

$(y_i - \overline{y_i})$ ° ææÆ° t ø æ t øt t ß a t b. t t t t Y t t æÆ t ß, ..Æi t, Æß ß° øtæ æ : $\frac{\partial Y}{\partial a} = 0$ n $\frac{\partial Y}{\partial b} = 0$. t æ° tÆæ tæ

t ø, t CE ßi t i æ tæCE ß t æ ß øt t ß:

CE, β o t o t æ æ t y_1 , æ CE | CE æ æ t o β t β æ t æ æ t æ o . Æ t t æ æ t æ CE t CE $\emptyset$ plot(x,y1).
 t t o æ æ t æ o CE $\emptyset$ plot(y,y1). æ o t Æ β æ t æ o β y_1 æ o t æ y, β t o t Æ β CE æ
 CE t t CE o 1. o t o $\emptyset$ t æ β CE æ
 CE, Æ o t t o æ æ t æ o .
 æ æ o t æ t æ t æ t t t $\emptyset$ Æ æ t -
 Æ β æ t æ o t $\emptyset$ t t t :
 y_mean = mean(y1); y_med =
 median(y1);
 plot(x,[y;y_mean;y_med])

CE t t , Æ æ æ o β t æ t æ o t t t CE β o t t β t o Æ o t CE t CE o $\emptyset$ CE t t (æ Æ æ CE | æ Æ o t $\emptyset$
 o t $\emptyset$ æ t æ o). CE , CE CE β t t æ o æ t t , æ o t CE æ t æ -
 o Æ o t t æ o / t , t t o t Æ Æ æ CE t t o t t æ t t æ CE .
 æ t , β t o t $\emptyset$ t æ t æ $y = ax + b$, -
 Æ o t t $y(x)$. æ o t t t t t CE -
 CE t t o t $\emptyset$ $\emptyset$ (CE β æ t t æ $\emptyset$) t æ t æ t æ o t
 CE t polyfit(x,y,n). æ t t æ : x CE æ , y CE CE t t , n æ CE æ t t $\emptyset$ æ o t . æ o t æ o æ o æ Æ $\emptyset$ CE
 CE t t (t æ
 æ t $\emptyset$ æ t). æ o t CE t β CE CE [p,S] = polyfit(x,y,n), CE p Æ æ CE t t
 β , æ CE S Æ æ æ CE t β , CE CE æ t æ Æ β (df) t CE o
 t $\emptyset$ β CE æ t t $\emptyset$ CE t $\emptyset$ (normr). æ æ o t o $\emptyset$ t æ t
 æ t t æ o æ CE t polyval(p,x), æ p o β CE t $\emptyset$ polyfit CE
 CE t t , x CE æ . CE t CE t $\emptyset$ CE æ æ o $\emptyset$ CE t t . t [y, delta] = polyval(p,x,S) CE t $\emptyset$ æ æ t æ t æ $\emptyset$
 (.. CE $\emptyset$ CE æ æ o β t CE t t æ t t $y = y \pm \text{delta}$, .. t Æ æ o
 æ t æ æ æ o t t t $\emptyset$ CE β mean(delta).
 æ $\emptyset$ CE t t β o $\emptyset$ t æ t æ t . æ $y = 7.15x + 4.22$.
 æ t CE , æ æ $\emptyset$ æ t t CE t t :

$x = [0:100]; y = 7.15*x + 4.22;$

t t æ t æ o o o t Æ æ CE y_i :

$y_1 = \text{awgn}(y,10,'measured');$

Æ t CE Æ : plot(x,y,x,y1,'.') (t æ ' . ' ,
 æ t CE Æ Æ æ CE t). CE t t , Æ æ β t æ -
 o t CE . o t CE t t CE o t t : corrcoef(x,y1).
 Æ o t CE CE t t , æ o o , β β æ o t CE t t β o t $\emptyset$ t æ t æ t t æ æ t CE t :

```

2      t      tt      æCEt t      tØ.      tæ      t      æCEt t æº      Ø ß      º      t      æ t
[p,S] = polyfit(x,y1,1);          % CE      tt      ß a t b
[y2, delta] = polyval(p,x,S);      % ææ      º      ßØ      CE
      2.2      ~ t      ß      CE t      æCEt      tØ

      plot(x,y1,'.',x,[y;y2])      % æ      t º      tCE,      º      ßØ -      t
      mean(delta)                    %      AEæ º      tAECE
      mean(delta)/mean(y)            %      æt      º      tAECE

```

Ø t tÆºt t t t t CE t æt æ æ AE . ~ æ Y CE æ ºAE tØ CE t t, $A = (a,b)^{Tr}$ CE æ ºAE CE t t º t . º æº t $y_i = ax_i + b$ æ t t t º t t Y = XA. ' Ø æ ºAE t ß XºtCE æ æ t t t t, t æ æº º æ -

tØ x_i . ' æº t CE t t æ t æ CE t t ætæ -
 ßºt Ø ß tØ $y_i = ax_i + b$, Ø t t º CE . CE
 t t t æ t Øt t tº æ º tº º t :
 $X \backslash Y$. — t ß ØtØ t CE t æ æ AE .

```

X = [x' ones(size(x'))]; % æ      t      º
      % ( .CE. x t y1 - æ      CEt,      æt      t)
A = X \ y1'      %      t CE t t ß
      % t      AE      t t CE
CE t ones æ      t æ t t ß t º      t      , æ      -
æ Øt      t º      (tºt CE æ t t ß t º      t, æºt
º      t ). CE t size      Ø CE , CE ßØ º CE º
æ æ CEºt æ º      º      Ø      æ t ( CE -
ºt æ º      CE      æ t t ß º      ). 'æ ,
æº      CE % Matlab tº      t      , æ t CE      t .
~ º ß t º ß AE ß ß Ø ß ß Øt æ æ AE . º CE ß t t º , CE Ø æ æ AE t CE Ø CEæ t t t º CE º t
t º ß t, t º æ t t æ t
CE tØ.

```

```

| ~      AE æ      CE      t      tæ t æ t      CEæ t t      -
      t t t CE . ~ æ tæ t æ CE [0,100] t t  $y = 2.4x^2 - 0.87x + 2.13$ . t æ æ Øt ææ t ß ß t, AE
t t æ SNR=20 ` t AE t AE æ tº º º tCE : x=[1:100];
y=2.4*x.^2-0.87*x+2.13; y1=awgn(y,20,'measured');
plot(x,[y;y1]);

      æ t CE CE t t CEæ t t t Ø æ t ææ t CE t t AE t º tCE :
[p, S] = polyfit(x, y1, 2); [y2, DELTA] =
polyval(p, x, S); plot(x,[y1;y2]);

```

[illegible]

[illegible]

$$A \vdash B \text{ a } \vdash C : X =$$

^v '-', a tce æ t æ t ß ø ɔt t t (a æ t); 'o' ß a tce, ce ce t æ æ -
ce ce t.

1. " $t \in [0:0.05:20]$ $\emptyset \in t$ $y = \sin(x)$. $\emptyset$ t $\text{ææ}t : 10, 100$ t 1000 $t \in \beta_l \in t \emptyset \in t$ y æ $\text{SNR} = -10$

a tCE oŁæ æ ° æ CE t Ø subplot(abc), a a CE oŁ æ a tCE tCE oŁ, b CE oŁ æ a tCE a t oŁ, c CE Ø a a tCE . " t , Æß æ t t

21

[illegible] $(a = 5.1, b = 3.4).$

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y	-0.68	8.41	-23.0	-37.2	-73.2	-39.7	9.14	21.0	7.97	-72.5

 $(a = 7.72, b = 14.8).$ [illegible]

5. $\begin{matrix} \circ & \text{æ} & \\ \beta & \emptyset & \end{matrix}$ $\begin{matrix} \emptyset & \text{t} & \\ \text{æ æ} & \circ & \end{matrix}$ $\begin{matrix} \text{Œ æ} & \text{t} & \\ \text{t t} & \text{o t} & \end{matrix}$ $\begin{matrix} \beta & \text{t} & \\ \text{Œ} & , & \end{matrix}$ $\begin{matrix} \text{t æ} & \beta & \\ \beta & \emptyset & \end{matrix}$ $\begin{matrix} \text{Œ} & \circ & \\ \text{Æ} & \text{t} & \end{matrix}$ $\begin{matrix} \text{æ} & & \end{matrix}$

$\varphi \in [0, 2\pi]$, $\omega = 74^\circ$. The parameters are $a = 361$, $b = 117$, $c = 92$.

2.4 ° 9 ß æß

[illegible]

2. ° CE t t B a t æ Ø B ? CE CE° ææ æ t tÆ ?
3. CE° æÆ t ° BØ t °? CE t ° æ ?
4. ~° a æ CE t t B ?
5. ° CE °t CE °t æ Øt t a t æ t t tæ t °t t ?
 °t æ 2000 t tØ CE Ø
 °t t B tæ t t $x = 1.592 \pm 0.002$? $x = (2.6423 \pm 0.5) \cdot 10^{10}$? $x = 110 \pm 4$?
6. " t t° ° B tæ° t a t æ t ° CE æ B t tØ, t Ø a æ t t æCE tæ t æ . ° CE B tæ°t a t æ °
 CE æ B t tØ, t Ø a
 æ° tæ t æ ? ' æÆ æ CE ° Ø t CE æ t ° Ø CE tØ, CE æ t ° CE t t tÆ ° t æ t ° æ CE a t æ t a ?
7. ~ Ø ° t tÆ° æ t t t t t CE . ~° a t æ CE æ t t B t?
8. ° CE t CE t t tÆ° t Ø æ t Æ B ° CE æ t t t?
9. ° CE t æ æÆ °t Ø Ø CE æ t t æ Ø æ MatLab?
10. ° CE MatLab B °t CE æ t t æ° B t CE t ° B t
 tæ t æ Ø?

3 t CE

3.1 ° CE t t æCE t æ t

~° B tæ° t æ t t æ° Ø Ø °t t B, t Ø Ø° æ° t, BØ t ° $[a, b]$, tæ° æ CE t t, ° æ . ' æ a, æ° Ø °t t x ° t t ° $[x - \delta, x + \delta]$

$$P(|x - \bar{x}| < \delta) = 2\Phi(\delta/\sigma).$$

æ°t $\delta = 3\sigma$, æ t æ° Ø Ø °t t B BØ CE Æ 0.9973%. ~ a t t æ° t, °t 0.27% Æ° B t a æ-

° a æ a t °. B B t° tæ t a :
 æ°t æ° Ø °t t æ ° ° , Ææ° °t t
 CE° t t æCE a t t æ t a æ a CE t a CE°
 t.

æ° æ , æ° Ø °t t , ° Ø æ æ Ø
 Æ ° t a tæ° t tæ t B t æ° Ø B t °t t, t °
 æ ° t. CE CE ° t t æCE a t t ° æ a -
 B CE °t æ æ° Ø B t °t t (°t , , a t ° °t t . .), ° Æ Ø °t t æCE a t t t ° æ-
 ° t.

CE CE CE t t t t ° B t (t t æCE t t) æ° Ø B t °t t a -
 t t æ CE B (t Æ B Æ ° t t) CE °t æ t tØ, t æ-
 ° t Ø °t t B °t æ a ææ æ ° t.

[illegible]

ŁÆŒŁ æ Œ Œ æ Œ Ł.

| " - ə , ʔə ʔə æ ʔæ t (. . ʔə βɪ ʔə t) t
 t tt tt æʔə ∅ ʔə t β ə t ʔə β (ʔə t) tæə^o ,
 o o t ʔə ʔə ʔə ə t t t æʔə ə t t
 ∅ ʔə t β tæ o æ t ʔə .

" æ ø Ø ß Œ ȳ Ł ß x, æ ø æ x, Œ ,
 Ø æ Ł ° ß Œ Ł ° æ æ ø ß Ł. Œ Ł Ø ß -
 Œ æ Ł † Ø Ł æ æ Ł Ø. æ ° Ø ß Œ , æ ø æ
 Ł ȳ Ł Ł Œ ȳ æ Œ ° ß Œ Œ.

$D = \frac{n}{n-1} D_{\text{BIB}}$

æ ʔt (tʔt t ʔ β t ʔ) δ β ʔt
 ʔ t ʔ , ʔt æ ʔ ∅ æ t æ t ʔt t . æ ∅ æ γ β æ ʔt.

∴ $\frac{0}{t} \approx \frac{t}{t}$

$$P(|X - \mathfrak{x}| < \delta) = \gamma.$$

$${}^v t, {}^{\infty} t, {}^{\infty} t \setminus \emptyset, {}^{\infty} t \times {}^{\infty} t, \beta \mathbb{E} \sqrt{\langle x \rangle} \in {}^{\infty} t. \quad {}^{\infty} \langle x \rangle = a$$

$\sigma_{\langle x \rangle} = \sigma / n$, $a \in \sigma$ $\epsilon \in \text{CE}$ $\epsilon \in \text{CE}$ $\epsilon \in \text{CE}$

$\text{CE}^\circ \quad \epsilon \in \text{CE}^\circ \quad \emptyset \quad \emptyset \quad \epsilon \in \beta x.$ $\epsilon \in \text{CE}^\circ$ $\epsilon \in \text{CE}^\circ$ $\epsilon \in \text{CE}^\circ$

$$\text{q} \quad \text{t:} \quad \sqrt{\gamma} \equiv P(\langle x \rangle - \delta < a < \langle x \rangle + \delta) = 2\Phi(\delta n/\sigma).$$

CE, ø æ æ ð Ø AE ð Ø σ t æ . ' æ ð t t ð β Ø t ð t Ø t æ ð t . ' æ ð β æ ð t ð æ CE:

$$\gamma \equiv P(|\frac{\langle x \rangle - a}{S/\sqrt{n}}| < t_\gamma) = 2 \int_0^{t_\gamma} S(t, n) dt, \quad \delta = \frac{t_\gamma S}{\sqrt{n}}$$

$$S = \frac{D}{\beta_1 n \pm \gamma} \pm \frac{c}{\emptyset \pm \alpha} \pm \frac{CE}{\emptyset \pm 1} \pm t, \quad t_{\gamma}$$

"CE, CE tæ t^a t t Ø o t t β t t ø t t o^a t o . ˇ t a æ t t β Æ - æ <x>.

æ æ æ t a æ° t σ æ° ø ø ɔt t β x t -

It follows that $\gamma = P(|\sigma - S| < \delta)$ and

$$\gamma = \int_{\frac{\sqrt{n-1}}{1+\delta/S}}^{\frac{\sqrt{n-1}}{1-\delta/S}} R(\chi, n) d\chi \equiv \mathcal{X}(n, S).$$

$$\beta_{\text{tæ}} \beta_{\text{Æ}} \in S \text{ t } \emptyset \text{ æ t } \circ \emptyset \text{ Æ t } \circ S \text{ t } \emptyset \text{ } \gamma \text{ t } \text{ t } q = \delta/S, \circ \text{ t } \text{ tæ} \in \beta \emptyset \text{ t } \circ \beta \emptyset \text{ t } \circ.$$

~^o CEŁ æłıı CE łæ łCE æ ^o ł łæ ^o æ -
 , æ æ^o æ CE ^o ß Ł ^o ß ł ł æCEŁ ß
^o æ æ æ ^o ß Ł CE ł æ æ øŁı ^o ßı Ł ^o ßı ł
 æCEŁı.

3.2 ʊ ɓ œ ɫ æ œ ɫɪ ɫ∅

" $\emptyset \in \emptyset$ æ æ $\mathbb{E}$ æ $\mathbb{L}$, æ æ $\emptyset \emptyset \mathbb{L}$ æ⁰ $\emptyset \mathbb{L}$ | | ^a :

^			I		II		III	
ɫ	ɫ	Œ	1	3	2	4	3	6
æ	ɫ	Œ	11	34	22	28	31	14
œ	β	Œ	11 + 34 = 45		22 + 28 = 50		31 + 14 = 45	

$\tilde{z}$ $\bar{o}$ $\emptyset$ $\underline{a}$ β $\text{\ae}$ $t : \langle x_1 \rangle, \langle x_2 \rangle \vdash \langle x_3 \rangle :$

```
>> x1 = (11*1 + 34*3)/45 x1 =
```

2.5111

```
>> x2 = (22*2 + 28*4)/50 x2 =
```

3.1200

```
>> x3 = (31*3 + 14*6)/45 x3 =
```

3.9333

$\emptyset$ $\mathbb{A}\emptyset$ æ a ß æ t :

```
>> X = (x1*45 + x2*50 + x3*45)/(45 + 50 + 45)
```

$$X =$$

3.1857

œ, t æ æ œ ° t t æ æ t t ß, ° t t æ ° t ø æ t ø ° æ ß:

```
>> xi = [1 3 2 4 3 6];
```

```
>> ni = [11 34 22 28 31 14];
```

```
>> N = sum(ni)
```

$$N =$$

140

```
>> X = sum(xi.*ni/N)
```

```
X =
    3.1857

% 计算样本方差
D = sum((xi-X).^2)/N
D =
    1.5369
sigma=sqrt(D)
sigma =
    1.2397
```

```
>> D = sum(ni.*(xi-X).^2)/N
```

```
D =
    1.5369
sigma=sqrt(D)
sigma =
    1.2397
```

```
% 计算样本标准差
std(x)
std(x) =
    1.2397
```

x_i	31	28	34	26	35	30	34	32	40	20
n_i	20	12	10	5	7	20	12	19	4	2

```
% 计算样本均值
mean(x)
mean(x) =
    31.4144
```

```
>> x=[ 31 28 34 26 35 30 34 32 40 20];
>> n=[ 20 12 10 5 7 20 12 19 4 2];
```

```
% 计算样本方差
var(x,n)
var(x,n) =
    1.5369
```

```
>> X=sum(x.*n)/sum(n)
```

```
X =
    31.4144

>> sigma=sqrt(sum(n.*(x-X).^2)/sum(n))
sigma =
    1.2397
```

```
% 计算控制上下限
a=X-3*sigma
a =
    21.8470
```

```
>> b=X+3*sigma
```

```
b =
    45.9812
```

40.9818

[illegible]

tæ t t CE æ CE, t ø æ æ ° B æ t °, Æ t t B
 æ t ° t t CE° t t i. CE t Æ
 Æ B æ B t tæ t t CE CE, Æ t æ
 B.

t , o t o t t x = 40 æ t t . " Ø t
t ð t t o BØ t o t . ~o ð AEI t æ t
BØ CE newx, CE t o t t B x AE æ æ æ o CE , CE CE t t æ
-
:

```
>> for a = [1:length(n)] newx = [newx
ones(1,n(a)).*x(a)]; end
med = median(newx) med =
```

31

```
>> b=med+3*sigma
b =
```

```
39.4442
>> a=med-3*sigma
a =
22.5558
```

~ Øæ t °, t x = 40 BÆt æ t t ° a t °. ~ t a æ C E °, t Ø <x>, A E ° C E t æ t :

```
>> n(find(x>b))=0;
>> X=sum(x.*n)/sum(n)
X =
    31.3048
>> sigma=sqrt(sum(n.*(x-X).^2)/sum(n)) sigma =
    2.3345
>> a=X-3*sigma
a =
    24.3012
```

```
>> b=X+3*sigma
```

b =

38.3083

```
>> find(x>b) ans =
```

9 >>

```
find(x<a) ans =
```

10

“ $\mathbb{C}$, $\mathbb{C}$ $\mathbb{Z}$ $\mathbb{C}^0$ β $\mathbb{Z}$, $\mathbb{Z}$ $\mathbb{Z}$ $\mathbb{C}$ $\mathbb{Z}$ $\mathbb{Z}$ $\mathbb{Z}$, $\mathbb{Z}$ $\mathbb{Z}$, $\mathbb{Z}$ $\mathbb{Z}$.”

 x_i
$$= 31.3 \pm 2.3$$

1

 $\langle \chi \rangle$

α æ æ 95% t øt æ α t . ~ α a MATLAB æ ø æ CE
 t ttest. ' æ øt æ α t h=ttest(x) ø æ CE α t æt ß α
 æ α tt
 øt t ß x æ t æCEt t t x=0. ~ CE æ α :1.
 ~ øæ t α , t æCE t t t ø øt t ß α CE
 α . ' ø a CE tt ttest α a t æCE
 t t . ' t h=ttest(x,X). 'ß α t : h=0. . . , t-
 æt a ææ ø æ α t øt t ß x CE α æ a
 t . t 95%-ø t α øt t α øt t ß x t øt æt a ß CE tt ttest [h,p,ci]=ttest(x,X). '
 æ α h æ AEø æ t æ t æt æt ß, p
 æ t æ t øt t ß X æ t æCEt t t x, ci æ AEø a t ß
 95%-a t α a t α . t øt t α øt t α øt t a AE
 tæCE α t α ßt α
 t æ t tæCE α t :

```
>> [h,p,ci]=ttest(x,X)
```

$$h =$$

0

p =

0.8647

$$c_j =$$

27.0673 34.9327

```
>> [h,p,ci]=ttest(x(1:8),X)
```

$$h =$$

0

p =

3.2 ˇ ł ß Œ ł æŒłı łø

```

5 %      : æ      Ł  X Ł      æ      Ć      Ł      Ć°      Ł , sigma
6
7 function [ X sigma ] = three_s(x, n)
8
9 newx = []; %      æ      ª      °      ßØ      ææŁ
10
11 Data = [x ; n]; % æ      Ø      ßØ      ææŁ      ßı
12
13 X = sum(x.*n)/sum(n); % æ      Ł      Ł      æĆ
14
15 sigma = sqrt(sum(n.*(x-X).^2)/sum(n)); % æ      Ć      Ł      Ć°      Ł
16 down = X-3*sigma; %      Ł      ª      Ł      Ł      °      ª      Ł      °
17 up = X+3*sigma; %      ı      ª      Ł      -//-
18 a=find(x < down); % a Ł b -      ææŁ      Ć      Ł      ,      ßı      ØŁı      ª      Ł ß
19 b=find(x > up);
20 while (length(a)>0) || (length(b)>0) %      Ć      æ      ß      Ł
21 Data = Data(:, find(Data(1, find(Data(1,:) >= down)) <= up)); % ßÆ      æß      Łı
22 x = Data(1,:);
23 n = Data(2,:);
24 X = sum(x.*n)/sum(n); 21 for a = [1:length(n)]
25 newx = [newx ones(1,n(a)).*x(a)];
26 end
27 X = median(newx);
28 sigma = sqrt(sum(n.*(x-X).^2)/sum(n));
29 down = X-3*sigma;
30 up = X+3*sigma;
31 a = find(x < down);
32 b = find(x > up);
33 end

```

Æ t t t, t æCE æCE t CE ø Ø CE Ø Matlab ° Æß CE, CE ß ð æ t t.

[illegible]

I æ t tŒ - Œæ t t, t æ ° æt æ æ t, | tæ t ß, Æ ß, ~ æ °

a t t CE Ø t t æCE Ø øt t ß x Æßºº ßl: x1 = 47.78 36.40 35.66 8.93 40.42 54.16

51.76 44.32 46.19 50.75

Æβ° ʈ ʈæʈ ʈ ʈ Ø ʈ ʈ æŋ Ø ° ʈ ʈ β ʈ æ ʈ æ° ʈ ʈ ŋæ ʈ . ~ ʈ Æβ° ° :

x2 = 44.09 46.75 44.20 7.99 47.74 75.07 62.48 44.43 34.73 55.26

$\mathbb{A}^{\times} \cong \mathbb{Z}$

```
% ttest2(x1,x2). 'ans=0, ...'
```

t æCEt t tØ t t i CEº 95%- . ~º
º t t º a t º t æ t æ t æCEt t tØ æ º æ æt t t CE t:

```
>> [h p ci] = ttest2(x1, x2) h =
```

```
0
```

```
p =
```

```
0.5122
```

```
ci =
```

```
-19.2074 9.9334
```

CEt AE, æ a, t æCEt t t tÆ CE t, æ æ º º t t $p = 51\%$, t t º tØ t º tæCE a t t æ t $x_1 - x_2$ æ t t CE: $c_i = [-19.2, 9.9]$, . .

t æCEt t t t t t æ 4.6 æ æ CE
-

t t CEº t $\sigma = 14.6$.

` º t t t t º a t º a t, t t x_1 t x_2 º t æ t CE Ø æ . CE, Ø t t x_1, x_2 t æ Ø a ($x_1; x_2$) t æ æ æ t æ CE Ø æ æ t t t æCE t t º t t t x.

3.3 t º æ æ º a t t

1. " CE æ CE æ æ æ t t i a : X_1, X_2 , t X_3 . ^ t æ º Ø t t :

```
X1 = 35.04 35.45 35.01 34.94 34.63 35.11 34.41 35.29 35.69 34.69 35.36 35.53  
34.30 34.36 35.23
```

```
X2 = 34.30 34.80 34.86 34.81 35.08 34.79 35.04 33.93 34.48 34.41 33.74 34.60  
34.00
```

```
X3 = 35.17 34.21 34.78 34.65 34.16 33.62 34.53 34.12 34.82  
34.77 35.29 34.81 34.28 34.72 34.12 34.55 34.53 34.55
```

" Ø t : a t æ t (35,00, 34.53, 34.54), tØ æ (34.69), a t æ æ t t (0.19, 0.19, 0.16), a º t æ æ t (0.22).

2. æ t æ Ø æCE t three_s.m CE, tÆ t æ t t t æ º tØ CE tÆ º t æ æ t t æCE t æ æ t æ t t, CE 95%-Ø t º tØ t º CE t t .

3. º t t æCE t t t æ CE t CEº t t t x_1 t x_2 (t æ æ .33) - º æ t, æ . t º t æ t t, º t t t Ø t CE-

t t three_s (t a CE t t º tÆ t æ æ t t t : ones(1,10) º CE t - º æ t). ~º æ æ Ø CE t t CE t t æ º Ø tØ:

```
>> [mean, sigma] = three_s([x1 x2], ones(1,20))
```

º a t æ º t t CE t std º º t æ CE t a CEº t :

```
>> std(x1)
>> std(x2)
>> std([x1 x2])
```

4. $pV = mRT/\mu$, $\rho = \frac{m}{V}$, $\rho = \frac{m}{\mu} \cdot \frac{\mu}{V}$, $\rho = \frac{m}{\mu} \cdot \frac{p}{p} \cdot \frac{\mu}{V}$, $\rho = \frac{m}{\mu} \cdot \frac{p}{p} \cdot \frac{\mu}{V}$, $R = 8.31$, $\rho = \frac{m}{\mu} \cdot \frac{p}{p} \cdot \frac{\mu}{V}$

°E E	E									
$V, ^\circ$	2.27	2.27	2.26	2.25	2.26	2.27	2.29	2.28	2.25	2.28
$T, ^\circ$	399.4	399.1	399.3	396.8	399.5	400.2	400.6	403.0	399.2	401.3

$\emptyset$, $\circ$ ι $\mathfrak{a}$ $\mathfrak{a}$ $\circ$ $\mathfrak{a}\mathfrak{E}$ $\circ$ - $\iota\mathfrak{A}$ ι -
 $\circ$ ι $\mathfrak{a}$, $\circ$ ι $\mathfrak{a}$ ι $\mathfrak{a}$ ι ι $\circ$ ι V ι T . ι , $\mathfrak{a}$ $\circ$ β $\circ$ ι β $\circ$ $\mathfrak{a}$ $\mathfrak{a}$ β ι , $\circ$ ι $\mathfrak{E}$ $\mathfrak{a}$ -

Æß °т ° т ß **A** Æß° ° : **|A|** 6= 0.

тæ° ß ß т т т æтæ ß тØ -

°т СЕ° ææ : тÆ°т ß т ß . ° тÆ°т ß ß ° Ø т СЕ **x**, ØтØ т т СЕ **δ = Ax - b**. ß ß ° ßæСЕ т æ ßØ ßØ СЕ т тØ, Æ -

Ø ØтØ СЕ °.

ß т æ ß ß т т æтæ тØ ° æ -

^ ææ . ° Ø т ^ ææ т т æтæ СЕ т Ø ° Ø , Æ ßØ т ° æ т т Ø т т т æтæ ß: т æ° ° т СЕ x_n , т æ° ° x_{n-1} т . . — °т т ° т ^ ææ Æ $N \propto 2n^3/3$, Æ ° $N \propto n^2$ т -

т æСЕт т Ø.

° æ Øт тÆ°т ß т т æтæ тØ ° ææ Øт тт. тæ тØ
Æ æ СЕ т **x = Bx + c** т т т т æ СЕ СЕ ° æ° ° æ

т **x**ⁿ⁺¹ =

Bxⁿ + **c**.

° MATLAB, СЕ СЕ т °т т °т т æСЕт т СЕ т, тæ ° æ æ Æ æ т т Ø °° Æ ß ° т т т æтæ тØ. СЕ, т т æтæ ß тØ **Ax = b** ° æ т Øт ° ° ç -

Г.ÆßCEß т т ° ß т (т) CE n æ т CE тт $f(x,y,y^0,\dots,y^{(n)}) = 0$.

“ тÆ ° æ ß ° æ т т т т æ тт CE т $y^0 = f(x)$. т ßæтт CE т т т т æ ° ß т т Æß т æ CE æтæ т æ CE .

“ т (°т т æCEт) т тØ т æ CE Æß æ т æ CE ° т ß т т æ ° Ø т æ т т :

$$y' = f(x, y) \Rightarrow \varphi(y) dy = \psi(x) dx \Rightarrow y = y_0 + \int_0^x \psi(x) dx.$$

æт т т æCEт т т CE т æ

$$Ay^{00} + By^0 + Cy + Dx = 0.$$

‘ æ ° , CE æ $D \equiv 0$, т °т A, B т C ° æ CE æ т, -

т æ т ß æ ß æ æ ß т т ° т. æ т т

тØ æ т $y = C_1 \exp(k_1 x) + C_2 \exp(k_2 x)$, æ k_1 т k_2 CE т т CE тæ тæCE æ

т $Ak^2 + Bk + C = 0$. æ °т $D \equiv \text{const} = 06$, т ß æ ß. æ т т

æ æ ÆØ æ т т æ æ Ø æ æ т т æ т æ ß т

тØ æ т.

ß °т т æCE æ т т т æ т т ß ° CE æ CE ° ææ

т.

т т т ° ß т æ ß т ß т (т) °

CE тт $y = y(x_1, x_2, \dots, x_n)$ т

$$f(y, x_1, \dots, x_n; \frac{\partial y}{\partial x_1}, \dots; \frac{\partial^2 y}{\partial x_1^2}, \dots; \dots; \frac{\partial^m y}{\partial x_1^m}, \dots) = 0.$$

CE, тÆ ° æ æ æ т æ CE ° CE тт

ß т $z = z(x, y)$ т

$$f(z, x, y, \frac{\partial z}{\partial x}, \frac{\partial z}{\partial y}) = 0.$$

“ °т Ø ß т т ß т æ CE ß т ß CE тт y CE CE æ ß т °т, CE CE æ ß CE тØ (Ø

æ æ ß т), т : $(y^{00})^3 - \sin y^0 = \text{tg}(xy)$. Æß ß т т æCEт -

т тCE æ т CE CEт т, CE, т т т т ° Ø т т Øт тæ ° ß т.

4.2 т ß CE т æCEт тØ

— т æтæ тØ

?

$$-x_1 + x_2 + 2x_3 = 10;$$

$$\begin{cases} 3x_1 - x_2 + x_3 = -20; \\ -x_1 + 3x_2 + 4x_3 = 40. \end{cases}$$

~ æ t t **Ax = b.** " t t o t t æ ß :

>> A=[-1 1 2; 3 -1 1; -1 3 4]; >> b=[10; -20; 40];

" Æl t t ß æ t A:

>> det(A) ans =

10 t æ t æ æ Æ ° Æ t t æ æ Æ t.

1. Æ t .

$$\mathbf{A}^{-1}\mathbf{Ax} = \mathbf{A}^{-1}\mathbf{b}, \quad \Rightarrow \quad \mathbf{x} = \mathbf{A}^{-1}\mathbf{b}.$$

' MATLAB' t t :

>> x = inv(A)*b x =

1.0000

19.0000

-4.0000

~ t t t :

^oC - 9. 2008

```
>> A*ans ans
```

$$=$$

5.0000
2.0000
12.0000

œ, ʈ ʈ œ **b:**

```
>> b = [3;6;0]; >>
```

pinv(A)*b ans =

-1.0892
1.2512
-0.5235

```
>> A*ans ans
```

$$=$$

-1.0000
4.0000
2.0000

æ° † ‡ Æ ß (, Æø ° æ † -
 ‡ ø æ‡æ ß). ~ ‡, °‡ ø ‡ Æø † ‡ ø æ‡æ ß ‡, ‡ ‡ ‡ ‡ ø æ‡æ -
 ‡ (A : b):

```
>> rref([A b])
```

ans =

1.0000	0	2.2857	0 0	1.0000
	1.5714	0		
0	0	0		1.0000

^v æ^o æ Ɔ æ ʈ ˚ Ø^o ˚ ʈ æ ˚Æ æ Æ ʙ ˚ -
 , æ ʈ^o æ Æ æ æ ʈ ʈ ʈ Ø Ø æ ʈ æ ʙ ʈ Ø.

∅ roots.

```
>> p = [2 -4 5];
```

```
>> roots(p) ans =
```

$$\begin{aligned} &1.0000 + 1.2247i \\ &1.0000 - 1.2247i \end{aligned}$$

.. $\mathbb{C}, \mathbb{C} \ni z = 1 \pm 1.2247i. \quad \text{æ} \quad \beta \in \mathbb{C} \ni \beta \notin \text{MATLAB}$
 $\mathbb{C} \ni \text{format. } \sim \mathbb{C} \ni z \in \mathbb{C} \ni \beta \in \mathbb{C} \ni \beta \notin \mathbb{C} \ni \beta \notin \mathbb{C}.$

```
>> format rat >> ans
```

```
ans =
```

```
      1      + 1079/881i
      1      - 1079/881i
```

```
'      æ Œ      Ł      °      Œ      Ø format short.
      Ø Œ Ł °Ł p(x) = x^4 + 2x^3 - 3x^2 + 4x + 5 Ł ° Ł æ æ      ŁŒ.
```

```
>> p = [1 2 -3 4 5];
```

```
>> roots(p) ans =
```

```
-3.1825
 0.9556 + 1.1148i
 0.9556 - 1.1148i
-0.7287
```

```
>> x = [-4:.05:2]; y = polyval(p,x); >> plot(x,y)
```

```
"      Łæ      æ      :
```

```
>> hold on
```

```
>> plot([-4 2], [0 0], 'k')
```

```
°      hold on      °      Łæ      ċ      -°ŁÆ Ł      Ø      æ      æ      ŁŒ . ` Œ 'k' Łæ      Ł
      ß      . Œ Œ Ł ß      Ł      Ł      æ      ŁŒ      Œ      Ø hold off.
      ' MATLAB æ      æ      °Ł Ł      æŒ æ      Ł      ŁØ. ~°      -
æ      Łæ      °      æ      Ł      æ      Ł      ß      Œ ŁŁ Maple. " Ø      Œ      Ł Œ      æ
Ł ax^2 + bx + c = 0 Æ Ø Ø . ~°      æ      Æ      æ      æ      Ł      °      ßŁ      ßŁ Ł Łæ      °
      Œ Ł      solve      °      Ł      Ł
```

```
Ł .
```

```
>> syms a b c x y
```

```
>> y = a*x^2 + b*x + c; >>
```

```
solve(y)
```

```
ans =
```

```
-1/2*(b-(b^2-4*a*c)^(1/2))/a
-1/2*(b+(b^2-4*a*c)^(1/2))/a
```

```
>> pretty(ans)
```

```
[      2      1/2]
[      b - (b - 4 a c)      ] [- 1/2 -----]
[      -----]
[      a      ]
```

$\mathbb{C} \ni \text{pretty}$ $\beta \quad t \quad \circ \quad \beta \quad \mathbb{A} \circ \quad t \beta \quad \circ \quad \mathbb{A} \circ \quad t \quad . \quad \mathbb{C} -$
 $t \text{ solve}$ $t \mathbb{A} \circ \quad \mathbb{C} t_1 \quad \mathbb{A} \beta_1 \mathbb{A} \circ \quad 1 t \mathbb{A} \quad t \quad \mathbb{A} t -$
 $\circ \quad \beta_1 \quad \beta_1: \quad \mathbb{A} \quad \mathbb{A} \quad t \quad \text{solve}('a*x^2+b*x+c'). \quad \circ \quad t$
 $\mathbb{C} \ni \text{solve}(\text{arg})$ $t \quad \mathbb{A} t \quad \circ \quad t \text{ arg} = 0 \quad \mathbb{A} t \quad \circ \quad -$
 $\emptyset x. \quad \mathbb{A} \circ t \quad \mathbb{A} \quad , \quad t \quad t \quad \mathbb{A} \quad \mathbb{A} t \quad \circ \quad y t \circ t \circ \mathbb{A} \emptyset$
 $\mathbb{A} \emptyset \emptyset, \mathbb{C} \mathbb{C} \ni \mathbb{A} t \emptyset. \quad \sim \circ \mathbb{C} \ni \mathbb{C} \mathbb{C} \emptyset \emptyset, \mathbb{A} t \circ \mathbb{C} \emptyset \beta_1 t t t, \beta$
 $\mathbb{A} \quad \mathbb{C} t t$

$\mu > 0$.

$y_1^{(2)}y_2 - y_1$. $\mu = 1$.

($A \in \mathbb{R}^m \times \mathbb{R}^n$, $m \geq n$):

$$\emptyset \quad t \quad t \quad t \quad t \quad \text{Æ} \quad t \quad \underline{\text{a}} \quad t\text{œ}t \quad \text{œ}t\text{t}y\text{t} \quad \emptyset$$

t Ø:

```
>> [t, y] = ode45(@vdp1, [0 20], [2; 0]);
```

```
>> plot(t, y(:,1), '- ', t, y(:,2), '--')
```

CE t ode45 CE æ a AE t CE t t, CE Ø
 tæ t t ° t; Ø t °, CE
 t æ a tæCE Ø CE t t; tØ a ° ß æ° t
 ° CE t t t t Ø. ' Ø t y æ t æ °AE :
 i t æ tæCE CE t, t
 .. CE, ° tæ° a t t t t ° a t MATLAB
 AE t æ ° æ t t t °t ØØ ætæ ß
 ?

?? ?? yy1200 ==
 ff12((x,yx,y11,...,y,...,ynn)),

?? ? ?...y_n⁰ = f_n(x,y₁,...,y_n).

· CE t t f₁, ..., f_n æ° °t CE CE æ CE t æ t ° Ø CE-
 t t, CE AE t a ° a CE t t, t Ø Ø
 t.

Ø °t t æCE t t t t ° a t y⁰⁰ +
 ky = 0. ~° a AE t æ CE CE t Maple. ° Ø AE Ø t Ø t t, t
 y(0) = 0, y⁰(0) = 5.

```
>> dsolve('D2y+k*y=0','x') ans =
```

```
C1*sin(k^(1/2)*x)+C2*cos(k^(1/2)*x)
```

```
>> dsolve('D2y+k*y=0','y(0)=0','Dy(0)=5','x') ans =
```

```
5/k^(1/2)*sin(k^(1/2)*x)
```

.. CE, t CE ° AE tØ t ° t æt æ ° Ø æCE æ 5
 t t y = $\frac{5}{\sqrt{k}} \sin(x\sqrt{k})$.

$y^0 + y = 0:$

```
>> dsolve('D2y+Dy+y=0','y(0)=0','Dy(0)=5','x') ans =
10/3*3^(1/2)*exp(-1/2*x)*sin(1/2*3^(1/2)*x)
```

.. CE, æ^o t t : $y = \frac{10}{\sqrt{3}} \exp(-x/2) \sin(x\sqrt{3}/2)$.
 $\sqrt{æ}$ t a $t\text{CE}$ $\emptyset$ $\text{CE } t$:

```
>> x=[0:.1:30];
>> y=10/3*3^(1/2)*exp(-1/2*x).*sin(1/2*3^(1/2)*x); >> plot(x,y)
```

Æ t t $\text{CE } \text{CE } t$ æ t æ. `MATLAB β o æ $\text{Æ}\beta$ β o t t t . æ o t o β æ t o β_i β t æ o $t\emptyset$ t $\text{CE } t_i$ æ o $\text{Æ}\beta_i$ æ, t_i t æ o t $\emptyset$ t $\text{CE } \beta$ eval. " t , æ $\emptyset$ æ $\text{CE } t$ $\text{Æ}\beta$ o $\text{Æ}\beta$ t æ :

```
>> y=eval(ans);
```

CE, æ o t - a : CE subs β t æ o β æ t o t :

```
>> x=[0:.1:30];
>> syms z;
>> z = dsolve('D2y+Dy+y=0','y(0)=0','Dy(0)=5','x');
>> y=subs(z);
>> plot(x,y)
```

o æ t , æ t o β β t æ o t
 a $t_{1/2}$ æ t æ β
 $t\emptyset$ $x + 2y = 2,$

(t æ o t t t o β_i). CE, o æ t æ β $7x - y = 3;$ o t :

```
>> syms x y
>> [x y] = solve('x+2*y-2','7*x-y+3') x =
-4/15
y =
17/15
```

4.3 t o æ æ o a ß o t

$$\frac{1}{2} 0$$

$$f'(t) = 3f(t) + 4g(t),$$

$$g_0(t) = -4f(t) + 3g(t); \quad t:$$

>> syms f g

>> [f,g] = dsolve('Df=3*f+4*g, Dg=-4*f+3*g', 'f(0) = 0, g(0) = 1') f =

exp(3*t)*sin(4*t)

$$g =$$

exp(3*t)*cos(4*t)

4.3 t o æ æ o a ß o t

1. — t ætæ tØ

?

$$x_1 + x_2/2 + x_3/3 = 1;$$

$$x^1_1//2 + 3 + xx^2_2//3 + 4 +$$

$$xx^3_3//4 = 05 = 0; \cdot x$$

$$\mathcal{A} \quad t \quad t t, \quad o t \quad o \quad t \beta \mathcal{C} \quad t t \quad \det(A)$$

$$= 4.6296e-04. \mathcal{C} t \quad æ t æ \quad \beta \quad \beta \quad æ \quad o \quad \mathcal{A} æ o \quad o \quad \beta t. \quad i$$

$$t \quad t \quad æ t o \quad æ t o t \quad t \quad o \quad t t t \quad t \quad \mathcal{C} \quad t t$$

t ß.

$$\quad \emptyset t \quad t t, \quad t æ \quad t \mathcal{C} \quad t t \quad \beta \quad t \quad t \quad o -$$

$$\beta \quad \mathcal{A} \emptyset \quad 1/3, 1/4, 1/5 (9, -36, 30), \quad t \quad t \quad 1/3 \quad 0.333$$

$$(9.6707, -39.5082, 33.2836), \quad æ o \quad 0.33 (55.5556, -277.7778, 255.5556),$$

$$0.3 (0.5556, 5.5556, -7.7778).$$

2. — t ætæ tØ

?

$$x_1 + 2x_2 + 3x_3 = 1;$$

$$2x$$

$$x_{11} - x^3_{x_2} + 4 + xx_{33} = 3 = 2.;$$

$$(1, \pi, 0)$$

$\perp \emptyset$

[?]

$$x_1 + 2x_2 + 3x_3 = 1;$$

$2x$

$$x_1^2 - 3x_2^2 + 4x_3^2 = 2 = 3;$$

$$(-3.4, -0.8, 2)$$

4. — ʔ æʔæ ʔØ

?

□□ $x_1 + x_2 + x_3 = 0;$

$$2x_1 + 4x_2 - 4x_3 = 0; \quad \square\square x_1 +$$

$$1/3x_2 + 3x_3 = 0.$$

$$(a, -a/4, -3a/4).$$

5. $-1 \pm x^7 - 2x^5 + 3x^3 - 4x = 0. (0, \pm 1.2848, 0.9304 \pm 0.8313i, -0.9304 \pm 0.8313i).$

6. — 1. (2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100. 101. 102. 103. 104. 105. 106. 107. 108. 109. 110. 111. 112. 113. 114. 115. 116. 117. 118. 119. 120. 121. 122. 123. 124. 125. 126. 127. 128. 129. 130. 131. 132. 133. 134. 135. 136. 137. 138. 139. 140. 141. 142. 143. 144. 145. 146. 147. 148. 149. 150. 151. 152. 153. 154. 155. 156. 157. 158. 159. 160. 161. 162. 163. 164. 165. 166. 167. 168. 169. 170. 171. 172. 173. 174. 175. 176. 177. 178. 179. 180. 181. 182. 183. 184. 185. 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 194. 195. 196. 197. 198. 199. 200. 201. 202. 203. 204. 205. 206. 207. 208. 209. 210. 211. 212. 213. 214. 215. 216. 217. 218. 219. 220. 221. 222. 223. 224. 225. 226. 227. 228. 229. 230. 231. 232. 233. 234. 235. 236. 237. 238. 239. 240. 241. 242. 243. 244. 245. 246. 247. 248. 249. 250. 251. 252. 253. 254. 255. 256. 257. 258. 259. 260. 261. 262. 263. 264. 265. 266. 267. 268. 269. 270. 271. 272. 273. 274. 275. 276. 277. 278. 279. 280. 281. 282. 283. 284. 285. 286. 287. 288. 289. 290. 291. 292. 293. 294. 295. 296. 297. 298. 299. 300. 301. 302. 303. 304. 305. 306. 307. 308. 309. 310. 311. 312. 313. 314. 315. 316. 317. 318. 319. 320. 321. 322. 323. 324. 325. 326. 327. 328. 329. 330. 331. 332. 333. 334. 335. 336. 337. 338. 339. 340. 341. 342. 343. 344. 345. 346. 347. 348. 349. 350. 351. 352. 353. 354. 355. 356. 357. 358. 359. 360. 361. 362. 363. 364. 365. 366. 367. 368. 369. 370. 371. 372. 373. 374. 375. 376. 377. 378. 379. 380. 381. 382. 383. 384. 385. 386. 387. 388. 389. 390. 391. 392. 393. 394. 395. 396. 397. 398. 399. 400. 401. 402. 403. 404. 405. 406. 407. 408. 409. 410. 411. 412. 413. 414. 415. 416. 417. 418. 419. 420. 421. 422. 423. 424. 425. 426. 427. 428. 429. 430. 431. 432. 433. 434. 435. 436. 437. 438. 439. 440. 441. 442. 443. 444. 445. 446. 447. 448. 449. 450. 451. 452. 453. 454. 455. 456. 457. 458. 459. 460. 461. 462. 463. 464. 465. 466. 467. 468. 469. 470. 471. 472. 473. 474. 475. 476. 477. 478. 479. 480. 481. 482. 483. 484. 485. 486. 487. 488. 489. 490. 491. 492. 493. 494. 495. 496. 497. 498. 499. 500. 501. 502. 503. 504. 505. 506. 507. 508. 509. 510. 511. 512. 513. 514. 515. 516. 517. 518. 519. 520. 521. 522. 523. 524. 525. 526. 527. 528. 529. 530. 531. 532. 533. 534. 535. 536. 537. 538. 539. 540. 541. 542. 543. 544. 545. 546. 547. 548. 549. 550. 551. 552. 553. 554. 555. 556. 557. 558. 559. 560. 561. 562. 563. 564. 565. 566. 567. 568. 569. 570. 571. 572. 573. 574. 575. 576. 577. 578. 579. 580. 581. 582. 583. 584. 585. 586. 587. 588. 589. 590. 591. 592. 593. 594. 595. 596. 597. 598. 599. 600. 601. 602. 603. 604. 605. 606. 607. 608. 609. 610. 611. 612. 613. 614. 615. 616. 617. 618. 619. 620. 621. 622. 623. 624. 625. 626. 627. 628. 629. 630. 631. 632. 633. 634. 635. 636. 637. 638. 639. 640. 641. 642. 643. 644. 645. 646. 647. 648. 649. 650. 651. 652. 653. 654. 655. 656. 657. 658. 659. 660. 661. 662. 663. 664. 665. 666. 667. 668. 669. 670. 671. 672. 673. 674. 675. 676. 677. 678. 679. 680. 681. 682. 683. 684. 685. 686. 687. 688. 689. 690. 691. 692. 693. 694. 695. 696. 697. 698. 699. 700. 701. 702. 703. 704. 705. 706. 707. 708. 709. 710. 711. 712. 713. 714. 715. 716. 717. 718. 719. 720. 721. 722. 723. 724. 725. 726. 727. 728. 729. 730. 731. 732. 733. 734. 735. 736. 737. 738. 739. 740. 741. 742. 743. 744. 745. 746. 747. 748. 749. 750. 751. 752. 753. 754. 755. 756. 757. 758. 759. 760. 761. 762. 763. 764. 765. 766. 767. 768. 769. 770. 771. 772. 773. 774. 775. 776. 777. 778. 779. 780. 781. 782. 783. 784. 785. 786. 787. 788. 789. 790. 791. 792. 793. 794. 795. 796. 797. 798. 799. 800. 801. 802. 803. 804. 805. 806. 807. 808. 809. 810. 811. 812. 813. 814. 815. 816. 817. 818. 819. 820. 821. 822. 823. 824. 825. 826. 827. 828. 829. 830. 831. 832. 833. 834. 835. 836. 837. 838. 839. 84

"øŁ Ł Ł æ Ł Ł $a = 1, b = 2, c = 3$ æ æÆ Ł:
 Ł øŁ Œ ŁŁ subs Ł Œ ŁŁ roots $(0.1378 + 1.5273i, 0.1378 - 1.5273i, -1.2757)$.

7. " $\emptyset \vdash t$ t $\vee^{\circ}$ $t \mu = 5.$ " $\emptyset \vdash t$ t
 $\text{CE } t \vdash y(x) \vdash x = 4 \text{ (1.2350).}$

8. $\forall x \in \emptyset \quad \exists y \in [0,1] \quad \forall z \in \mathbb{R} \quad \exists t \in \mathbb{R} \quad y^0 = x^3 \sin y + 1 \wedge y(0) = 0.$

9. "ØŁ ŁŁŁ æŒ ł ł ł $dx \frac{dy}{dx} = -2xy$, Ø
 Ø æØ Ł $y(0) = 1$ ($y = \exp(-x^2)$).

10. " Ø t °t t æŒ t t t

$$(x - 2\sqrt{xy})\frac{dy}{dx} - y = 0, \quad (x > 0, y > 0)$$

$y(1) = 10$. (sinx, ...
simplify(ans), ...
RootOf(_Z^2-1)
Maple ...

11. " $\emptyset$ $\vdash$ $\vdash$ $\vdash$ $\vdash$

$$(1 - x^2) \frac{d^2 y}{dx^2} - 2x \frac{dy}{dx} + 12y = 0$$

æº ß t æº t t y(0) = 0, y'(0) = -3/2 (-3/2x + 5/2x³). " Ø t t CE t t t x = 1 (1).

4.4 ° º ß æß

1. ~ ætæ øt Ø ß t Ø Æ æ º t Ø
? CE ætæ t , æ æ Ø Ø ætæ -
?

4.4 ° º ß æß

2. ~ Øº t CE t t æ Ø æ t t t æ æ t t t ætæ ß øt Ø ß t Ø.
3. ' æ t æ t æ CE t ^ ææ, t æ
t t t t ætæ æ æ t º Æº t CE øt æ t æ ß t (~ 10²)?
4. ' CE CE æº º t t t ætæ ß øt Ø ß
t Ø? CE º, Æ æº º ß ætæ ß?
5. ' CE CE t t æº t ætæ øt Ø ß t Ø t t æ t -
t ? ' æ CE æ t t Ø? " t æ t t ? ~ t Æ øt t t ?
6. æ Æ t øt æ Æ Ø?
7. ~º CE CE t t øt t º ß t Ø æ Ø æ ß øt t æ CE t t t ? øt Ø t øt t æ CE t t t Æ -
º ß æ CE t t CE ?
8. ° CE CE æ t º CE øt æ t Ø Æ t t æ t º t æ CE CE æ æ t CE [0,1] æ æ 10⁻⁹, t æ º
æº º æ Æ t Ø æ æ ß t æ ? CEº CE (CE æ t) t Ø Æ t t º Ø t t t t æ -
º t t º t CE º ?
9. øt æ CE , Æ æº æ ~ æ CE t º ß øt t æ CE t t t ? ° CE t æº t CEº ß æ ß æº CE t t t t t
~ ?
10. " t æ ß ß t æº æ t æ t t t t t t . ~ CE CE t t º CE øt æ CE Ø t æ
t ß?
11. ~ øt t æ CE t t æ ~ æ æ ß t CE t t t æ t æ CE t t t CE t æ t æ CE æ t ?
12. ' æ æ t æ Æ æ t t ~ ? ' CE CE t t æº t t t t
~
t t Æº æ ß ß?
13. ~ t t t t t t æ CE Ø t, æ Ø Ø æ CE t t t ~ æ , æ , æ CE . ° CE t t t t æ CE t t t æ t
CE t t ~ ? ~ æ øt CE CE t - øt t t t t t CE t Ø æ æ
ß t øt ß ß ?

-
14. ¿Æœ æ ł , Œ Œ MatLab ° ł °ł ł æŒ † ł
æ ª ł Ø æ ł.
15. ° Œ, † ł ł ł ° ł ł øł ~ -
°, Ø ł Œ Ø æ Œ æł x?
16. ~ ° °ł æ æ MatLab † ł ł ° ß ł -
°ł ł æŒł?

[illegible]

| ʌ æ ə ɛ ɛt ɛt ɛt ɛt, ɛt ɔt ɛt æ ɛtə^a ɔtæ ɔt æ β . — æ ɔt æ ʌ ∅ ʌ æt β∅ æ ɔt t^at
æt ɛt ɛt

$$\beta \alpha_n \leq b_n$$

^v t o tt CE tt AE| tt , CE tt o CE CE . ' a CE CE t AE -

$$v \quad t \quad o \quad tt \quad a \quad \bar{a} \quad \bar{a}o \quad t \quad , \quad \bar{a}o\bar{t}$$

Ø æ Ø, æ ɔ β ɕ β æ ɔ æ ʌ Ø βæʔ ʌ ʔɕʔ

^a $\angle C \cong \angle E$, $\angle B \cong \angle D$ ($\angle C \cong \angle D$ and $\angle B \cong \angle E$) and $\angle A \cong 90^\circ$ ($\angle C \cong \angle E$). $\therefore \angle C \cong \angle E$ and $\angle B \cong \angle D$

Q.

$\sim$ is a reflexive and transitive relation on A . If $a, b \in A$ and $a \sim b$, then a and b are said to be equivalent. The set of all elements of A which are equivalent to a is called the equivalence class of a , denoted by $[a]$. The set of all equivalence classes of A is denoted by $A/\sim$.

“ ß Æ Ł æ ǫ Ł

$$F(f) \cong \beta, \quad F^{-1}(F) \cong \beta \cong \beta \cong \beta.$$

t $\alpha \in$ o_t t k_t $\mathcal{E}$ t t $\in \mathcal{X}$ α $.$ o $-$

$\emptyset$, $\mathbb{R}^n \times \mathbb{R}^n$, $k \in \mathbb{R} \setminus \emptyset$; $\mathbb{R}^n \times \mathbb{R}^n$, $k \in \mathbb{R} \setminus \mathbb{R}^n \times \mathbb{R}^n$.

Æ ł æ Œ Ǿ ȝ æł^a Ǿ ł ł Æ łø.

$\mathbb{C} \otimes \mathbb{C} \cong \mathbb{C} \oplus \mathbb{C}$. $\sim \mathbb{C} \otimes \mathbb{C}$, $\mathbb{C} \otimes \mathbb{C} \cong \mathbb{C} \oplus \mathbb{C}$, $\mathbb{C} \otimes \mathbb{C} \cong \mathbb{C} \oplus \mathbb{C}$, $\mathbb{C} \otimes \mathbb{C} \cong \mathbb{C} \oplus \mathbb{C}$.

$\emptyset$ ω ∞ $\emptyset$ ∞ β_1^{α} ∞ .

[illegible]


```
>> xi=[1:.05:10];  
>> y_nearest=interp1(x,y,xi,'nearest');
```

```
>> y_linear=interp1(x,y,xi,'linear'); >>  
y_spline=interp1(x,y,xi,'spline');  
>> y_cubic=interp1(x,y,xi,'cubic');
```

$\begin{matrix} \vee \\ \text{æ} \end{matrix} \quad \begin{matrix} \text{t} \\ \text{a} \end{matrix} \quad \begin{matrix} \text{t} \text{CE} \text{t} \\ \text{o} \end{matrix} \quad \begin{matrix} \text{t} \text{t} \text{t} \text{æ} \text{CE} \text{t} \\ \text{o} \end{matrix} \quad \begin{matrix} \text{t} \text{æ} \\ \text{t}, \text{æ} \end{matrix} \quad \begin{matrix} \text{æ} \\ \text{ø} \text{t} \text{t} \text{CE} \end{matrix} \quad \begin{matrix} \text{ø} \end{matrix}$

```
>> plot(x,y, 'o', xi, [y_nearest; y_linear; y_spline; ...
      y_cubic],xi,sin(xi),'.')
>> legend('DATA','nearest','linear','spline','cubic','sinusoide')
```

$\circ$ CE t t, tAE $\circ$ AE $\circ$ t CE $\emptyset$ CE $\circ$ $\emptyset$ æt æ t CE $\circ$ æ t $\circ$ t æ $\circ$ $\emptyset$ t.
 — ææ t æ CE t CE $\circ$ t $\circ$ CE æ t t -
 $\circ$ t t:

```
>> std(y_nearest-sin(xi)) ans =  
0.2031
```

```
>> std(y_linear-sin(xi)) ans =  
0.0618
```

```
>> std(y_spline-sin(xi)) ans =  
0.0068
```

```
>> std(y_cubic-sin(xi)) ans =  
0.0394
```

$\sim \emptyset$ æ ð ° , ð ð Æ° ð ø Æ ð ð Æ° ð -
 ° ð æ ° ø ð. ææ ð Ææð ð Æ ð ð y = exp(-x/10)cos(x) Æ
 [1,20] æ Æ æ ð º 0.01:

```
>> x=[1:20];  
>> y=exp(-x/10).*cos(x);  
>> x_i=[1:.01:20];  
>> tic;y_linear=interp1(x,y,xi,'linear');toc Elapsed time is 0.001192  
seconds.
```

```
>> tic;y_nearest=interp1(x,y,xi,'nearest');toc Elapsed time is
0.001147 seconds.
```

```
>> tic;y_cubic=interp1(x,y,xi,'cubic');toc
Elapsed time is 0.003650 seconds.
```

```
>> tic;y_spline=interp1(x,y,xi,'spline');toc Elapsed time is  
0.017406 seconds.
```

CE 4 0 3 æCE ÆCE tic...toc 0 æ 3 0 4 æ-
 0 31 4 4 CE . °CE 4 4 , 4 0 4 æ 0 0 4 -
 4æ4 4 15 0 4 0 4 4 Æ94 0 4 4æ0 (4 CE Æ 0 4 4 4CE 94 4 Æ0 æ 3æ CE 0 4 4 4 3 4æ94 0 31 ææ
 MATLAB). ° 4 4 æ æ CE 0 4 4
 æ0 Æ 4 4 0 æ4 æ 4 0 4 4 æ 0 0 4
 æ4 4 4.
 ææ 4 æ 4 æ CE æ4 æ 0 æ 94 0 4 æ 0 0 4 4. ° æ 4 æ æ4 æ 3 3 4 0 [0,100]æ æ 4 æ 0.001æ. .
 4æ4 æ 3 æ æ4 æ 3 æ 0 æ Æ 0 æ æ 4 æ 4 æ æ 4 10^ 4 0.1^ . — 0 4 æ æ4 æ 3 æ 94 - 4 æ 94 æ 0 3
 æ 0 æ æ4 æ . ° 0 4 æ CE æ æ4 æ :

```
>> x=[0:0.001:99.999]; % ~0      "      æ
>> y1=sin(x*2*pi*10); y2=sin(x*2*pi/10); % æ      4 æ æ4 æ 3
>> y_AM=y1.*y2; %      94      94      æ 0 æ æ4 æ 0
>> y_FM=sin(x*2*pi.*(10+y2/10)); %      æ      94      æ 0 æ æ4 æ 0
>> SP_FM=fft(y_FM); % æ      CE      -æ æ4 æ 0
>> SP_AM=fft(y_AM); % æ      CE      -æ æ4 æ 0
>> MAX=length(SP_AM); %      94      æ CE      æ      CE
>> scale=(1:MAX)-MAX/2)/MAX/0.001; % 4 CE      æ
>> scale(1)=[]; SP_AM(1)=[]; SP_FM(1)=[]; % CE      CE 4 æ æ4
```

æ Æ 4 4 Æ 4 æ 4 4CE æ 3 æ : æ æ 4 æ æ æ Æ-
 4 Æ 4 3, CE CE 4 , Æ 4æ 0 CE 4
 fftshift, 4 0 - Æ æ æ4 æ Æ0 æ æ4 æ 4 . -
 CE 4 Æ , æ æ4 4 94 æ æ æ 0 4 Æ -
 0 CE æ 4/2. æ æ 0 Æ v_{max} , æ æ æ
 ° 0 4 CE ° 0 CE æ , 0 4 æ æ 4æ CE 4 æ æ4 æ ,
 .. 1/(2Δx). æ æ æ æ 0 (.. æ æ 0)
 4 0 4 CE æ æ æ 4 æ æ æ 4 v_{max}/l , Æ æ 0 4 æ 0 æ 3. ° 4 æ æ CE , æ 4 -
 æ æ æ CE æ æ æ æ æ æ 0 æ æ 0 (n æ CE):

$$\nu(n) = \frac{n - l/2}{l \cdot \Delta x}$$

° æ æ æ æ CE æ CE
 >> plot(scale,fftshift(abs(SP_AM).^2))

° CE 4 4 , æ CE -æ æ4 æ 0 æ æ æ Æ 0 æ 4 CE : æ æ 4
 Æ CE æ 4 æ 4 æ æ æ æ æ æ4 æ æ4 æ , æ æ 4 æ
 Æ CE æ 4 æ 4 æ æ æ æ æ æ4 æ (æ). ° 4 æ æ CE æ 4

$\pm 0.1^{\circ} \pm 10^{\circ}$

```
>> SP1=fft(y1); SP1(1)=[];  
>> SP2=fft(y1); SP2(1)=[];  
>> plot(scale,[fftshift(abs(SP_AM)); fftshift(abs(SP1));  
>> fftshift(abs(SP2))])
```

Æ ʔ æ Œ -æʔ^a ǫ .

```
>> FM=fftshift(abs(SP_FM).^2); % æ    œ
```

```
>> plot(scale,FM) % a      tœ æ a æ œ
```

```
>> plot(scale(50000:50500),FM(50000:50500)) %
```

æ Œ æ ǫ æ Æ Ø ǫ ʟ Œ ǫ æ æ Œ ǫ æ
ø Ø.

! AE t t æ Øt tº t OE t º ætºº.

```
>> sig=cos(2*pi*t/30).*sin(2*pi*t*7).*log(1+t); %
```

```
>> noicy=awgn(sig,10,'measured'); %
```

```
>> plot(t,[sig;noicy]) % æ t, 0 t0 æ
```

```
>> SP=fft(sig); % æ    Œ    æŁa    0
```

```
>> SP n=fft(noicy); % æ  Ɔ  ʈ  ɔ  ʌ  æʌ  ɔ
```

```
>> L=length(SP); %
```

```
>> freq=(1:L)/L;.01; %
```

```
>> plot(freq,[fftshift(abs(SP));fftshift(abs(SP_n))]); % æ
```

>> SP f=SP n; % 1 1 1 0 1 1 1 0 ß Ø æ Ɔ

```
>> SP_f(find((real(SP).^2+imag(SP).^2)<7))=0; %
```

```
>> plot(freq,fftshift(abs(SP f))); %
```

```
>> sig_f=real(ifft2(SP_f)); %
```

>> plot(t,sig f) % Æ Ł ææ 0 ßØ æŁª 0

```
>> plot(t,[noicy;sig f]) %
```

```
>> plot(t,[noicy;sig f;sig]) % t      æ      æ
```

```
>> std(sig-sig f) %      a    t    æ
```

ans =

0.0744

'æ° ø æ † Æß° ßæ Ç Ø, †° † ø ß‡ æ†° ° † ° † ° æ Ø æ†° °. ° -

[illegible]

```
>> SP_f1=fftshift(SP_n); % æ          Łª          æ  Œ          °          Ł°          ŁŁ
>> SP_f1(find(abs(freq)>15))=0; %          Æ  °          ßæ ŒŁ          æ          ß
>> sig_f1=real(ifft2(ifftshift(SP_f1))); %          ææ          °Ł          æŁª°
>> plot(t,[sig_f1;sig]) % æ          Ł          æ æŁª          °
>> plot(t,[sig_f1;noicy]) % Ł æ          Ł          °          ß          æŁª          °
```

o æt ß tæo t t t ß t t a t æt^a o :

```
>> SP_f1=fftshift(SP_n);
>> SP_f1(find(abs(freq)<15))=0;
>> pure_noise=real(ifft2(ifftshift(SP_f1)));
>> sig_f2=noicy - pure_noise;
>> plot(t,[sig_f2-sig_f1])
```

— ° ø ° † ß æ ° † , æ ° † † ° † æ Œ ° Œ
Œ Æ ° æ , æ ø Œ æ † ß æ Œ ° Ø ° æ †:

```
>> SP_f1=fftshift(SP_n);
>> SP_f1(find(abs(abs(freq)-7)<1))=0;
>> pure_noise=real(ifft2(ifftshift(SP_f1)));
>> sig_f2=noicy - pure_noise;
>> plot(t,[sig_f2;sig])
```

β æ β œ t œ æ æ æ œ $\emptyset$ æ t^{a} ($\text{æ} -$
 $\emptyset \text{ æ}$ t œ t t æ t^{a} œ):

```
>> SP_n=fft(abs(noicy)); %
>> SP_f1=fftshift(SP_n); %
>> SP_f1(find(abs(freq)>3))=0; %
>> sig_f2=real(ifft2(ifftshift(SP_f1))); %
plot(t,[sig_f2;sig])
```

0 ø æ æ æ t tCE :t 0 æ CE
 0 AE Ø ætæ æ t 0 ßØ æ CE ß 0t æ ø -
 t æ CE ß æt 0 0 AE ə (.. Ø t 0 æCE æ
 ß).

```

1  >> x=[1:1000]; % 1D random signal
2  >> y=normpdf(x,400,200)*5000; % 1D Gaussian noise
3  >> gaussian=normpdf(x,500,10)*25; % 1D Gaussian noise
4  >> dotz=[200,310,487,500,512,515,689,891,900,901,950];
5  >> deltaz=zeros(1, 1000);
6  >> deltaz(dotz)=1;
7  >> deltaz(round(dotz/1.1))=1;
8  >> deltaz(round(dotz/1.3))=1;
9  >> deltaz(round(dotz/2))=1; 10>> deltaz(round(dotz/5))=1;
11 >> deltaz(round(dotz/7))=1;
12 >> deltaz(round(dotz/11))=1;
13 >> Fdeltaz=fft(deltaz);
14 >> Fgaussian=fft(gaussian);
15 >> Spectra=ifft(Fdeltaz.*Fgaussian)+y; % 1D random signal
16 >> plot(Spectra)
17 >> Spectra_10=awgn(Spectra,10,'measured');
18 >> Spectra_50=awgn(Spectra,50,'measured');
19 >> Spectra_10_moved=zeros(1,1000);
20 >> Spectra_50_moved=zeros(1,1000);
21 >> Spectra_10_moved(111:end)=Spectra_10(1:890); % 1D random signal
22 >> Spectra_50_moved(111:end)=Spectra_50(1:890); % 1D random signal
23 >> [corr,lags] = xcorr(Spectra_50_moved,Spectra);
24 >> plot(lags,corr)
25 >> lags(find(corr==max(corr))) % 1D random signal
26 ans =
27 110
28 >> [corr10,lags10] = xcorr(Spectra_10_moved,Spectra);
29 >> lags10(find(corr10==max(corr10)))
30 ans =
31 109
32 >> [corr15,lags15] = xcorr(Spectra_10_moved,Spectra_50);
33 >> lags15(find(corr15==max(corr15)))

```


5. $\varnothing_t \circ^a$ æ CE æ t^a t øt Ø^o CE t t t Ø^o t Ø , æ t CE ææ CE -
 $\varnothing_t$ CE t^o ßt CEæ t t øt t CE t t (118). 'tæ^o CE ææ CE^o t CE t æ ß^a CEæ t t ø^a t^a $\varnothing_t$ t
 ø^a CE t t -
 (115). ~ $\varnothing_t$ t øt CE t t ß æ æ CE t CE^o -
 'd':

6. $\emptyset \rightarrow \mathbb{A}^1 \rightarrow \mathbb{A}^1 \times \mathbb{A}^1 \rightarrow \mathbb{A}^1 \rightarrow \emptyset$ is a complex of sheaves on $\mathbb{A}^1$ with $H^0 = \mathbb{A}^1$ and $H^1 = \mathbb{A}^1$ (see [1, 2]).

```
>> Spectra_00_moved(3:end)=Spectra_0(1:998);
```

[illegible]

1. $\sim \emptyset$ $\circ$ t t $\text{Ææ}t$ $t t, t$ $\circ$ $t t, \text{Ææ}$ $\circ$ -
 $t t.$

- Ø Ø Ț ° ȚȚ? ' Ć ĆȚȚ, æ° ȚȚ Ø Ț ° Ț æ Ț ° ȚȚÆĆ?

5. " 111 03, 1æ 0 01æ 0 0 1 0111 -

7. ' æ ł ø æ ø ° ыł ыł ?

$$^{\circ}\text{C} \quad - \quad \underline{\quad} \quad \therefore, 2008$$

$$F(u, v) = \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) e^{-2\pi i(\frac{ux}{M} + \frac{vy}{N})}, \quad u = \overline{0, M-1}, \quad v = \overline{0, N-1}.$$

æ ∅ Æ° æ ß æ Æ ð æ ðæ , ∅ æ ß F(u,v) æ ß ð ß ð u ð v. Æ ~ æ ß -

ð

$$f(x, y) = \frac{1}{MN} \sum_{u=0}^{M-1} \sum_{v=0}^{N-1} F(u, v) e^{2\pi i(\frac{ux}{M} + \frac{vy}{N})}, \quad x = \overline{0, M-1}, \quad y = \overline{0, N-1}.$$

~ æðð ð Æ ð f ∅æ , æ Æ ð F, Æ Æ
 ð°, æ Æ ° Ææ ß. ~° ðð ð ð F ðæ ° æ ß ðæ° ð Ææ ° ∅ ðð ð ß ∅ Æ ð ð (æ Æ ð Æ ð). Æ
 ð Æ ð Æ° ð ð æ æ ð , ß ð Æ -
 ð. ~° Æ° ð Ææ ð ðð ð ð æ ð Ææ ðæ Æ ð
 æ ° ð Æ ð. ~° æ Æ ð ðæ æ Æ æ ð ð
 Æ ð æ ð. ð° ð ð Æ ð ° ð ðæ ð° -
 ðð ß æ ð° . . æðð ð æ Æ ð ð g(x,y), ð° -
 6.1 ° Æ ð ð æ Æ ð ð

ð Æ ð ° æ æ Æ ð

$$f^0(x,y) = f(x,y) \otimes g(x,y),$$

ððð, ð ß æ ∅æ Æ ðð,

$$f^0(x,y) = F^{-1}(F(f(x,y)) \cdot F(g(x,y))) = F^{-1}(F(u,v)G(u,v)).$$

Æ ð G(u,v) ð ß ∅ Æ ð ∅ ð°. Æ ð Æ ß ð ð æ Æ ð Æ ð ∅ æ ð -

Æ ß, ß ß Æ ß ð Æ ð: æ ß ð ð ð ~ æ ð Æ Æ ß ð ð ð, ðæ Æ ∅ ð ð æ Æ

ð Æ ð. ~° ð Æ ° ð Æ ß Æ æ° ° ð ð Æ ð (M × N)
 Æ ° ð, æ ð ð

P × Q, æ P > 2M - 1, Q > 2N - 1. °æ ð ~ Æ Æ ßæ , Æ æ P
 ð Q ° æ æ ð ∅ Æ ð, ð ðæ° (æ Æ ° Æ ° ð ð ð Æ ð ∅) æ æ ß Æ ð ð æ ð ð Æ ð ð æ Æ æ ð.

" ð Æ ° æ æ ß ð ð ð ð ð æ ∅ Æ ° æ ð -
 ° æ ð Æ æ (") ð ßæ Æ æ (') ð° ð. ~ ð " ð ð æ ∅ æ ° æ ß ð ð Æ ð, ' ð° ð, Æ, ß Æ æ ð Æ ð.

, æ Æ " ð° æ æ ∅ ð ∅ ' ð° ð -

Æ . ~ æ LP(u,v) Æ ð " ð°, æ -

Æ ð æ æ ∅ æ ' ð° ß ðæ° æ Æ Æ HP =

1 - LP. Æ Æ Æ ' ð° ß Æ æ ß ° æ æ ° ∅ ð ð Æ -

ð (æ ð ð æ ð æ), Æ ð ð Æ ° Æ æ ∅ ð Æ

t^0 $t \in \mathcal{A}$ $t, \cdot$ $\mathcal{A} t^0$ $t \subseteq$ $\mathcal{C} t$

$HP_E(u, v) = a + b \cdot HP(u, v), \mathfrak{a}$ $a \in \emptyset$ $t, b \in$ $t \subseteq$ $\mathcal{A} t^0$ t .

$\checkmark$ t^0 $t \subseteq t \in \mathcal{A} t \mathfrak{a} t \mathfrak{a}^0 \mathfrak{a}^0 \beta t \mathcal{A} \beta, \mathcal{C} \beta t \mathcal{A}^0 \mathcal{C} t \mathcal{A} t t^0 t \emptyset t \dagger$. $\mathfrak{a}^0$
 $\mathfrak{a} \emptyset \mathfrak{a}$ $\mathcal{A}$ $t \emptyset$, $t \mathfrak{a} \in \mathcal{C}$ ^{0} $\mathfrak{a} t \mathcal{A}$ -
 t t

$$G(u, v) = H(u, v)F(u, v) + N(u, v) \Leftrightarrow g(x, y) = h(x, y) \otimes f(x, y) + n(x, y).$$

$\mathcal{C} t h(x, y)$ $\beta \mathfrak{a}$ $\mathcal{C} t \emptyset \mathfrak{a} \mathfrak{a} t$ $\mathcal{C} t (-),$
 $\mathcal{A} H(u, v) t \mathfrak{a} \mathcal{C} \emptyset \emptyset \mathcal{C} t \emptyset (\checkmark)$. $\mathcal{C} t n(x, y) \mid \mathcal{C} t \dagger$.
 $\sim^0$ t $\beta t \mathcal{A}$ $t \emptyset \mid \mathcal{C}$ $t t \mathfrak{a} \mathcal{C} t \emptyset \dagger$

$$n(x, y) = A \sin \left[\frac{1}{M} 2\pi u_0 (x + B_x) + \frac{1}{N} 2\pi v_0 (y + B_y) \right]$$

$\dots \mathcal{A}$ $\mathcal{A}$ $t \in$ $^0 \mathcal{C} \mathfrak{a} \mathfrak{a}$ βt $t \subseteq$ βt -
 $^0 \mathfrak{a}$, $\mid \emptyset t \mathfrak{a} \mathcal{C} \mid (u_0, v_0) t -u_0, -v_0$. $\checkmark$ $\beta t t \mathfrak{a} \mathcal{C} \mathfrak{a} \dagger t t \mathfrak{a} \mathcal{C} t \mathcal{A} t$: $\mathcal{C} \emptyset \dagger \mathfrak{a} \beta \mathfrak{a}^0 \mathfrak{a} \mathcal{C} t$, $\mathcal{C} \beta$
 $\mathcal{A} t t^0$.

$\mathfrak{a}$, $\mathfrak{a}^0 \mid t^0 \beta t \mathfrak{a} \mathfrak{a}^0 t t \mathcal{A} t t \emptyset t \mathfrak{a}^0 \beta t$. $\mathfrak{a}$ $t \mathcal{A}^0 \mathfrak{a} t \mathfrak{a}^0 \mathfrak{a} \beta \emptyset^0 \emptyset (t \mathfrak{a} \mathcal{C} t t) t \emptyset^0 \beta \emptyset (t \mathfrak{a}$
 $\mathfrak{a} t) \beta$.

$\neg \emptyset$ t t t^0 $t \subseteq$ $^0 \mathfrak{a}$ t t t^0 -
 t . $\neg^0 t t \mathcal{A} \beta \emptyset t t \emptyset t^0 t t$, $\mathcal{C} \mathfrak{a} \mathfrak{a} t \mathcal{C} \emptyset \mathfrak{a} t \mathcal{C} \mathfrak{a}^0$, $\mathcal{C} \emptyset t \mathfrak{a} \mathfrak{a} t$, $t \mathfrak{a}$ -
 $t \mathfrak{a} t \mathfrak{a} t \mathfrak{a} t \mathfrak{a} \emptyset \mathcal{C} \mathfrak{a} \mathfrak{a} t$. $\mathcal{A}^0 \beta^0 \mathfrak{a} \mathfrak{a}^0 t t \mathfrak{a} t \mathfrak{a} t \mathcal{C} \mathfrak{a} \emptyset \mathcal{C} t$, $\mathcal{A}^0 t \mathcal{A}$
 $\mathcal{C} \mathfrak{a} \mathfrak{a} t$ ^{0} t^0 $t t$, $t \mathcal{A}$. t t t^0 t
 $\mathfrak{a} t \mathcal{A} t \mathfrak{a} \dagger t \mathfrak{a}^0 t \mathfrak{a}$, $\mathfrak{a} \beta^0 \mathcal{C} t \mid^0 \emptyset t \mathcal{A} t$.

$\mid$ $\beta \emptyset \mathfrak{a} \emptyset$ $\mid \mathcal{C} \mathfrak{a} \mathfrak{a}$ $^0 t t \mathcal{A}$ $t \mathfrak{a} \mathfrak{a} t \mathfrak{a}$ -
 $t t$ $t \mathcal{A}^0 t$ $t t$ $F^*(u, v) = G(u, v)/H(u, v)$, $\mathfrak{a}^0$ $\mathfrak{a} f^*(x, y) \approx F^{-1}(F)$.
 $\mathcal{C} \emptyset$ $\beta \mathfrak{a} t \mathfrak{a} \emptyset t^0$ $t \emptyset$. $\mathcal{C}$, $\mathcal{A}^0 t t$ $^0 \emptyset H$
 $\mathcal{A}^0 t \mathcal{A}^0 \beta$, $\mathcal{C} \mathfrak{a}^0^0 \mathfrak{a} t \mathcal{A} t \mathfrak{a} \dagger$.

$\neg^0 \beta^0 \mathfrak{a} t \mathfrak{a} \mathcal{C} t^0 t$. $\neg^0 t \mathfrak{a} \mathcal{C} t \emptyset t^0 t \emptyset t \mathcal{A}^0 t t \hat{f}$, $t t t t \emptyset \mathcal{C} t D = \langle (f - \hat{f})^2 \rangle$. $\neg$ $t t \emptyset t \mathfrak{a} \emptyset$
 $\mathcal{A}^0 \mathfrak{a} t t \mathfrak{a} t \mathfrak{a} \mathcal{C} t \mathfrak{a} \mathcal{C} \emptyset \emptyset$

$\mathcal{C} t t t$ $\mathfrak{a} t \mathfrak{a} \mathcal{C} \mathfrak{a} \mathfrak{a} \mathcal{C}$ $\dagger$.

$^0 \mathfrak{a} t \beta \mathfrak{a} t \mathfrak{a}^0$, $\mathfrak{a} \mathfrak{a} \mathcal{C} \mathfrak{a} \emptyset^0 - \mathcal{A} t$. $t^0 t \beta t \emptyset^0 t^0 \mathfrak{a} \mathcal{A} t \mathfrak{a}^0$, $\mathfrak{a} \beta t t^0 t t$.

$\mid$ $\mathcal{A} \mathcal{A} \emptyset$ $\mathcal{A}^0 \emptyset \mathcal{A}^0 \mathfrak{a} t t$ $\beta t \mathcal{A}$ $t \emptyset^0 \mathfrak{a} \mathfrak{a}$ -
 $t \mathcal{A} \mathfrak{a} \mathcal{C}$. $\neg$ $\mathfrak{a}$ $t \mathcal{A} \mathfrak{a} \mathcal{C}$ t $\mathfrak{a} \mathfrak{a} t \mathfrak{a}$ $\mid \mathfrak{a}$ t
 $\mathfrak{a} \mathcal{C} \mathfrak{a}$, $\mathfrak{a} t \mathfrak{a}$ $\mid^0 \mathcal{C}$ $\mathfrak{a} t$, $\mid \beta t \mathfrak{a} t \mathfrak{a}$ $\mid$, $\mathfrak{a} t \mathfrak{a}$ $\mid$
 $\mathfrak{a} t \mathcal{A}^0 t t \mathfrak{a} t \mathfrak{a} t$. $t \mathcal{C} \mathfrak{a} t \mathcal{A} t \mathfrak{a} \mathcal{C} \mathcal{C} \mathcal{C}^0 t \beta t \mathcal{C} t \mid (t \mathfrak{a} \mathcal{C} \mathcal{C} \mathfrak{a} t \mathcal{C}^0 t t t \mathcal{A}$ -
 $t \mathfrak{a} \mathcal{A}$), $\mathcal{C} t$ $t \beta t \mathfrak{a} t \mathfrak{a}$ $\mid$, $t \mathfrak{a}^0$ $\emptyset t \mathfrak{a}$ $^0 \beta$
 $t \mathfrak{a} \mathcal{C} \mathfrak{a} \mathfrak{a}$ $\mathfrak{a} t$ $^0 \mathcal{C}$.

[illegible][illegible]

2008

```

error('"' tæº æ ') end
' CE      t, tæ æt CEæ tæ CE t t. ' ,      Æ      º      CE -
æ      CEæ      æ      æ      tæ 'pwr2'      Æß      º Æßæ t      º ,
t , 'w'.

```

```

~Ø Æ CE t lpfilter º t ß t CE æ ß t º      ß      CE t t      CE -

```

```

function [H, D] = lpfilter(type, M, N, D0, n) % H =
lpfilter(type, M, N, D0, n)

```

```

% ß tæº      CE t H t CE      æ      æ      tº
% t      type MxN %
% t      type:
% 'ideal' t      º ßØ " tº      æ      æ      Ø      æ CE t D0>0
%      n      Æ      º
%
% 'btw' " tº      `      æ      (Butterworth)      CE      n (      º . 1)
%      æ      æ      Ø      æ CE t D0>0
%
% 'gaussian' " tº      ^ ææ æ æ      Ø      æ CE t D0>0, n      Æ      º
%
% æ      æCE t º t      t      ææ tØ      :
[U, V] = dftuv(M,N);
D = sqrt(U.^2 + V.^2);
switch type % ßÆ t t tº case 'ideal'
    H = double(D<=D0);
    case 'btw' if nargin == 4 n
        = 1;
end
H = 1./(1 + (D./D0).^(2*n)); case
'gaussian'
    H = exp((D.^2)./(2*(D0^2)));

```

```

otherwise
    error('"' t      æ ßØ t tº ')
end

```

```

~º      Æ t t Ø      CE t : dftuv (      æ t CE t
tæ t ,      º æ t CE      æ ßØ Øº Æ Ø Æ ) :

```


3. æ^a t CE t t^o G PQ(1)×PQ(2), æ^ot t^o
 Æß^o t , t^o tÆ Æt ß ^ot G=fftshift(G);

4. t æ t æ CE æ æ :

FF = G.*F;

5. Ø t Ø æ æ Æ ^a Æ t FF:

ff = real(ifft2(FF));

6. ß tØ^o ßØ ^a ^o tCE tæ t ß :

ff = ff(1:size(f,1), 1:size(f,2));

~ Æ t t Æ t t CE ß ' t^o ß.

```
>> PQ = paddedsize(size(BW));
>> D0 = .05*PQ(1);
>> HBW = 1 - lpfilter('btw', PQ(1), PQ(2), D0, 2);
>> H = .5 + 2*HBW;
>> gbw = dftfilt(BW, HBW);
>> gbw = im2uint8(mat2gray(gbw));
>> ghf = dftfilt(BW, H);
>> ghf = im2uint8(mat2gray(ghf));
>> ghe = histeq(ghf, 256);
>> imshow(ghe);
>> figure, imshow(BW)
```

l CE t statmoments(p, n) ^o ß tæ^ot ^o ß æ tæ tæCEt ß t ß p ^ot t ß n.

~ t t CE t t ^o t Æ t t -
 t t^o t. ~ Æ æCE ^o CE ^ot ß tØ CE æ -
 t. CE t adpmedian(g, Smax) ^o æ Ø æ ^o t -
 t t^o t t Æ t g æ CEæ t ^o ß CE Smax.

, tæ t ^a CE t t:

function f = adpmedian(g, Smax)

% adpmedian æ Ø æ ^o t t t^o t

% t ßØ t^o t æ CE 3 x 3 t

% ^ot t æ Smax x Smax

% Smax ^o Æß " - - " ^oß , Æ ^ot 1

%


```

>> C = checkerboard(NP, M, N);

% ı ı Ć ı æĆıı æ ıø Ć Ć ı NP, ıæı æ Ć M ı ıæı æ ıĆ N.
% æ      ı      ı      ı      Ć      ı æ      ø ıı      ø æĆı:

>> f = checkerboard(8); % ıı      æĆ      ı 8ı8
>> PSF = fspecial('motion', 7, 45); %      — æ      ß      ı      7      Ć
>> h = imfilter(f, PSF, 'circular'); %      ıĆıı æĆ      æ      Ć      æ      ıı
>> noise = imnoise(zeros(size(f)), 'gaussian', 0, .001); % ı
>> g = h + noise; %      ı      ı      ı æ      " æĆ "

ı 'ı æĆ ıı ı ıı æ Ć ı ø deconvwnr. 'ß ı deconvwnr(g, PSF), ı æ ß ı ı ı /æıı ı
ıĆ      ı. '      ı      deconvwnr(g, PSF, NSPR)      ı æ ,      ı /æıı ı
    Ć æ      (ııı ææı ) NSPR. °      ı      deconvwnr(g, PSF, NCORR,
    FCORR) ı æ ı æ ß ı Ć ı ß Ć ıı NCORR ı ı FCORR ıæĆ æ ı Ć ı.
%      Ć      ı      ı      ı      æĆıø ıı Ć      ı      ı Ć      ı:

>> fr1 = deconvwnr(g, PSF); %      æ øı      ıı      ı
>> Sn = abs(fft2(noise)).^2; %      ø æ      ı
>> nA = sum(Sn(:))/prod(size(noise)); % æ      ø æ      ı
>> Sf = abs(fft2(f)).^2; %      ø æ      ı Ć      ı
>> fA = sum(Sf(:))/prod(size(f)); % æ      ø æ      ı Ć      ı
>> R = nA/fA; %      ı ı ı /æıı ı
>> fr2 = deconvwnr(g, PSF, R); %      ææ      ı ı æ      ı
>> NCORR = fftshift(real(ifft2(Sn))); %      Ć      ı ı ß      Ć ıı
>> FCORR = fftshift(real(ifft2(Sf))); % - // -
>> fr3 = deconvwnr(g, PSF, NCORR, FCORR);
>> imshow(fr1)
>> figure, imshow(fr2)
>> figure, imshow(fr3)
>> figure, imshow(g)

```

6.3 ʔ ɔ æ æ ɔ ʌ ʃ ɔ ʔ

$\checkmark \text{æ}^{\circ} \quad \text{t} \quad \text{Æ} \quad \text{t} \quad \text{CE} \quad \beta \quad \text{æ} \quad \text{Æ}^{\circ} \text{t} \text{CEt} \quad \text{CEt} \quad ^{\circ}, \quad \text{CE}, \quad \text{æ}^{\text{a}}$
 $\text{t} \text{æ} \beta \text{æ} \beta, \text{Æt} \text{t} \beta^{\circ} \text{a} \text{ææ}^{\circ} \text{t} . \checkmark \text{æ} \text{t} \text{t} \text{æ} \text{Æt} \text{t} \text{CEæ} \text{t}^{\circ} .$

~

β ∅^o Æ t^o æ MATLAB t ∅t

t æ a Wavelet Toolbox. æ tæ^o CE æ^o β

CE t^o t ∅t^a t æCE^a t ∅æ CE æ^o -

t^o β CEt: βÆ t ∅^o ∅ t^o t^o t^o -

CE t^o t... CE ∅ æ t Æ t (t^o æ t^a tæCE) CE Wavelet 2D. ~ CEæ t t ∅ æ^o t β t ∅^o

t, βÆ tÆ^o t ∅t∅ t^o t^o.

6.3 ʔ ɒ æ æ ɒ ʌ ʃ ɒ ʔ

1. $\varnothing \in \varnothing \quad \in \in -\circ \text{t} \text{Æ} \text{t} \quad \text{Æ} \quad \text{t} \quad \text{t} \quad \varnothing \text{t imtool} (\circ \text{t} \text{Æ} \quad \text{imread}).$
 æ-
 $\circ \text{t} \text{t} \text{Æ} \text{t}, \text{t} \text{t} \text{Æ} \text{t} \text{Æ} \circ \text{t}.$ " $\text{t} \text{t} \text{Æ} \text{t} \text{Im}.$ $\sim \text{æ} \varnothing \text{æ} \in \text{t} \text{Æ} \text{t}, \text{Æ}, \text{t},$
 $\text{Im_sp.} \text{æ} \varnothing \text{æ} \quad \text{t} \quad \circ \text{Æ} \quad \text{t} \quad \text{t} \text{æ} \in \quad \text{Æ} \quad \text{t} \quad \in \text{t} \text{Æ} \quad \text{t} \quad \text{t}$
 $\text{Æ} \text{æ} \in \quad , \quad \text{Æ} \quad \text{t} \quad \circ \quad \in \quad .$
2. $\sim \circ \quad \text{Æ} \quad \text{Æ} \quad \text{t} \quad \text{Æ} \quad \text{t} \quad \text{æ} \quad \varnothing \quad \text{Æ} \quad \text{t} \quad \in \quad \circ \text{t} \quad -$
 $\text{t} \text{t} \text{Æ} \text{t} \text{Æ} \text{Æ} \text{Æ} \text{æ} \in \text{t} \circ \text{Æ} \text{t} \text{t} \text{Æ} \text{t} \text{æ} \text{t} \text{æ} \text{t} \circ \in \text{t} \varnothing \sin(x), \cos(x), \exp(x), \exp(-x^2), \ln(x) (x$
 $= [1:256]).$ " $\text{t}, \circ \varnothing \in -$
 $\text{t} \text{t} \quad \text{Æ} \quad \circ \quad \text{æ} \quad \text{t} \quad \varnothing \text{t} \in \quad \text{Æ}$
 $\gg \text{Im_sin} = \text{histeq}(\text{Im}, \sin([1:256]));$
3. $\varnothing \in \text{t} \quad \text{t} \quad \text{Æ} \quad \text{t}, \quad \text{t} \quad \circ \quad \text{t} \quad \text{æ} \circ \quad \text{t} \quad \text{Æ} \quad \text{æ}$
 $(\text{probab}), \quad \varnothing 0.07. \quad \text{t} \quad \varnothing \quad \text{t} \circ \quad \text{t} \text{t} \quad -$
 $\circ \text{t} \text{t} \varnothing \text{Æ} \text{t} \text{Æ} \text{t} : \text{t} \circ \text{t} \text{t} \text{æ} \in 3 \times 3, \text{Æ} \circ \text{t} \in 2 \times 4. \text{Æ} \text{t} \circ \text{Æ} \in .$
4. " $\text{Æ} \text{t} \text{m-} \varnothing \circ \text{Æ}, \text{Æ} \text{t} \text{t} \text{Æ} \circ \text{æ} \varnothing \text{æ} \circ \text{t} \text{t} \text{Æ} \varnothing \text{Æ} \circ \text{æ} \text{t}.$ $\sim \text{æ} \varnothing \circ \text{t} \text{Æ} \text{t} \text{Æ} \text{t} \circ \text{Æ} \text{t} \text{t}$
 $\text{æ} \text{t} \text{t} \text{t} \circ \text{Æ} \text{"} \text{t} \circ, \text{t} \circ \text{Æ} \text{'t} \circ, \text{"} \text{t}$
 $\text{t} \circ \quad \text{æ}, \text{"} \text{t}' \quad \text{t} \circ \quad \text{ææ} \quad (\quad \text{Æ} \quad \in \text{t} \text{'t} \text{"} \quad \text{t} \circ \quad \text{æ}$
 $\text{t} \text{t} \quad , \quad \circ \quad \text{t} \circ \in \text{t} \text{HP} = 1 - \text{LP}, \text{Æ} \quad \text{LP} \in \text{t} \text{æ} \quad \text{æ} \quad \varnothing \text{Æ} \quad \text{"}$
 $\text{t} \circ \quad).$
5. $\varnothing \text{m-} \varnothing \circ \text{adpmedian.m.} \text{t} \text{æ} \text{t} \quad \text{æ} \quad \text{t} \quad \circ \quad \text{t} \quad \text{Æ} \quad \text{t}$
 $\text{t} \quad \varnothing \text{t} \quad \text{t} \quad \text{Æ} \quad \text{t} \quad \text{t} \circ \quad . \quad \text{t} \quad \circ \quad \text{æ} \quad -$
 $\text{t} \quad \varnothing \quad \text{t} \circ \quad \text{t} \varnothing.$
6. $\varnothing \text{t} \text{Æ} \text{t} \text{t} \text{t} \text{Æ} \text{æ} \varnothing \in \text{t} 20 \times 20 \text{t} \in \text{æ} \circ \varnothing. \text{t} \text{Æ} \text{t} 11 \in \text{Æ} \text{Æ} 45^\circ. \sim \text{Æ} \text{Æ} \text{ææ} \text{t} \text{æ}$
 $\text{t} \text{æ} \in \text{t} \text{t} \text{t} 0 \text{t} \text{æ} \in \text{t} \text{Æ} \text{t} 0.01. \text{t} \circ \varnothing \text{t} \text{Æ} \text{t} \text{t} \varnothing \text{t} \text{æ} \text{Æ} \text{t} \text{æ} \in \text{t}$

7. Wavelet Toolbox.

1. $\circ \text{CE} \text{ tCE} \text{ ææ} \text{ t æ} \circ \text{Æ} \text{ tÆ} \text{ t} ? \text{ æ} \text{ tÆ} \text{ t} \circ \text{t æ} \text{ }^{\text{a}} ?$
2. $\text{CE} \text{ t tÆ} \text{ t} ? \sim \emptyset \circ \text{t æ} \beta \text{ t} \text{ tCE} \text{ t}^{\text{a}} \text{ tÆ} \text{ t} : \text{æ} \text{ t} , \text{ æ tÆ} .$
3. $\text{Æœ} \text{ æ} \text{ t t t æCE} \text{ t} \emptyset \text{ æ} \beta \text{ æ} \circ \circ \beta (6.1), \text{ t } \emptyset \text{ t}$
 $\text{ }^{\text{a}} \beta ?$
4. $\text{CE} \text{Æ} \text{ t tÆ} \text{ t æ} \text{ æ} \emptyset \text{Æ} \circ \text{æ} \text{ t} ? \text{ æ} \text{ æ} \circ \text{tCE} \text{ tCE} \text{ t t t} , \text{CE} \text{CE} \text{ t t æ tÆ} , ,$
 $\text{ t} \circ \text{t} , \beta \text{ t} , \text{CE} \circ \text{t} \beta \text{Æ} \text{ t} ?$
5. $\text{CE} \text{ }^{\text{a}} \text{tæ} \text{ }^{\text{a}} ? \circ \text{CE} \text{ t} \emptyset \text{ t t} \emptyset \text{ æ} \text{ }^{\text{a}} \text{tæ} \text{ }^{\text{a}} \emptyset \circ \text{tCE} \text{ æ} \text{ tÆ} \text{ t} ?$
6. $\text{æ} \text{ æ} \circ \text{t} \circ \text{t} \emptyset \beta \text{ t t t} \circ \beta \text{ t} \circ \beta \text{CE} \text{Æ} \text{ t æ} \text{ æ} \emptyset \text{Æ} \circ \text{æ} \text{ t} ?$
7. $\sim \emptyset \circ \text{t}^{\text{a}} \text{ tæCE} \text{ }^{\text{a}} \text{Æ} \text{ t} . \circ \text{CE} \text{Æ} \text{ æCE} \text{ tÆ} \text{ t} M \times N \text{CE} ?$
8. $\text{ tCE} \text{ t} \circ \text{t æCE} \text{ tÆ} \text{ t} ? \circ \text{CE} \emptyset \text{ t tæCE} \text{ t} \emptyset \text{ æ} \beta \text{ æ} \circ \text{æ} \text{ æCE} ?$
9. $\text{ t æ CE t Æ t CE æCE t -}$
 $\text{ t} (0,0) ?$
10. $\text{ " t æ } \beta \text{ æ CE} \text{ t}^{\text{a}} \text{ tæCE} \text{ }^{\text{a}} \text{Æ} \text{ t}$
 .
11. $\text{ }^{\vee} , \text{ æ} \text{ æ} \text{ t æ CE} \text{ t} , \text{Æ} \text{ t CE CE} \text{ t}$
 $\text{ tæ} \circ \text{æ} \text{ tÆ} \text{Æ} \text{CE} \text{ tÆ} \text{ t} \emptyset \text{æ} \emptyset \text{Æ} \circ \text{æ} \text{ t} ?$
12. $\circ \text{CE} \emptyset \text{ t t æCE} \text{ t} \emptyset \text{ æ} \beta \text{ æ} \circ \text{æCE} \text{ t ææ} \text{ tCE} \text{ t t t æCE} \text{CE} \text{ t} ; \text{CE} \text{CE} \text{ t tCE}$
 $\text{ tæ} \text{ tCE} \text{ t æ} \beta \text{ æÆ} \emptyset ?$
13. $\text{ }^{\vee} \text{CE} \text{CE} \text{ tCE} \text{ tÆ} \text{ t t æ}$
 t t-

¿? ¿?

14. ° CE ß æ t æ t æ CE t t æ Ø t° t t?
15. ° CE Ø° a t æ CE Ø t° t t æ ø æ Ø Æ° æ t?
16. ' CE° æ æ Æ° æ t t Æ t Ø? ~ æ t t
t æ CE t t æ t æ , æ ø t t CE t æ ß

79

						6	Æ	Æ	CE	Ł	Æ	ŁØ
17.	CE	æCE °Ł	Æ	Ł ?								
18.	° CEŁ	æ	ß	Ł ß	Ł	ßı	Æ	ŁØ	ß	?		
19.	°Ł	Ø	æ	ß	† æŁ	Ł°	ŁŁ	æ	Ø	Æ° æ Ł.		

1

1977^a ææ æCE æt ~. .° Æß° æ ætæ ææ t° Ø æ CEt TEX (t æt æ CE CE i). ætæ æ° CE ° æ æ t CE ßi ætæ æ CEt, ° øti æ t æCEt CEæ ß° Æ Ø æ° æ t, CE ßi æ Æß Æt æ t t æCE ææ æ t- t i. CE, tæ CEæ ß tæ TEXe ° æ°, , ° 80-1^a Æ ° CE ßCE æ TEXt ° æ L^aTEX (t æt æ CE CE ° i). ~° Æ ß æ ÆtÆ°t æ t Ø Æß° Æ CE æt t, CE CE BibTEX. ø æ æ æti æt t Ø TEX, t t ø Æ ° CE æ t ° t. æi ß Ø°ß L^aTEX Æß t æt t .tex, CE, tCE æ ° æ Æ t æ t æt t, ß Ø° CE CE æ, i my.new.source, æ° CE CE t° L^aTEX t æ Ø°. ß CE t° t æ CE Ø latex, CE æ CE Ø CE ß æ t Ø° æ tæi ß CE CE. æ°t CE, Æ CE t°t CEæ t CE - Ø æ CEt. — ° CE t° t t ° æ Ø° æ æt t .dvi. ~° æ CEt CEæ CE t æ Æi t Æ PS t°t PDF. ~ t CE t° t t ° æ CE ° t ° ß Ø°ß, æ øt ß ÆtÆ°t æ t æCE CE °, CE °, æ° - t t, CE æ ßi ææß°CE i. ° Ø° L^aTEX æ æ t t i æ Ø: Æ °ß, CE Ø Æ - ß CE° ææ CE, æ CE t CE, ßCE, tæ ° ß t t ß, CE æ Æß ° ß ß CE CE ß; t ° CE, CE° æ CE t \begin{document} t \end{document}. Æ ß Ø æ° t CE Æt t Ø t æCE ° CEti Æ CE t°t Ø -Æ CE ß (ææCEt Æ CE ß, CEæ t, æ æ CE -Æ CE i) CE ß, æ° ° æ ° æ CE Ø. æ ß CE ß æ ° t æ ßi æCE ÆCE i (Æ ° ß æ ß) t°t CE ßi æCE ÆCE i (Æ - ° ß æ ß). æti CE æ t æ CE Ø, t : \section{— °} t \section*{— °} (t æ CE Ø æ° - CE° ° æCE t t æ° ° t). ^° L^aTEX æ t (t æ ° Æ Ø ß) Æ t t t æ° ßi CE. ~, t t æ ßi æ Øæ ° æ t t Æ tCE t t CE, Ø, CE æ ßi ææß- ° CE, tæ Ø, ÆtÆ°t æ t æCEti ææß° CE, t t ° t æ æ, ° CEt t æCEt æ t

æ æ æ æ.

Ø Ø CE Ø Æ °ß ° Æß CE t æ CE° ææ . æ ø æ ° æ CE Ø \documentclass[t t]{CE° ææ}, æ t t (-

10pt, 11pt, 12pt) Æß æ° øt t:
 i);
 a4paper Æ æt ° t t æ t ß;
 twoside t t ° iæ (° æ t i CE° æ-
 æ); titlepage t t ° t t t ° ø æ t . ° ð , ð Æß t æ t t t . ° ææ CE ° Æß
 t t æ° øt i:
 book CE t ð (iæ , tÆ ° CE Æ t CE t , æ ° CE
 ° ø æ t); report CE° (, t CE t ð , t æ i);
 article æ (æ , æ ° CE æ æ ß -
 t ° , t ø æ i , ^ ° i);
 slide t (æ Æ t t ° æ t ° t t ø ß i t ø).
 ° t CE° ææ Æ ° æ° ° t ß i CE CE -
 ° ° t CE° t CE: \usepackage{ CE }. ~ CE æ ° æ Æ ø ß i æ t æ ° ø t iæ CE CE (° ° æ CE ø
 CE , ð æ t t Æ .sty). ^ ° ß t CE t ° æ inputenc, øt ø i CE t CE CE , t babel, øt ø ß CE CE (° t æ CE
 ø ææ CE t æ t CE t t ° ææ CE t Æ ° æ° t t CE t CE -
 t t).

I ° CE æ t æ° ° æ t æ t ° t CE , CE ß Æ æ æ t ß i ø ø°. ° ð , ° CE ß t ° t ß i CE CE . CE , æ°
 t , ° CE ° CE CE æ ø æ ø t t ð ð æ° Ææ ° t . ^ ø ° æ æ° ° æ æ t ° ,
 CE° t ð ß æ CE Æ CE t , CE æ CE Æ CE t , æ ø t CE t : \begin{ - }... \end{ - }. æ , ° CE ° æ æ -
 æ ð ø. Æ ß t CE ° ß ° æ æ ø æ CE ø.
 CE æ° t , , CE CE t ° Æ ß CE ð t t , L^ATEX t TEX æ t CE t CE æ , ø t ø ð ð Æ CE t ° . ° t ° æ °
 Æ ø CE æ , ø ß ø æ CE æ°
 символы процента.

© Емельянов Э.В., 2008

° CE, tæi ß ø CE t t ° ð CE æ t Æ ß æ° t-
 CE:

```

\documentclass[12pt]{article} % , CE æ° = 12 CE
\usepackage[koi8-r]{inputenc} % 'i CE t CE - ° „8— \usepackage[russian,
english]{babel} % æ ß i ß CE 2
\begin{document} % ° ° CE
\section{~ Æ ß ø } % — ° CE
~ t , t !!! % tæ Æ ß Æ t ð °

% ~ æ æ CE Æ i t ° CE t CE Æ
Hello, world!!! % t - æ ø t ø æ CE t
% ' CE CE Æ ° æ ° æ æ CE
  
```

```

\end{document} % °
°
CE

, CE ß dvi Ø° t øt CE CE ð -øtÆ æ øtCE CE -
ð CE° ææ , t , kdvi, xdvi t°t evince. ~° CE t t dvi ps tæ ° æ CE dvips. ~æ°t CE Ø °t
t ( t Ø° ), æ æ° CE t t æ æCE t t æ t
° t ( . . ß CE ß ° æ CE ß
t lpr). ~° æ t t æ æCE t Ø° Æ t t CE
-o Ø°.ps æ° t t dvi Ø° . . . , ° ° t ps Ø° a.ps t tæ t a.tex Æ t t æ Ø t æ° ß ° t CE Ø æ CE : latex
a && dvips a -o a.ps

( æt t t Ø° dvi t tex CE ß ).
~° æ t ð ° CE CE tæ ° æ CE \maketitle. -
CE , ° ð , Æß ° , CE CE t t Æ t t æ t ð ° CE, tæ ° t CE :

\author{ .'.~ 1 \and .'.~ 2 } % ß
\date{~ } % , Æ ø CE CE Æ°tCE t t
\thanks{° t t } % æ æCE t t ° Ø æ t ß
\title{~ t t Ø Æ°tCE t t }

Æ t t t CE t° ß (~): Æ ß ß Ø Æ ° ( . . æ , ð ° æ CE ).
— Æ tCE t CE æ ø æ ° æ ( tæ t æ t ð CE° ææ ) CE t: part, chapter, section, subsection,
subsubsection, paragraph,
subparagraph ° æ t, ð° ß, ° , ° , ° , Æ ,

```

° CEt t æCEt æ t

Æ . ¯æ°t Æt t CE° t CE CEæ t° t, ¢ æ° -
 ° t CE t Æ tCE t t (. . \chapter{} t°t \section{}
 tæ t æ t æ t° CE), ¢ t° t CE CE -
 \appendix, ø t æ Ø Æ CE ß Æ t, t t ~ t° t ¢.

| ~° CE t t t tæ ° æ CE ß Huge, huge, LARGE, Large, large, normalsize, small, footnotesize,

scriptsize, tiny, t: **Huge huge LARGE Large large norm small foot**

script tiny

.. t t t t t æ CE t: \bf (t ßØ),
 \tt (t CE), \sl (CE° ßØ), \sc (°ß ¢° ß), \it
 (CE æt), \rm (° ßØ). ° t , tæ° ß ° CE
 CE ß Øæ æ CEæ , æ° øtØ t t, ° -
 ° ßØ t Æt t °tÆ æ ° æ CE Ø \rm,
 °tÆ CE° t ßØ æ CE CEæ ¢ (t ¢ ß t æCE ÆCE t, CE CE CE t, °tÆ CE CE ¢ Ø CE ß). ° ¢ , CE -
 Ø \underline CE CEæ , CE Ø \fbox æ t CEæ CE .

~° ° t Ø Ø æ ¢ t CE t itemize (° CEt ¢) t
 enumerate (° ¢). L^AT_EX ° æ t æCEt CE æ ß ææß°CEt.
 ~° ¢ ,

Æß æ ææß°CE ° æ Æ°tCE t t, æ ° æ CE Ø \label{ CE }. ¢ ¢ æ CEæ CE °
 ææß°CEt æ t æ CE Ø CE \pageref{ CE }, ° ææß°CEt
 ° (t°t CE) \ref{ CE }, ° ææß°CEt ° \eqref{ CE } (æ° æ° °ß Æ CE° CE ¢°ß æCE ÆCEt).
 CE CE CE æ t CE t æ æ æ t ° ßØ Ø°, æ t ß æ t ¢ , ° t° ¢ Æ t ææß° CE Æt t CE -
 t°t CE Ø CE ß.

| °ß CEæ ° æ ßCE° ß (æ øt ° Ø æ CE Ø) t
 t CEæ ß . ¢ t CEæ ß °ß Æ ° æ CE CE t
 °° (t , \$\sin x=0\$), ßCE° ß ß t CE t °°
 (t , \$\$\sin x=0\$\$).
 ¢ t t t t CEæß æ L^AT_EXt øt æt ° t -
 CE ° CEæ t CEt t, æ æ . ~ t , æ°t t CEæ °
 æ æ Æ ° ¢ æt ° , Æt t Æoe : t t t t ¢ . ¢ t-

$$\int_0^{2\pi} \sin x \, dx = 0$$

\$\int_0^{2\pi} \sin x \, dx = 0\$

$$\frac{1+i}{1-i} = \frac{1+2i-1}{2} = i,$$

$$(\mathbb{C} \setminus \{0\} \cong \mathbb{C}^{\times} \cong \mathbb{R}_{>0} \times S^1, \text{ where } z = re^{i\theta} \mapsto (r, \theta) \in \mathbb{R}_{>0} \times S^1).$$
$$\begin{array}{l} \text{æ} \in \mathbb{L} \wedge \mathbb{C} \in \mathbb{B} \wedge \mathbb{C} \neq \emptyset, \text{æ} \neq \emptyset \wedge \emptyset \neq \emptyset \wedge \text{æ} \in \mathbb{L} \wedge \emptyset \in \mathbb{C} \in \mathbb{B}, \mathbb{L} : \rho \setminus \text{rho}, \chi \setminus \text{chi}. \quad \text{æ} \in \mathbb{B} \wedge \text{æ} \in \mathbb{L} \wedge \\ \mathbb{L} \in \mathbb{B} \wedge \mathbb{L} : \Sigma \setminus \text{Sigma}, \Xi \setminus \text{Xi}. \end{array}$$
$$\begin{array}{ccccccccccccccc} \sim \varnothing & & \mathfrak{t} & & \mathbb{C} & \mathbb{C} & & \mathbb{A}^\circ \mathfrak{t} & & \mathfrak{a} & \mathbb{C} & \mathfrak{a} & & \beta_1 & & \mathfrak{t} & \mathfrak{a} \mathbb{C} \mathfrak{t}_1 & & \mathbb{C} - \\ \mathfrak{t} \emptyset \mathfrak{t} & & \mathfrak{t} \emptyset (& & \mathfrak{t} \mathfrak{a} \mathbb{C} \mathbb{C}^\circ & & \mathfrak{t} & & \mathfrak{a} & & \emptyset \mathfrak{t}_1 & & \mathfrak{t} & & \backslash \sin). \end{array}$$

$\sqrt{x}$	$\sum A$	$\prod A$
$\sqrt{x} \Rightarrow x$	$\sum A \Rightarrow A$	$\prod A \Rightarrow A$
$\vec{E} \Rightarrow E^\sim$	$\frac{a}{b} \Rightarrow \frac{a}{b}$	$A \times B \Rightarrow A \times B$
$A \cdot B \Rightarrow A \cdot B$	$a \cdots b \Rightarrow a \cdots b$	$a \ldots b \Rightarrow a \ldots b$
$\hat{A} \Rightarrow \hat{A}$	$a \leq b \geq c \Rightarrow a \leq b > c$	$\ddot{y} \Rightarrow y''$
$X \equiv Y \Rightarrow X \equiv Y$	$\rightarrow \Rightarrow \rightarrow$	$\dot{a} \Rightarrow a'$
$a \propto b \Rightarrow a \propto b$	$x \pm y \Rightarrow x \pm y$	$a \sim b \Rightarrow a \sim b$
$\partial z \Rightarrow \partial z$	$f \otimes g \Rightarrow f \otimes g$	$\infty \Rightarrow \infty$
$\Re y \Rightarrow \Re y$	$\Im y \Rightarrow \Im y$	$a \in b \Rightarrow a \in b$
$\int_a^b f(x) dx \Rightarrow \int_a^b f(x) dx$	$\oint_a^b f(x) dx \Rightarrow \oint_a^b f(x) dx$	
$\lim_{x \rightarrow 0} f(x) \Rightarrow \lim_{x \rightarrow 0} f(x)$	$\underbrace{x}_0 \Rightarrow \underbrace{x}_0$	
$\overbrace{y}^1 \Rightarrow \overbrace{y}^1$	$a^{b^c}, a^{b^c} \Rightarrow a^{b^c}, a^{b^c}$	
$\leq$	$\in$	$\notin$
$\leq$	$\in$	$\notin$
$\leq$	$\in$	$\notin$

$\backslash \Rightarrow \circ \beta \emptyset : < >$
 $\backslash : \Rightarrow \text{æ}$
 $\text{t} \emptyset : < >$
 $\backslash ; \Rightarrow \text{Æ} \circ \text{t} : < >$
 $\backslash \text{quad} \Rightarrow \text{Æ} \circ \text{t} \emptyset : < >$
 $\backslash \text{qqquad} \Rightarrow \emptyset \emptyset : < >$
 $\backslash ! \Rightarrow \text{t} \circ \beta \emptyset : < >$
 $\sim \circ$
 $\text{æ} \text{Æ} \text{Æ} \text{Æ}$
 $\emptyset \beta \text{æ} \beta$
 $\text{tæ} \circ$
 Æ
 $\beta \backslash \text{left},$
 $\backslash \text{right} \text{t} \backslash \text{mid} \circ \circ \beta \text{t},$
 $\beta \text{t} \text{tæ}$
 $\text{t} \text{t} \text{æ}$
 $\text{t} \text{t} \circ \emptyset, \text{æ}$
 æ
 $(\text{æ} -$
 $\circ \text{t} \circ \text{Æ} \text{t} \text{æ} \text{t} \text{t} \circ, \text{Æ} \text{t} \text{t} \text{æ} \text{t} \text{t} \text{Æ} \circ \text{æ}, \text{Æ} \text{Æ} \emptyset \text{æ} \text{tæ} \text{Æ} \emptyset \backslash \text{right}. \text{t} \circ \text{t} \backslash \text{left}). \circ \text{æ}, \text{t} \text{t} \text{t} \circ -$
 Æ
 æ
 $\text{t} \text{t} \circ \emptyset \text{Æ}$
 $\text{t} \backslash \text{bigl}, \backslash \text{bigr}, \backslash \text{bigm}, \dots, \backslash \text{Biggl},$
 $\backslash \text{Biggr}, \backslash \text{Biggm}:$

3. - i!

$$\backslash\mathrm{Bigl}(\backslash\mathrm{biggl}[a\backslash\mathrm{bigm}|b\backslash\mathrm{Bigr}]\backslash\mathrm{Biggr}) \quad \Rightarrow \quad a^{-}b \quad ;$$

`\left(\frac{\left(x^2+y_1\right)^3}{x\bigm|y^3}\right)`

$\Rightarrow$

$$\left(\frac{(x^2+y_1)^3}{x|y^3}\right).$$

`\begin{equation}\begin{array}{ccc}`
`\sin x& 0& \cos x\\`
`\cos x& 0 & \sec x \end{array}`
`\label{matrix}\end{equation}`

$$\begin{array}{ccc} \sin x & 0 & \cos x \\ 0 & \operatorname{tg} x & 0 \\ \operatorname{cosec} x & 0 & \sec x \end{array} \quad (1)$$

`\begin{equation}\begin{array}{rcl}`
`x^2+b_1\cdot x \quad &=& c_1,\\`
`x^2+b_2\cdot x \quad &=& c_2. \end{array}`
`\right.`

`\left\{ \begin{array}{rcl}`
`a_1\cdot`
`x^2+b_1\cdot x \quad &=& c_1,\\`
`x^2+b_2\cdot x \quad &=& c_2. \end{array}`
`\right.`

`\begin{equation}\begin{array}{rcl}`
`a_1\cdot`
`x^2+b_1\cdot x \quad &=& c_1,\\`
`x^2+b_2\cdot x \quad &=& c_2. \end{array}`
`\right.`

```

\left\{ \begin{aligned} a_1 \cdot \\ x^2 + b_1 \cdot x &= c_1, \\ a_2 \cdot \\ x^2 + b_2 \cdot x &= c_2. \end{aligned} \right.

```

␣ : æ° ␣ ° ␣æ ° ␣ Ⓐ ␣ array,æ alinged:

$$\begin{cases} a_1 \cdot x^2 + b_1 \cdot x = c_1, \\ a_2 \cdot x^2 + b_2 \cdot x = c_2. \end{cases} \quad \begin{cases} a_1 \cdot x^2 + b_1 \cdot x = c_1 \\ a_2 \cdot x^2 + b_2 \cdot x = c_2. \end{cases},$$

␣ æ ° æ° ø␣ Æ :

```

\psi(x) \equiv \begin{cases} 1, & \& \text{\texttt{æ°␣ $0 \le x \le 1/2$}} \\ -1, & \& \text{\texttt{æ°␣ $1/2 < x \le 1$}} \\ 0, & \& \text{\texttt{æ␣␣æ° ␣.}} \end{cases}
\end{cases}

```

$$\psi(x) \equiv \begin{cases} 1, & \text{\texttt{æ°␣ $0 \le x \le 1/2$}} \\ -1, & 1/2 < x \le 1; \\ 0, & \text{\texttt{æ␣␣æ° ␣.}} \end{cases}$$

␣æ°␣ ° ø æ ° æ Ⓐ , ␣ -
ø␣ Ⓐ ␣ multiline:

```

\begin{multline*}
\sin x \approx x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \ldots \\
+ \frac{x^{97}}{97!} - \frac{x^{99}}{99!} + \frac{x^{101}}{101!} - \ldots \\
- \frac{x^{999}}{999!} + \frac{x^{1001}}{1001!} \\
\end{multline*}

```

$$\sin x \approx x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \dots \\ + \frac{x^{97}}{97!} - \frac{x^{99}}{99!} + \frac{x^{101}}{101!} - \dots$$

␣ ␣ ␣ - $\frac{x^{999}}{999!} + \frac{x^{1001}}{1001!}$ æ Ⓐ ø␣
␣ ␣ ␣ ␣ ␣ æⒶ ø␣ ␣ -
° ° Ⓐ ␣ ␣ , Ⓐ ␣ multiline ␣ ␣ æ Ⓐ ␣
° Ⓐ , æ° Ⓐ , ␣ æ ␣ .
␣æ°␣ ␣ ␣ ␣ æ ␣ °␣ Ⓐ Ⓐ -°␣Æ Ⓐ ,

$\mathfrak{a} \cap \mathfrak{b} \subseteq \mathfrak{a} \cap \mathfrak{b}$ align $\mathfrak{a} \cap \mathfrak{b}$ split. ' $\mathfrak{a} \cap \mathfrak{b} \subseteq \mathfrak{a} \cap \mathfrak{b}$ split $\mathfrak{a} \cap \mathfrak{b} \subseteq \mathfrak{a} \cap \mathfrak{b}$, $\mathfrak{a} \cap \mathfrak{b} \subseteq \mathfrak{a} \cap \mathfrak{b}$.

٤.

$${}^{\circ} \quad \mathbb{C} \ell \quad \ell \quad \mathfrak{a} \mathbb{C} \ell \quad \mathfrak{a} \quad \ell$$

| æ°Ł ß | Ł æ Ł Æ°ŁŒ Ł ¢ Ł æŒŁØ Ø°, ¢ Æ | Łæ | Ł encapsulated postscript (æ æŁ Ł .eps).

Œæ -

Ł Ź ŁŒŁ Ł Ł Œ Ł Œ Ø Œ ° Ł æ æ Ł °ŁŁ ßŁ Ź (Ł , SciLab, MatLab, Gimp, QCad, Dia, OpenOffice).

$$\sim^{\mathbf{Q}} \mathbf{a}, \mathbf{A} \mathbf{B} \mathbf{a} \vdash \mathbf{a} \mathbf{C} \mathbf{a} \vdash \mathbf{a} \mathbf{C}, \mathbf{a} \mathbf{Q} \emptyset \mathbf{a} \mathbf{C} \quad \emptyset$$
$$\backslash includegraphics[width=xcm,height=ycm]{path/to/pict.eps}.$$
[illegible][illegible]

æ^o ʌ, ʌ^a ʌ æ æ æ, ^a β^o ʌ^oʌ, æ ʌ, æ^oʌ ʌ^a ʌʌ ʌ ʌæ ʌʌ.

1 æ Ǝ æ ʌ æ ø æ ɔ æ ɛ ø ɛ ɛ ɛ tabular, æ ʌ æ ɔ ø æ ʌ ɛ, æ ɛ ɛ ɛ ɛ ɛ table:

/	æ	ɛ	œ	ø	ø	ø
1	æ	ɛ	œ	ø	ø	ø
2	æ	ɛ	œ	ø	ø	ø
3	æ	ɛ	œ	ø	ø	ø
4	æ	ɛ	œ	ø	ø	ø

$$\mathbb{A}^{\circ}t \quad \mathbb{A}\beta^{\circ} \quad \mathfrak{a} \quad t \quad \emptyset t \in \quad :$$

```
\begin{tabular}{|c| |c|c|}
```

\hline

No / & **æ** & **˘** \\

\hline\hline

1& t ætæ & Linux\\

$$2\&^{\vee}\in\qquad\mathfrak{a}\mathfrak{a}\mathfrak{t}\qquad\mathfrak{o}\qquad\emptyset\qquad\mathfrak{a}\in\mathfrak{t}\&\backslash\mathrm{LaTeX}\backslash\backslash$$

3& Æ ßØ Ł æŒŁØ Œ & SciLab\\

4& ^ t B0 t æ t 0 æ & MatLab\\

\hline

\end{tabular}

Æ	tabular	Æ	Æ	array	Æ°	,
---	---------	---	---	-------	----	---

° æ t ° Æ ° æ° ß Æ°t ß. ^ t ° °t t Æ°t ß æ t øt CE ß \hline, tCE ° ß ° æ Æ ° æt ° tCE ° ø ß.

| ~° æ t ß t CEt ß t æ tæCE æ ° øæ CE t t enumerate t itemize æ æ . ° \item -
° æ t æ tæ CE æ° øtø° . ¯æ°t CE \item[CE], æ
æ ø CEt ° ð CE Æ tæ ° æ CE. " t,

```
\begin{enumerate}
\item ~ ßø CE \item ' ø CE
\begin{itemize}
\item ~ ßø CE \item ' ø CE
\end{itemize}\item tø CE
\end{enumerate}
```

1. ~ ßø CE

2. ' ø CE

• ~ ßø CE

• ' ø CE

3. tø CE

~ æ øtøt æ tæ CE °t ß æ t t øt CE -
t thebibliography. ° ßø tæ tCE æ CE ø \bibitem{ CE },
ð CE tæ ° æ ° øt t t t t. ' ß
CE t thebibliography ° æ CEæ ßø Æ° CE, ° øtø CEæ t-
° t t CEt ° Æ t tæ tCE. " t [1],

tæ CE °t ß

[1] æt CE .\ t Æ Æ CE æt° . ~Æ.:~t ,
2005. 604 æ.: t°.

[2] . t. ~ ð t t ++. 4- t . ~Æ.:~t ; °t-
: " ° æCE ð BHV, 2004. 781 æ.: t°.

CEæ ° t øt CE :

" t ~\cite{Serg},\\[1em]

\begin{thebibliography}{99}

\bibitem{Serg} æt CE ~.\ t Æ Æ CE æt° . ~---

~Æ.:~t , 2005. ~--- 604~æ.: t°.

2 ~ t B CE t æCEt tØ

`\bibitem{}` .~ t.~ a t t ++.4- t .~--- ~Æ.:
 ~t ;°t :° °æCE a BHV, 2004.~--- 781~æ.: t°.
`\end{thebibliography}`

l" CE , ææ t CE CE æ a° ° t.~æ°t ° Æ t -
 ° CEæ tæ ° æ t ° B ° a CE B (`\chapter`, `\section` t . .), æ t æ t ° t CE æ æ t a CE t° tæ t ° BØ
 Ø°, CE a ÆB æ t B °

t t a° ° t, æ tæCE tæ CE t°t æ tæCE Æ°t .
 ° ° t æ æ CE Ø `\tableofcontents`, æ tæ CE t°° æ tØ
`\listoffigures`, æ tæ CE Æ°t `\listoftables`. ~æ°t Æt t æ t t t t t æ tæCE ° t ° t t , æ ° Ø æ CE t
`\addcontentsline{file}{depth}{text}`. ~ file tæB ,

CE CE Ø t t Ø° æ° æ t t t : æ t (toc), æ tæ CE t°° æ tØ (lof) t°t æ tæ CE Æ°t (lot). ~ depth
 a° -

Æt ° t , CE CE ° t æ CEæ a° ° t t (t , part, chapter,...). ~
 text t° æ CEæ , CE BØ ° t æ æ tæCE .

Æ t t t , t æ t t a° ° t æ t t æ t ° Æ æ t toc- Ø° . ° ° , t CE t°t -
 t t (æ Ø æ t a Ø°), a° ° t Æ æ B (æ t CE ° CE æ æ toc- Ø°). ~ t CE t°t -
 t t CE ° t toc- Ø° æ æ ° æ æ t , CE Ø t t
 æ , t æ t æ toc- Ø° æ t t ° .

t B æ Æ æ L^AT_EX, æ°t a° ° t æ ° CE CE , a Æt t CE t°t B, æ°t æ ° a æ
 ° CE t B. ~° æ t, æ°t B tæ ° t a° -
 ° t , t CE æ B ææB°CEt, ° t æ° CE a t ° a t t
 CE t°t CE t B.

2 ~ t B CE t æCEt tØ

2.1 ÆØ ° t CEæ L^AT_EX

Ø BØ CEæ BØ Ø°, æ t a æ æt t .tex.~ æt
 a æ Æ ° ° æ t æ t t 12pt (æ . æ .82).
 ° Ø Æ ° t CE , Æ B Æ B t æ
 .°. . CE æ :

`\title{, Æ B Æ B} \author{t°t ~ , æ }`

°c ° .°, 2008

‘ ° Œ Ø łæ æł

\section{ŁÆø ° ł Œæ }\subsection{~ ł }

“ Œ ł æ Œæ ª æ Łł æ æ ł ß 81:

```

1      \next\label{first}
2      Ø      Ø Œ      Ø      Œ °ß      °      Œß      Œ      ł      ª \      Œ° ææ \ .
3      æ ø æ °      æ      Œ      Ø \verb'\documentclass[      łł]{Œ° ææ}',
4      ª      \verb'      łł' (      łæ°      æ      )      ª      Œß      æ°      øł ł:
5      \begin{itemize}
6      \item[\tt 10pt, 11pt, 12pt] --- Œ      ł      łł      ª      Œ
7      (Œ      ł);
8      \item[\tt a4paper] --- Œ      ªł      °      ł      ł      æ      ł ß;
9      \item[\tt twoside] --- ł      ł      °      łæ      ( °
10     æ      łı Œ° ææ      );
11     \item[\tt titlepage] --- ł      ł      °      ł      ł      ł      °
12     °      Ø æ      ł      .
13     \end{itemize}
14     °ª ,      ª      Œß      ł      ªł      łł. ° ææ      Œ      °      Œß
15     ł      ł      æ°      øłı:
16     \begin{itemize}
17     \item[\tt book] --- Œ łª      (      łæ                      ,      łŒ °      Œ                      Œ łŒ      ł ,
18     ª °      Œ      °      Ø æ      ł      );
19     \item[\tt report] ---      Œ°      (      ,      ł Œ łª ,                      ł << æ >>);
20     \item[\tt article] --- æ                      (      æ                      ,      ª °      Œ æ
21     æ      ß                      ł °      ,                      łØ << æ >>, <<^°      >>);
22     \item[\tt slide] ---      ł      ( æ Œ                      ł      ł      °      æ      ł
23     °      ł      łØ ßı      łØ).
24     \end{itemize}

     , Œ      ł°ł      Ø      Œ      .      ł      °      æ      łªł      °      .
|                      \end{document}      Œ      Œ°ł      æ æ      . 27:

```

```

1      \subsection{~                      ł }
2      “ Ø Œø      æ      æ      Œ      æ ł, æ æ      ø ø ł      æ°      øłı      łª      :
3      $$\renewcommand{\arraystretch}{0}
4      \begin{tabular}{|r|c|c|c|c|c|c|}
5      \hbox to 5cm{}&\hbox to 1.3cm{}&\hbox to 1.3cm{}&\hbox to 1.3cm{}&\hbox to 1.3cm{}&\hbox to 1.3cm{}&\hbox to 1.3cm{}\\
6      \hbox to 1.3cm{}&\hbox to 1.3cm{}&\hbox to 1.3cm{}&\hbox to 1.3cm{}&\hbox to 1.3cm{}&\hbox to 1.3cm{}&\hbox to 1.3cm{}\\
7      \hline
8      \strut ^ & \multicolumn{2}{|c|}{I} & \multicolumn{2}{|c|}{II} & º \multicolumn{2}{|c|}{III} \\

```

```

10 \hline
11 \strut ' t t CE &1&3&2&4
12 &3&6\\
13 \strut æ t CE &11&34&22&28&31&14\\\hline
2 ~ t ß CE t æCEt tØ

14 \strut ,ÆœßÆ CEt&\multicolumn{2}{|c|}{\$11+34=45\$}&
15 \multicolumn{2}{|c|}{\$22+28=50\$}&
16 \multicolumn{2}{|c|}{\$31+14=45\$}\\
17 \hline
18 \end{tabular}
19 $$

```

° CE t t , CE t \$\$ AE ° CE ßCE° ° , t ° AE Ø ð Ø AEœ CE , CE ßØ ° AEß t ° AE ° t t CE t CEæ (AEß t CEæ , t tæ CE, t AE°t).

° \renewcommand{\cmd}{someth} ° ° -
t æ ø æ ø ø CE ß \cmd. ~° ° t Ø CE CE ß æ ° Ø æ
CE Ø \newcommand{\cmd}{someth}, ð someth ° AE Ø -
Æ CE , CE ßØ æ ° æ , t ß t °t AEß æ t ð
Æ CE t ° \cmd. \arraystretch æ t t ° ØCE -
t AE°t ß.

° \hbox{} ° CEæ ßØ AE° CE (Æ CEæ), CE ßØ ° æ æ æ Ø t t Ø t AEß . CE ß \hbox to 1cm{} ß ° æ Ø AE CEæ t t Ø 1 æ (AE t t ° t t t-
° Ø t t ß æ °AE).

° \strut ° æ CEt æ CEt, ° Ø Ø ð t ° ß °t t ° CEæ .

° \multicolumn{num}{format}{someth} ° AEœ t æ æ t æ °AE ß CE Ø Ø æ CE . num tæ° , ° Ø CE °t æ AEœt ß t æ °AE , format ßØ ° AEœ t Ø ØCEt, someth
, æt æ ØCE .
' æ ° ° CE AE æ° ° t t æ t :

\maketitle \tableofcontents

, CE t°t Ø t æ t æ ° .

2.2 , ° t °

' CE CEæ æ ð CE AE

\section{, ° t °}\subsection{~ t }

```

1 \begin{equation}
2 \left\{
3 \begin{aligned}
4 a_{11}x_1+a_{12}x_2&+\cdots+a_{1n}x_n=b_1;\\
5 a_{21}x_1+a_{22}x_2&+\cdots+a_{2n}x_n=b_2;\\
6 \cdots\\
7 a_{n1}x_1+a_{n2}x_2&+\cdots+a_{nn}x_n=b_n.
8 \end{aligned}
9 \right.
10 \label{lin_eq}
11 \end{equation}

```

$$\gamma \equiv P\left(\left|\frac{\overline{x}-a}{S/\sqrt{n}}\right| < t_\gamma\right) = 2 \int_0^{t_\gamma} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}t^2} dt$$
$$\psi(a,b)(x)=|a|^{-1/2}\psi\Bigl(\frac{x-b}{a}\Bigr).$$

$$W_{\psi}(f)(a,b)=\operatorname{rev}\{\sqrt{a}\}\int_{-\infty}^{\infty}f(t)\psi\Bigl(\frac{t-b}{a}\Bigr)\,dt.$$

2.3 $\mathcal{A}\emptyset$ $\emptyset$ $\mathfrak{t}$ $\mathfrak{a}$ $\mathfrak{t}$

```
\textwidth=17.5cm
\oddsidemargin=-.3cm
\evensidemargin=-1.2cm
\topmargin=-1cm
\textheight=24cm
```

93

“ t^o∅ æ, CE i t ß æt tæ^o. ~^o ,
margin- ß æ t ß æ Æ ∅^ot t t, i ∅ ∅æ ææ t t^a ∅ (2.54æ) CE æ t ß.

“ æ Æß t æ^o ∅ æ CE :

- “ t æ t.
- ß (æ CE t t∅, CE ßi t Æ).
- t.

(t^o)^o ß æ^o .

(t^o) t.

- CEææ t.
- tæ CE^ot ß (^o ß∅ -^o~).

“ CE, ^o ^o t †^a CE CE CE æ t æ æ Æ t -
t t æ tæ CE^ot ß.

~^o Æ^o t t t æ^o æ CE t abstract, CE

Æi t Æ t CE t \maketitle t \tableofcontents:

```

1 \begin{abstract}
2 “† to æ ∅ t CEo Æ t {\bf æ ß} ßCE
3 Æ ß æ æ tæ ∅ \LaTeX. ß Ææ æ t, CE CE æ æ to
4 æ .
5 \end{abstract}
```

‘^o ^o ^o t æ æ^o ∅ :

t

“ † t^o æ ∅ t CE^o Æ t æß ßCE Æ ß æ æ tæ ∅ L^ATEX. ß Ææ æ-
t, CE CE æ æ t^o ^o
æ .

‘ CE CE Æ t æ tæ CE^ot ß^o æt t æ æ . 88.
~ Æ æ ∅ CE æ ∅ 2 3 tæ t CE (t , t æ tæ CE^ot ß
^a æ Æ t). ~ CE ß tæ t CE t t æ^o ∅ t i æ æ ß^o CE t CE æ æ t t.

3 . t^o æ æ^o æ ß^o t

1. ∅ CE CE^o ææ report, CE t t^ot æ^a Æ t ‘‘.
2. “ Æ t Æ^ot t 5 ÷ 7 æ CE, æ^o Æ ß CE ∅ æt :
 - “ CE.
 - ‘^ot ∅† † æ^o CE ß t.

- Æ † ŒŁ ÆŁŁ ß:

/	œ ɛ ɪ	ɔ̃	~

4. "Æ t Æ^ot , CE Ø tæ^ot æCE^oCE t æ ß₁ -
^o æ Ø (t sinx/x). ' æ^oÆ ttt^o , tæß -
 ø^o æ , Ø^o , CE CE æ t æ
 æCE ttt^o ttt^o æ t, Ø t^o.

Æ † ŒŁ ÆºŁ ß:

$f(x)$	x_0	$\lim_{x \rightarrow x_0} f(x) =$
$\frac{\sin x}{x}$	0	1

$$\exp\left(\frac{\sin(x^2 - x_0^2)}{x_0^2}\right) \cdot \frac{1 + \frac{\sin x}{x}}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \sin x}}} - \int_0^{\cos^2 x_0} \ln\left[1 + \frac{\operatorname{tg} x}{x_0} \cdot (1 + e^x)\right] dx.$$

6. "Ł Ł L^AT_EX. , Ł ŁÆ ° ÆŁ ß ° ŁŁŒ Ł æŒŁŁ Łæ Ł Ł Œ ß Ł Œ Ł L^AT_EX. — °

t t æ t , t CE æ $t\text{æ}$ CE $t\text{æ}$ $^{\circ}$ $\emptyset$ $^{\circ}t$ -
 β (.. t t $t\text{æ}$ $t\text{CE}$) . ' æ t $t\text{æ}^{\circ}$ t t CE
 $t^{\circ}t$ CE $t\emptyset$, $t\text{æ}$ t CE β | β t $^{\circ}$ $^{\circ}$ $t\text{æ}$ $t\text{CE}$,
 $t\text{æ}$ t t t $\emptyset$ $t\text{æ}$ $t\text{CE}$.

7. ʃ ʈ ∅ æ æ^o øʈ Æ : ʕæ^o ʈ ʈ-
ʈ 17æ, βæ 22æ, æ^o ^a æ 4æ | ^a ʈ 3æ^o ^a ʕæ ʈ β. ʃ ∅^o β∅ ʕæ β∅ ʈ^o:

```
\renewcommand{\baselinestretch}{1.5}
```

4 ° 9 ß æß

ṭ β Ǝ ṭᵒṭ ∅ Ǝ . ~ᵒ ∅ṭ β ° — æ ᵒ β ṭ dvi- ∅ᵒ ṭ ṭæṭ βṭ Ǝæ .

4 ° ° ß æß

1. ° CE Ø t t ° ß Ø Æ CE CE Æ t t ° æ æ ° t æ Ø t æ CE LATEX?
2. ° CE t æ ß CE ° æ æ ß CE ß ?
3. ° CE t CE ß LATEX t æ ° æ ° ° t ° CE ?
4. ° CE LATEX ß , CE t ß t ° ß t ?
5. t CE æ ß ° ß ° t æ ß CE ° ß (æ t CE æ Æ æ t t æ t °)?
6. ° CE t CE t t æ LATEX ° t t , æ t æ -
t Ø , CE æ ß ° ?
7. ° CE CE LATEX æ t æ t æ CE t Ø Ø ° ?
8. t t t , CE CE t æ ° æ CE t tabular ° æ CE t Æ ° t .
9. æ t æ Ø t æ t æ CE ° t ß ° t æ æ t
æ t æ CE ?
10. t t t t æ t æ ° ° t LATEX.
11. Æ æ æ t t t t Æ ß ß ° ° t CE æ ß
æ æ ß ° CE , Æ t Æ ° t æ t æ CE t æ æ ß ° CE t æ ° ° t CE : æ CE
t t æ t ß t ° t t ß ?

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ФИЗИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
Методические указания для обучающихся по организации и проведению
самостоятельной работы

Направление подготовки 03.04.02 Физика
Направленность (профиль)
«Биофизика и медицинская инженерия»

Квалификация выпускника: магистр

Ставрополь 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

ПЛАН-ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО
МАТЕРИАЛА, ПОДГОТОВКЕ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научноисследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студента).

Самостоятельная работа студента является важным видом учебной и научной деятельности студента. Федеральным государственным образовательным стандартом предусматривается значительный объем времени из общей трудоемкости дисциплины на самостоятельную работу. В связи с этим, обучение включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому самостоятельная работа должна стать эффективной и целенаправленной работой студента.

Концепцией модернизации российского образования определены основные задачи профессионального образования – подготовка квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности.

Решение этих задач невозможно без повышения роли самостоятельной работы студентов над учебным материалом, усиления ответственности преподавателей за развитие навыков самостоятельной работы, за стимулирование профессионального роста студентов, воспитание творческой активности и инициативы.

Самостоятельная работа студента предполагает, прежде всего, его научноисследовательскую и практическую деятельность, поскольку именно эти виды учебной работы в первую очередь готовят к самостоятельному выполнению профессиональных задач. Конечной целью самостоятельной работы является организация самостоятельной познавательной деятельности, формирование умения самостоятельно анализировать информацию, выделять главное и второстепенное.

Основными формами самостоятельной работы студентов по дисциплине «Специальные методы обработки физической информации» являются:

- подготовка к лабораторной работе;

- самостоятельное изучение литературы;
- подготовка к собеседованию

Лабораторная работа – подразумевает изучение определенного физического процесса на практике, используя при этом методы, предварительно изученные на лекциях, выбор наиболее оптимального приема выполнения замеров и исследования, которые обеспечивает наиболее точный результат, определение фактического результата и его сравнение с теоретическими данными, описанными в учебнике согласно выбранной тематике, обнаружение причин полученного несоответствия и грамотное изложение их в отчете лабораторной работы, грамотное оформление выводов согласно требованиям методички.

В результате изучения дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции (в соответствии с образовательным стандартом):

ИД-1_{УК-4} Формирует и отстаивает собственные суждения и научные позиции, в том числе на иностранном(ых) языке(ах)

ИД-2_{УК-4}Использует русский и иностранный языки как средство делового общения, четко и ясно излагает проблемы и решения, аргументирует выводы

ИД-1_{ОПК-2} Проектирует методики прогноза развития атмосферных процессов различных масштабов

ИД-1_{ОПК-3} Моделирует существующие технологии и методики прогноза и управляет качеством готового продукта

ИД-2_{ОПК-3} Эффективно организывает и управляет работой первичного трудового коллектива

ИД-1_{ПК-1}Использует знания физики конденсированного состояния вещества для решения профессиональных задач.

ИД-1_{ПК-2}Разрабатывает и совершенствует методики расчетов параметров вещества с целью повышения их конкурентоспособности

ПЛАН-ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Вид деятельности студентов	Итоговый продукт самостоятельной работы	Средства и технологии оценки	Время сдачи
Подготовка к лабораторной работе по теме Общие сведения об измерениях	Отчет	Собеседование	Лабораторная работа № 1
Подготовка к лабораторной работе по теме Систематические и случайные погрешности	Отчет	Собеседование	Лабораторная работа № 2

Подготовка к лабораторной работе по теме Метод наименьших квадратов	Отчет	Собеседование	Лабораторная работа № 3
Подготовка к лабораторной работе по теме Использование регрессионного анализа	Отчет	Собеседование	Лабораторная работа № 4
Подготовка к лабораторной работе по теме Анализ временных рядов	Отчет	Собеседование	Лабораторная работа № 5
Подготовка к лабораторной работе по теме Линейные вероятностные модели с конечным числом параметров	Отчет	Собеседование	Лабораторная работа № 7
Подготовка к лабораторной работе по теме Сериальная корреляция	Отчет	Собеседование	Лабораторная работа № 9
Самостоятельное изучение литературы	Конспект	Собеседование	Лабораторная работа № 9

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА, ПОДГОТОВКЕ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

При подготовке к лабораторным занятиям необходимо:

- повторить материал соответствующих лекций;
- внимательно изучить описание лабораторного занятия, изложенное в практикуме;
- ответить на вопросы по содержанию лабораторного занятия, задаваемые преподавателем на предварительном опросе перед выполнением заданий.

Все лабораторные занятия предполагают выполнение заданий, решение задач.

В результате выполнения заданий достигаются следующие результаты обучения:

- развитие мышления и творческих способностей студента,
- приобретение и закрепление навыков самостоятельной работы,
- приобретение и закрепление навыков оформления и составления письменных заданий.

Письменный отчет должен содержать следующие примерные компоненты.

Отчет по лабораторной работе №
«Название работы» выполненной студентом _____ ФИО _____ курса,
института _____ группа _____ «__» _____ 201 г.
Цель работы:.....

Задание 1. Формулировка задания

Таблицы

Графики

Вычисления

Расчет погрешностей

Задание 2. Формулировка задания

Таблицы Графики

Вычисления

Расчет погрешностей

..... Вывод:

Вопросы для собеседования:

1. Что такое функция распределения вероятности? Для чего используется нормировка функции распределения?
2. Дайте определения медианы, моды, математического ожидания, дисперсии и среднеквадратичного отклонения.
3. Какие основные распределения случайных величин вы знаете? Какому распределению подчиняются большинство физически наблюдаемых случайных величин?
4. Что такое ковариация, корреляция? Для чего при расчете коэффициента корреляции ковариацию делят на среднее геометрическое дисперсий случайных величин?
5. Для чего при исследовании двух сигналов применяется корреляционная функция?
6. Что такое постоянная, изменяющаяся и случайная величины? Чем отличается представление физических величин в классической и квантовой физике?
7. Какие виды погрешностей вы знаете? Что такое класс точности прибора?
8. Что включает в себя доверительный интервал? Что такое доверительная вероятность?
9. Для чего вводятся коэффициенты Стьюдента?
10. Назовите правила для вычисления погрешности результата косвенных измерений, имеющего простую арифметическую зависимость.
11. Как вычислить погрешность результата косвенных измерений, имеющего сложную функциональную зависимость?
12. Дайте определение и область применения метода наименьших квадратов. Для чего применяется аппроксимация рядов данных?
13. Для чего применяется правило «трех сигм»?

14. Согласно какой теореме, мы имеем право считать подавляющее большинство физических наблюдаемых распределенными нормально?
15. Какую характеристику случайной величины оценивают при помощи распределения «хи квадрат»?
16. Какую характеристику случайной величины оценивают при помощи распределения Стьюдента?
17. Почему при расчете математического ожидания и среднеквадратичного отклонения набора случайных величин следует оценивать оба этих параметра?
18. Сформулируйте определение метода моментов.
19. Что такое весовые коэффициенты и для чего необходимо их использовать при вычислении общей средней, генеральной дисперсии?
20. Какую характеристику случайной величины следует использовать для определения границ доверительного интервала при помощи критерия «трех сигм»?
21. Дайте определение операциям аппроксимации, интерполяции, экстраполяции.
22. Перечислите основные граничные условия, позволяющие произвести интерполяцию сплайнами. Можно ли считать данные виды интерполяции однозначными?
23. Назовите достоинства и недостатки Фурье-анализа. Почему Фурье-анализ имеет очень широкое применение, несмотря на свои недостатки?
24. В чем заключается преимущество вейвлет-анализа над Фурье-анализом?
25. Какую информацию несет набор аппроксимирующих коэффициентов при вейвлетанализе ряда данных? Что содержит в себе набор последних детализирующих коэффициентов?