

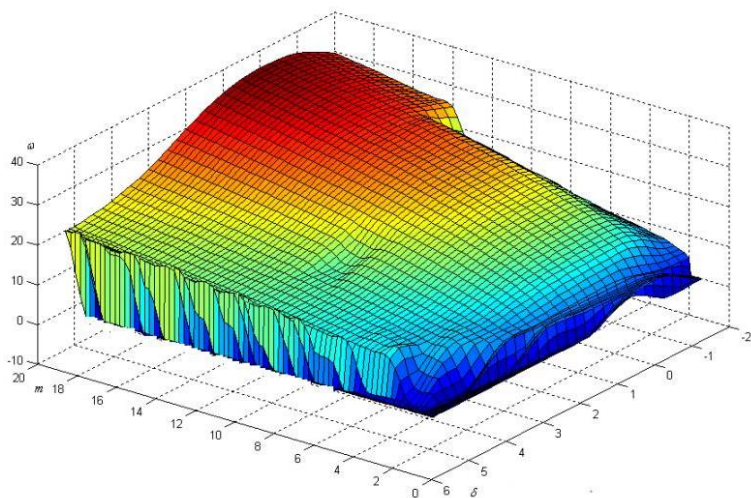
Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры

СИНТЕЗ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению курсовой работы по дисциплине «Основы САПР» для студентов направления 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» профиль («Проектирование и технология радиоэлектронных средств») всех форм обучения



Воронеж 2021

УДК 621.3.049.7.002 (075)
ББК 38.54

Составители:

ст. преподаватель О.Н. Чирков

Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Основы САПР» для студентов направления 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» профиль («Проектирование и технология радиоэлектронных средств») всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: О.Н. Чирков. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. 40 с.

Основной целью указаний является приобретение студентами знаний, умений и практических навыков по синтезу адекватных математических моделей на основе уравнения регрессии в виде полноквадратичной зависимости.

Предназначены для проведения курсовой работы по дисциплине «Основы САПР» для студентов 3 курса.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле KURS_SAPR1.pdf.

Ил. 8. Табл. 9. Библиогр.: 7 назв.

УДК 621.3.049.7.002 (075)
ББК 38.54

Рецензент - О. Ю. Макаров, д-р техн. наук, проф.
кафедры конструирования и производства
радиоаппаратуры ВГТУ

*Издается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

СИНТЕЗ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО КУРСОВОЙ РАБОТЕ

по дисциплине «Основы САПР» для студентов
направления 11.03.03 «Конструирование и
технология электронных средств» профиль
(«Проектирование и технология
радиоэлектронных средств») всех форм обучения

Составители:

Чирков Олег Николаевич

Компьютерный набор О. Н. Чирков

Подписано к изданию _____.

Уч.-изд. л. _____.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический
университет»

394026 Воронеж, Московский просп., 14

ПОЛУЧЕНИЕ МОДЕЛИ МЕТОДОМ ОЦКП

Исходными данными являются базовые значения факторов (число факторов $k=n=3$) и шаги варьирования. Задана матрица планирования эксперимента и результаты трёх дублирующих экспериментов (для каждого эксперимента проведено 3 дублирующих опыта, $n=3$ – количество факторов, $m=3$ – количество дублирующих опытов). Общее количество экспериментов в методе ортогонального центрального композиционного планирования

$$N = 2^n + 2n + 1$$

Обозначим L – порядковый номер эксперимента, $L = 1, \dots, N$. В случае трёхфакторного эксперимента $N=15$ (15 экспериментов). Результаты всех опытов запишем в виде матрицы размерности 15×3 , обозначим её элементы Y_{lj} , где l – номер эксперимента, а j – номер дублирующего опыта. Результаты опытов

$$\begin{aligned} & Y_{11}Y_{12}Y_{13} \\ & Y_{21}Y_{22}Y_{23} \\ & \dots\dots\dots \\ & Y_{15,1}Y_{15,2}Y_{15,3} \end{aligned}$$

Находим среднее значение в каждой серии опытов:
Базовые значения факторов (от 0 до 10)

$$\bar{Y}_L = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 Y_{Lj}, L = \overline{1,15}$$

$$\bar{Y}_1 = \frac{1}{3}(Y_{11} + Y_{12} + Y_{13}) = \frac{1}{3}(34,1 + 34 + 34,1)$$

$$\bar{Y}_2 = \frac{1}{3}(Y_{21} + Y_{22} + Y_{23}) = 34,06 \approx 34,1$$

Шаги варьирования факторов (от 0 до 1)
Исходные данные для ОЦКП

$$\begin{aligned} d_1 &= 0.1 & X_{61} &= 1 \\ d_2 &= 0.2 & X_{62} &= 2 \\ d_3 &= 0.3 & X_{63} &= 3 \end{aligned}$$

L	X1	X2	X3	Y11	Y12	Y13
I1						
I2	-1.000	-1.000	-1.000	34.1	34.0	34.1
I3						
I4	1.000	-1.000	-1.000	49.4	34.0	34.0
I5					49.4	34.0
I6	-1.000	1.000	-1.000	34.0	34.0	49.4
I7					49.4	34.0
I8	-1.000	-1.000	1.000	34.1	49.4	49.4
I9				49.4	34.0	49.4
I10	1.000	1.000	-1.000	34.1	49.4	49.4
I11				49.4	41.3	41.4
I12	-1.000	1.000	1.000	49.4	41.3	41.3
I13				41.4	41.4	41.3
I14	1.000	-1.000	1.000	51.2	51.2	41.3
I15				32.6	32.6	41.3
	1.000	1.000	1.000	41.3	41.4	51.2
				41.4	41.3	32.6
	0.000	0.000	0.000	41.4		
				41.3		
	1.215	0.000	0.000			
	-1.215	0.000	0.000			
	0.000	1.215	0.000			
	0.000	-1.215	0.000			
	0.000	0.000	1.215			
	0.000	0.000	-1.215			

Матрица планирования Z

Общий вид матрицы планирования эксперимента ОЦКП:

$$Z = \{Z_{lj}\} = \begin{matrix} Z_{11} & Z_{12} & Z_{13} \\ Z_{21} & Z_{22} & Z_{23} \\ \dots & \dots & \dots \\ Z_{15,1} & Z_{15,2} & Z_{15,3} \end{matrix}$$

где l-номер опыта, от 1 до15, j-номер фактора, от 1 до 3.

Найдём дисперсию в каждой серии опытов по формуле:

$$D_{Y_l} = D_l = \frac{1}{m-1} \sum_{j=1}^m (Y_{lj} - \bar{Y}_l)^2 = \frac{1}{2} [(Y_{11} - \bar{Y}_l)^2 + (Y_{12} - \bar{Y}_l)^2 + (Y_{13} - \bar{Y}_l)^2]$$

$$l = 1.1$$

$$D_1 = \frac{1}{2} [(Y_1 - \bar{Y}_1)^2 + (Y_1 - \bar{Y}_1)^2 + (Y_1 - \bar{Y}_1)^2] =$$

$$= \frac{1}{2} (-0.1)^2 = \frac{1}{2} 0.0 = 0.00$$

Аналогично рассчитывают остальные дисперсии.

Найдём коэффициенты нормированной модели

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_1 X_2 + \beta_5 X_1 X_3 + \beta_6 X_2 X_3 + \beta_7 X_1^2 + \beta_8 X_2^2 + \beta_9 X_3^2,$$

$$Z_{el} = \frac{X_l - X_l^{\delta}}{\Delta X_l}$$

$$X_2 = \frac{X_2 - X_2^{\delta}}{\Delta X_2}$$

$$X_3 = \frac{X_3 - X_3^{\delta}}{\Delta X_3}$$

где X_1, X_2, X_3 -нормированные значения факторов.

ЛИНЕЙНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ находят по формуле:

$$\beta_j = C_1 \sum_{l=1}^{15} Z_{el} \times \bar{Y}_l, j = 1, 2, 3.$$

Z_{lj} - элементы матрицы планирования экспериментов, при этом 1-й столбец матрицы планирования скалярно умножается на столбец средних значений.

Коэффициенты β_2, β_3 рассчитываются аналогично, но вместо первого столбца берутся соответственно второй и третий.

$$\beta_1 = C_1 [Z_{11} \times \bar{Y}_1 + Z_{21} \times \bar{Y}_2 + \dots + Z_{15,1} \times \bar{Y}_{15}] = C_1 [(-1) \times \bar{Y}_1 + 1 \times \bar{Y}_2 + (-1) \bar{Y}_3 + (-1) \times \bar{Y}_4 + \dots + 0 \times \bar{Y}_{15}]$$

СМЕШАННЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ β_{12} , β_{13} , β_{23} находят по формуле:

$$\beta_{ij} = C_2 \sum_{l=1}^{15} Z_{li} \times Z_{lj} \times \bar{Y}_l = C_2 [Z_{1i} \times Z_{1j} \times \bar{Y}_1 + Z_{2i} \times Z_{2j} \times \bar{Y}_2 + \dots + Z_{15,i} \times Z_{15,j} \times \bar{Y}_{15}]$$

при этом перемножаются два столбца (i-ый и j-ый) из матрицы планирования и столбец средних значений.

$$\beta_{12} = ?$$

$$i = 1, j = 2$$

$$\begin{aligned} \beta_{12} &= C_2 [Z_{11} \times Z_{12} \times \bar{Y}_1 + Z_{21} \times Z_{22} \times \bar{Y}_2 + Z_{31} \times Z_{32} \times \bar{Y}_3 + \dots + Z_{15,1} \times Z_{15,2} \times \bar{Y}_{15}] = \\ &= C_1 [(-1) \times (-1) \bar{Y}_1 + (+1)(-1) \bar{Y}_2 + (-1)(1) \bar{Y}_3 + \dots + 0 \times 0 \times \bar{Y}_{15}] = \dots \end{aligned}$$

Например, требуется найти

Аналогично можно найти β_{13} и β_{23} .

КВАДРАТИЧНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ β_{11} , β_{22} , β_{33} находят

$$\beta_{jj} = C_3 \sum_1^{15} (Z_{ij}^2 - j) \bar{Y}_j, j = 1, 3$$

$$\gamma = (2^{n-p} + 2\alpha^2) / N = [2^3 + 2(\alpha)^2] / 15$$

$$\beta_{11} = ? J = 1$$

$$\beta_{11} = C_3 [(Z_{11}^2 - \gamma) \bar{Y}_1 + (Z_{21}^2 - \gamma) \bar{Y}_2 + \dots + (Z_{15,1}^2 - \gamma) \bar{Y}_{15}] = C_3 [((-1)^2 - \gamma) \bar{Y}_1 + ((1)^2 - \gamma) \bar{Y}_2 + \dots + (0 - \gamma) \bar{Y}_{15}] = \dots$$

по формуле:

Аналогично находим β_{22} (j=2), β_{33} (j=3).

СВОБОДНЫЙ ЧЛЕН рассчитываем по формуле:

$$\beta_0 = \frac{1}{15} \sum_{l=1}^{15} \bar{Y}_l - \gamma \sum_{j=1}^3 \beta_{jj} = \frac{1}{15} \sum_{l=1}^{15} \bar{Y}_l - \gamma (\beta_{11} + \beta_{22} + \beta_{33})$$

I. Проверим значимость найденных коэффициентов по t-критерию Стьюдента.

Дисперсии коэффициентов находят по следующим формулам.

Для линейных коэффициентов:

$D_B = (D_1 + D_2 + \dots + D_{15}) / 15$ – дисперсия воспроизводимости опытов,

$$D(\beta_j) = \frac{C_1}{m} D_B = \frac{C_1}{3} D_B,$$

$$D(\beta_1) = D(\beta_2) = D(\beta_3) = \frac{C_1}{3} D_B$$

Для проверки значимости смешанных коэффициентов используются расчётные формулы:

$$D(\beta_j) = \frac{C_2}{m} D_B = \frac{C_2}{3} D_B$$

$$D(\beta_{12}) = D(\beta_{13}) = D(\beta_{23}) = \frac{C_2}{3} D_B$$

Для проверки значимости квадратичных коэффициентов используются расчётные формулы:

Для проверки значимости свободного члена

$$D(\beta_j) = \frac{C_3}{m} D_B = \frac{C_3}{3} D_B$$

$$D(\beta_{11}) = D(\beta_{22}) = D(\beta_{33}) = \frac{C_3}{3} D_B$$

используются расчётные формулы:

$$D(\beta_0) = \frac{C_0}{m} D_B - \gamma^2 \sum_{j=1}^3 D(\beta_{jj})$$

$$D(\beta_0) = \frac{C_0}{3} D_B - \gamma^2 (D(\beta_{11}) + D(\beta_{22}) + D(\beta_{33}))$$

Значения табличных коэффициентов приведены в [9], с. 87.

Для проверки значимости коэффициентов находим расчётные значения t-критерия Стьюдента по формуле:

$$t_{расч}(\beta) = \frac{|\beta|}{\sqrt{D(\beta)}}$$

Для всех коэффициентов достаточно найти одно значение t крит по таблице критических значений для t -критерия Стьюдента при $f=N(m-1)=15(3-1)=30$

Если $t_{расч}(\beta) < t_{крит}$, то коэффициент β незначимый, его исключают из модели, приравнявая к нулю. Например, если $t_{расч}(\beta_{12}) < t_{крит.}$, то $\beta_{12}=0$

Если $t_{расч}(\beta) > t_{крит}$, то коэффициент значимый и его оставляют в модели.

После того, как в модели остались только значимые коэффициенты, нужно проверить адекватность полученной математической модели по критерию Фишера, то есть сравнить значения Y , полученные при расчёте по нормированной модели (1) с средними значениями по каждой серии и опытов. При расчете по нормированной модели в качестве значений X_1, X_2, X_3 выбирают L -ую строку матрицы планирования и находят при

$$L = \overline{1,15}$$

$$Y_\ell = \beta_0 + \beta_1 \times Z_{\ell 1} + \beta_2 \times Z_{\ell 2} + \beta_3 \times Z_{\ell 3} + \beta_{12} \times Z_{\ell 1} \times Z_{\ell 2} + \beta_{13} \times Z_{\ell 1} \times Z_{\ell 3} + \beta_{23} \times Z_{\ell 2} \times Z_{\ell 3} + \beta_{11} \times Z_{\ell 1}^2 + \beta_{22} \times Z_{\ell 2}^2 + \beta_{33} \times Z_{\ell 3}^2$$

Например, если все коэффициенты значимые

$$Y_1 = \beta_0 + \beta_1(-1) + \beta_2(-1) + \beta_3(-1) + \beta_{12}(-1)(-1) + \beta_{13}(-1)(-1) + \beta_{23}(-1)(-1) + \beta_{11}(-1)^2 + \beta_{22}(-1)^2 + \beta_{33}(-1)^2 \text{ — и т.д. — } Y_2, Y_3, \dots, Y_{15}$$

Сравнить между собой значения результатов эксперимента с значениями, рассчитанными по найденной математической модели позволяет дисперсия адекватности

$$D_A = \frac{1}{N-d} \sum_{\ell=1}^N (\overline{Y}_\ell - Y_\ell)^2, \text{ где } N = 15,$$

а d - количество незначимых коэффициентов, которые мы исключили из модели (приравняли к нулю).

Например, если $d=0$

$$D_A = \frac{1}{15} \left[(\overline{Y}_1 - Y_1)^2 + (\overline{Y}_2 - Y_2)^2 + \dots + (\overline{Y}_{15} - Y_{15})^2 \right]$$

Расчётное значение критерия Фишера

где D_B - дисперсия воспроизводимости, которую мы использовали при проверке значимости коэффициентов.

$$F_{расч} = \frac{D_A}{D_B}$$

Табличное (критическое) значение критерия Фишера $F_{крит}$ находят по таблице.

Степени свободы f_1 и f_2 выбирают по правилу.

- 1) Если $D_A < D_B$, то $f_1 = N - d = 15 - d$
 $f_2 = N(m - 1) = 15(3 - 1) = 30$
- 2) Если $D_B < D_A$, то $f_1 = N(m - 1) = 30$
 $f_2 = N - d = 15 - d$

Если $F_{расч} < F_{крит}$, то получена адекватная нормированная модель (1)

Если $F_{расч} > F_{крит}$, то модель неадекватна, её использовать нельзя. Для получения адекватной модели рекомендуется уменьшить шаги варьирования ($\Delta X_1 = d_1$, $\Delta X_2 = d_2$, $\Delta X_3 = d_3$).

II. Если нормированная модель (1) адекватна, то нужно перейти к реальным физическим величинам. Для этого в модель (1) с учётом того, что незначимые коэффициенты = 0 нужно подставить

$$X_1 = \frac{x_1 - x_1^\delta}{\Delta x_1}, X_2 = \frac{x_2 - x_2^\delta}{\Delta x_2}, X_3 = \frac{x_3 - x_3^\delta}{\Delta x_3}$$

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ

1. ЦЕЛЬ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Целью курсового проекта является приобретение студентами знаний, умений и практических навыков по синтезу адекватных математических моделей на основе уравнения регрессии в виде полноквадратичной зависимости.

2. ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

Для данных эксперимента, соответствующих индивидуальному варианту студента (определяемого по двум последним цифрам зачётки) провести проверку выполнения условия воспроизводимости опытов, получить экономичную математическую модель и оценить её работоспособность.

3. ОБЪЕМ ЗАДАНИЯ

Для выполнения курсового проекта необходимо осуществить следующие операции:

- провести обоснование выбора метода синтеза экспериментально-статистической модели;
- проверить условия применимости регрессионного анализа;
- расчёт коэффициентов регрессии и оценка значимости;
 - проверить адекватность модели и получить модель в реальных физических величинах.

Оформление пояснительной записки к курсовой работе проводится в соответствии с стандартом ВГТУ. Пояснительная записка должна включать:

- титульный лист;
- задание на курсовой проект;
- лист «Замечания руководителя»;
- содержание;
- введение;
- основные разделы;
- заключение;
- список литературы;
- приложения.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ВАРИАНТОВ

Исходные данные для всех вариантов:

базовые значения факторов x_1^6 , x_2^6 , x_3^6 выбрать в диапазоне от 0 до 5

шаги варьирования Δx_1^6 , Δx_2^6 , Δx_3^6 должны быть не больше 0,3.

ВАРИАНТ 1 (3 знач)

Номер опыта	X1	X2	X3	yL1	yL2	yL3
L=1	1	1	1	12	12,2	12,4
L=2	1	-1	-1	12	11,9	12,4
L=3	-1	1	-1	12,5	12,8	12,6
L=4	-1	-1	1	12,3	12,1	12,4
L=5	1	1	-1	12,7	12,6	12,4
L=6	-1	1	1	12,8	12,4	12,4
L=7	1	-1	1	12	12,6	11,9
L=8	-1	-1	-1	12,7	12,5	12
L=9	0	0	0	12	12,8	11,9
L=10	1,215	0	0	12,1	12,1	12
L=11	-1,215	0	0	12,5	12,8	12,1
L=12	0	1,215	0	12	12,2	12,3
L=13	0	-1,215	0	12,8	12,4	12,9
L=14	0	0	1,215	12,2	12,4	12,2
L=15	0	0	-1,215	12,2	12	11,9

ВАРИАНТ 2 (3 знач)

Номер опыта	X1	X2	X3	yL1	yL2	yL3
L=1	1	1	1	10,6	10,9	10,6
L=2	1	-1	-1	10,2	10,9	10,7
L=3	-1	1	-1	10,7	10,3	10,2
L=4	-1	-1	1	10,3	10,9	10,5
L=5	1	1	-1	10,3	10,4	10,3
L=6	-1	1	1	10,6	10,2	10,4
L=7	1	-1	1	10,9	10,8	10,7
L=8	-1	-1	-1	10,4	10,2	10,2
L=9	0	0	0	10,7	10,5	10,8
L=10	1,215	0	0	10,2	10,2	10,5
L=11	-1,215	0	0	10,2	10,3	10,8
L=12	0	1,215	0	10,3	10,3	10,2
L=13	0	-1,215	0	10,5	10,8	10,8
L=14	0	0	1,215	10,9	10,3	10,8
L=15	0	0	-1,215	10,9	10,5	10,3

ВАРИАНТ 3 (3 знач)

Номер опыта	X1	X2	X3	yL1	yL2	yL3
L=1	1	1	1	50,9	50,4	50,8
L=2	1	-1	-1	50,3	50,2	50,6
L=3	-1	1	-1	50,9	50,6	50,9
L=4	-1	-1	1	50,3	50,7	50,2
L=5	1	1	-1	50,7	50,3	50,8
L=6	-1	1	1	50,5	50,7	50,5
L=7	1	-1	1	50,7	50,4	50,7
L=8	-1	-1	-1	50,8	50,3	50,7
L=9	0	0	0	50,8	50,5	50,6
L=10	1,215	0	0	50,6	50,5	50,6
L=11	-1,215	0	0	50,4	50,3	50,4
L=12	0	1,215	0	50,9	50,8	50,4
L=13	0	-1,215	0	50,7	50,8	50,9
L=14	0	0	-1,215	50,4	50,2	50,6
L=15	0	0	1,215	50,5	50,2	50,4

ВАРИАНТ 4 (3 знач)

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	1	1	1	115	115,2	115,8
L=2	1	-1	-1	114,3	115	114,4
L=3	-1	1	-1	116,2	116,4	116,4
L=4	-1	-1	1	115,6	115,9	114,6
L=5	1	1	-1	115	114,4	116,4
L=6	-1	1	1	114,2	114,3	116,1
L=7	1	-1	1	115,5	114,4	116,1
L=8	-1	-1	-1	115,4	115,5	114,1
L=9	0	0	0	114,1	116	115,3
L=10	1,215	0	0	116	114,7	114,5
L=11	-1,215	0	0	114,1	116,4	115,1
L=12	0	1,215	0	114,7	114,9	115,1
L=13	0	-1,215	0	115,7	115,1	114,5
L=14	0	0	-1,215	116,4	115,6	115,6
L=15	0	0	1,215	115,6	115,6	116,3

ВАРИАНТ 5 (3 знач)

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	1	1	1	235,9	235,3	235,2
L=2	1	-1	-1	236,4	236,4	235,2
L=3	-1	1	-1	235,4	236,1	235,2
L=4	-1	-1	1	236,4	236,2	236
L=5	1	1	-1	236	236,1	235,8
L=6	-1	1	1	236,1	235,5	235,7
L=7	1	-1	1	235,7	235,2	235,5
L=8	-1	-1	-1	235,8	235,8	236,4
L=9	0	0	0	235,5	235,9	235,7
L=10	1,215	0	0	236,2	236,2	236,2
L=11	-1,215	0	0	236	235,7	236,2
L=12	0	1,215	0	236,1	235,3	235,6
L=13	0	-1,215	0	236,4	235,3	235,9
L=14	0	0	-1,215	235,5	235,5	236,4
L=15	0	0	1,215	235,8	235,8	235,6

ВАРИАНТ 6 (3 знач)

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	1	1	1	71,8	72,1	72,6
L=2	1	-1	-1	72,8	72,9	72,6
L=3	-1	1	-1	72,6	72,8	72,3
L=4	-1	-1	1	71,8	72	71,9
L=5	1	1	-1	72,5	72,9	71,9
L=6	-1	1	1	72,5	72	72
L=7	1	-1	1	72	71,8	72
L=8	-1	-1	-1	72,6	72,8	72,4
L=9	0	0	0	72,6	71,9	71,9
L=10	1,215	0	0	72,4	71,8	71,9
L=11	-1,215	0	0	72	71,8	72,7
L=12	0	1,215	0	72,6	72,3	71,9
L=13	0	-1,215	0	71,8	72,1	71,7
L=14	0	0	-1,215	72,5	72,2	72
L=15	0	0	1,215	71,7	72,4	72,6

ВАРИАНТ 7 (3 знач)

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	1	1	1	25,4	25,1	25,3
L=2	1	-1	-1	24,9	24,9	25,6
L=3	-1	1	-1	25	25	25,6
L=4	-1	-1	1	25,3	25,3	25,1
L=5	1	1	-1	25,4	25,2	25,5
L=6	-1	1	1	25	25	24,9
L=7	1	-1	1	25,3	25	25,6
L=8	-1	-1	-1	25	25,4	25,6
L=9	0	0	0	25,6	24,9	25,4
L=10	1,215	0	0	25	25,3	25
L=11	-1,215	0	0	25,1	25,3	25,4
L=12	0	1,215	0	25,2	25	24,9
L=13	0	-1,215	0	25,4	25	25,1
L=14	0	0	-1,215	25,4	25,6	25,6
L=15	0	0	1,215	25,6	25,5	25,5

ВАРИАНТ 8 (3 знач)

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	1	1	1	60,8	60,9	60,8
L=2	1	-1	-1	60,8	60,5	60,8
L=3	-1	1	-1	60,3	60,6	60,6
L=4	-1	-1	1	60,9	60,9	60,7
L=5	1	1	-1	60,7	60,9	60,5
L=6	-1	1	1	60,9	60,9	60,3
L=7	1	-1	1	60,6	60,3	60,3
L=8	-1	-1	-1	60,6	60,9	60,5
L=9	0	0	0	60,4	60,8	60,9
L=10	1,215	0	0	60,5	60,3	60,5
L=11	-1,215	0	0	60,3	60,5	60,3
L=12	0	1,215	0	60,8	60,5	60,7
L=13	0	-1,215	0	60,6	60,8	60,8
L=14	0	0	-1,215	60,4	60,4	60,3
L=15	0	0	1,215	60,8	60,6	60,6

ВАРИАНТ 9 (3 знач)

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	1	1	1	125,1	125,4	125,3
L=2	1	-1	-1	125,6	125,4	124,9
L=3	-1	1	-1	125	125,5	125,2
L=4	-1	-1	1	125,7	125,7	125,9
L=5	1	1	-1	125,8	125,9	125,1
L=6	-1	1	1	124,9	125,3	125,5
L=7	1	-1	1	125,6	125,5	125
L=8	-1	-1	-1	125,7	125,7	125,8
L=9	0	0	0	125,6	125,8	125,3
L=10	1,215	0	0	124,9	125,9	125,6
L=11	-1,215	0	0	125,8	125,2	125,8
L=12	0	1,215	0	125,3	125,2	125,4
L=13	0	-1,215	0	125,7	125,6	125,9
L=14	0	0	-1,215	125,8	125,2	125,9
L=15	0	0	1,215	125,3	125,9	125,7

ВАРИАНТ 10 (3 знач)

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	1	1	1	25,6	25,2	25,9
L=2	1	-1	-1	25,3	25,6	25,9
L=3	-1	1	-1	25,4	25,9	25,7
L=4	-1	-1	1	25,2	25,6	25,6
L=5	1	1	-1	25,6	25,2	25,8
L=6	-1	1	1	25,8	25,8	25,8
L=7	1	-1	1	25,7	25,9	25,5
L=8	-1	-1	-1	25,9	25,7	25,7
L=9	0	0	0	25,2	25,5	25,3
L=10	1,215	0	0	25,4	25,2	25,5
L=11	-1,215	0	0	25,2	25,3	25,4
L=12	0	1,215	0	25,6	25,4	25,6
L=13	0	-1,215	0	25,2	25,5	25,6
L=14	0	0	-1,215	25,8	25,3	25,8
L=15	0	0	1,215	25,3	25,3	25,5

ВАРИАНТ 11 (3 знач)

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	1	1	1	26,4	26,2	26,3
L=2	1	-1	-1	26,5	26,2	26,5
L=3	-1	1	-1	26,8	26,6	26,3
L=4	-1	-1	1	26,9	26,5	26,3
L=5	1	1	-1	26,2	26,2	26,6
L=6	-1	1	1	26,5	26,3	26,9
L=7	1	-1	1	26,4	26,3	26,7
L=8	-1	-1	-1	26,7	26,3	26,9
L=9	0	0	0	26,2	26,7	26,6
L=10	1,215	0	0	26,5	26,8	26,5
L=11	-1,215	0	0	26,9	26,6	26,8
L=12	0	1,215	0	26,8	26,2	26,3
L=13	0	-1,215	0	26,7	26,3	26,3
L=14	0	0	-1,215	26,3	26,3	26,3
L=15	0	0	1,215	26,2	26,5	26,3

ВАРИАНТ 12 (3 знач)

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	1	1	1	27,2	27,4	27,3
L=2	1	-1	-1	27,2	27,6	27,5
L=3	-1	1	-1	27,4	27,7	27,7
L=4	-1	-1	1	27,6	27,9	27,4
L=5	1	1	-1	27,6	27,4	27,2
L=6	-1	1	1	27,9	27,3	27,7
L=7	1	-1	1	27,9	27,3	27,7
L=8	-1	-1	-1	27,5	27,5	27,2
L=9	0	0	0	27,8	27,8	27,9
L=10	1,215	0	0	27,2	27,7	27,3
L=11	-1,215	0	0	27,7	27,7	27,8
L=12	0	1,215	0	27,6	27,9	27,8
L=13	0	-1,215	0	27,7	27,6	27,9
L=14	0	0	-1,215	27,4	27,7	27,4
L=15	0	0	1,215	27,9	27,6	27,9

ВАРИАНТ 13 (3 знач)

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	1	1	1	28,7	28,7	28,4
L=2	1	-1	-1	28,2	28,2	28,6
L=3	-1	1	-1	28,9	28,7	28,8
L=4	-1	-1	1	28,7	28,7	28,4
L=5	1	1	-1	28,2	28,3	28,7
L=6	-1	1	1	28,3	28,9	28,8
L=7	1	-1	1	28,7	28,6	28,8
L=8	-1	-1	-1	28,9	28,5	28,9
L=9	0	0	0	28,4	28,4	28,9
L=10	1,215	0	0	28,6	28,4	28,2
L=11	-1,215	0	0	28,2	28,6	28,6
L=12	0	1,215	0	28,9	28,4	28,7
L=13	0	-1,215	0	28,3	28,8	28,6
L=14	0	0	-1,215	28,4	28,7	28,9
L=15	0	0	1,215	28,6	28,6	28,5

ВАРИАНТ 14 (3 знач)

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	1	1	1	29,9	29,9	29,9
L=2	1	-1	-1	29,3	29,5	29,3
L=3	-1	1	-1	29,7	29,9	29,9
L=4	-1	-1	1	29,4	29,3	29,3
L=5	1	1	-1	29,2	29,2	29,9
L=6	-1	1	1	29,5	29,4	29,4
L=7	1	-1	1	29,3	29,4	29,8
L=8	-1	-1	-1	29,4	29,7	29,4
L=9	0	0	0	29,2	29,3	29,4
L=10	1,215	0	0	29,6	29,7	29,2
L=11	-1,215	0	0	29,2	29,8	29,7
L=12	0	1,215	0	29,4	29,8	29,5
L=13	0	-1,215	0	29,2	29,6	29,9
L=14	0	0	-1,215	29,5	29,2	29,4
L=15	0	0	1,215	29,4	29,3	29,6

ВАРИАНТ 15 (3 знач)

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	1	1	1	30,2	30,1	30,7
L=2	1	-1	-1	30,2	30,3	30
L=3	-1	1	-1	30,6	30,2	30,3
L=4	-1	-1	1	30,4	30,6	30,9
L=5	1	1	-1	30,4	30,2	30,4
L=6	-1	1	1	30,6	30,7	30,9
L=7	1	-1	1	30,1	30,6	30,2
L=8	-1	-1	-1	30,7	30,7	30,7
L=9	0	0	0	30,9	30,6	30,6
L=10	1,215	0	0	30,4	30,2	30,4
L=11	-1,215	0	0	30	30,7	30,1
L=12	0	1,215	0	30	30,6	30,5
L=13	0	-1,215	0	30,5	30,3	30,6
L=14	0	0	-1,215	30,6	30,4	30,1
L=15	0	0	1,215	30,8	30,7	30,8

ВАРИАНТ 16 (3 знач)

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	1	1	1	31,6	31,9	31
L=2	1	-1	-1	31,5	31,5	31,4
L=3	-1	1	-1	31,9	31,7	31,1
L=4	-1	-1	1	31,5	31,2	31,3
L=5	1	1	-1	31	31,2	31
L=6	-1	1	1	31,8	31,9	31,8
L=7	1	-1	1	31,4	31,7	31,5
L=8	-1	-1	-1	31,6	31,1	31,3
L=9	0	0	0	31,7	31,7	31,7
L=10	1,215	0	0	31,1	31,2	31,4
L=11	-1,215	0	0	31,9	31,6	31,8
L=12	0	1,215	0	31,9	31,4	31,3
L=13	0	-1,215	0	31,3	31,6	31,2
L=14	0	0	-1,215	31,5	31,4	31,8
L=15	0	0	1,215	31,1	31,6	31,1

ВАРИАНТ 17 (3 знач)

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	1	1	1	32,3	32,2	32,5
L=2	1	-1	-1	32,7	32,5	32,7
L=3	-1	1	-1	32,8	32,3	32,1
L=4	-1	-1	1	32,1	32,4	32,1
L=5	1	1	-1	32,9	32,5	32
L=6	-1	1	1	32,3	32,9	32
L=7	1	-1	1	32	32	32,6
L=8	-1	-1	-1	32,8	32	32,2
L=9	0	0	0	32,8	32,6	32
L=10	1,215	0	0	32	32,1	32
L=11	-1,215	0	0	32,2	32	32,7
L=12	0	1,215	0	32,6	32,8	32,3
L=13	0	-1,215	0	32,2	32,9	32,9
L=14	0	0	-1,215	32,9	32,8	32,8
L=15	0	0	1,215	32,1	32	32,4

ВАРИАНТ 18 (3 знач)

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	1	1	1	34,8	34,1	34,3
L=2	1	-1	-1	34,9	34,5	34,2
L=3	-1	1	-1	34,6	34,9	34,9
L=4	-1	-1	1	34,5	34,6	34,2
L=5	1	1	-1	34,5	34,1	34,2
L=6	-1	1	1	34,4	34,2	34,5
L=7	1	-1	1	34,5	34,6	34,7
L=8	-1	-1	-1	34,4	34,4	34,3
L=9	0	0	0	34,5	34,6	34,4
L=10	1,215	0	0	34,1	34,4	34,7
L=11	-1,215	0	0	34,8	34,6	34,4
L=12	0	1,215	0	34	34,2	34,4
L=13	0	-1,215	0	34,1	34,7	34,5
L=14	0	0	-1,215	34,1	34,1	34
L=15	0	0	1,215	34,5	34,2	34,8

ВАРИАНТ 19 (4 знач)

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	1	1	1	35,8	35,8	35,4
L=2	1	-1	-1	35,9	35,2	35,9
L=3	-1	1	-1	35,6	35,8	35,9
L=4	-1	-1	1	35,6	35,1	35,1
L=5	1	1	-1	35,3	35,4	35,3
L=6	-1	1	1	35,5	35,8	35,6
L=7	1	-1	1	35,9	35,8	35,9
L=8	-1	-1	-1	35,8	35,2	35,6
L=9	0	0	0	35,2	35,1	35,9
L=10	1,215	0	0	35,7	35,5	35
L=11	-1,215	0	0	35,4	35,2	35,5
L=12	0	1,215	0	35,8	35,3	35,9
L=13	0	-1,215	0	35,9	35,6	35,3
L=14	0	0	-1,215	35,4	35,2	35,1
L=15	0	0	1,215	35,3	35,8	35,1

ВАРИАНТ 20 (3 знач)

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	1	1	1	36,9	36,8	36,6
L=2	1	-1	-1	36	36,3	36,2
L=3	-1	1	-1	36,3	36,3	36,5
L=4	-1	-1	1	36,5	36,9	36,3
L=5	1	1	-1	36,6	36,1	36,7
L=6	-1	1	1	36,6	36,2	36,8
L=7	1	-1	1	36,1	36,5	36,9
L=8	-1	-1	-1	36,7	36,9	36,7
L=9	0	0	0	36,1	36,5	36,2
L=10	1,215	0	0	36,8	36,2	36,8
L=11	-1,215	0	0	36,2	36,3	36
L=12	0	1,215	0	36,5	36,9	36
L=13	0	-1,215	0	36,8	36,9	36,7
L=14	0	0	-1,215	36,3	36	36,2
L=15	0	0	1,215	36	36,5	36,1

ВАРИАНТ 21 (3 знач)

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	1	1	1	37,6	37,6	37,9
L=2	1	-1	-1	37,8	37,4	37,9
L=3	-1	1	-1	37,9	37,8	37,8
L=4	-1	-1	1	37,4	37,8	37,2
L=5	1	1	-1	37,6	37	37,2
L=6	-1	1	1	37,5	37,9	37,3
L=7	1	-1	1	37,4	37,4	37,3
L=8	-1	-1	-1	37,7	37,4	37,9
L=9	0	0	0	37,4	37,2	37,2
L=10	1,215	0	0	37,3	37,6	37,1
L=11	-1,215	0	0	37,9	37	37,2
L=12	0	1,215	0	37,8	37,4	37,9
L=13	0	-1,215	0	37	37,5	37,7
L=14	0	0	-1,215	37,6	37,8	37,9
L=15	0	0	1,215	37,1	37,3	37,2

ВАРИАНТ 22 (3 знач)

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	1	1	1	38,6	38,8	38,9
L=2	1	-1	-1	38,7	38,9	38,7
L=3	-1	1	-1	38,6	38,2	38,6
L=4	-1	-1	1	38,9	38,9	38,1
L=5	1	1	-1	38,9	38	38,8
L=6	-1	1	1	38,3	38,1	38,3
L=7	1	-1	1	38,4	38,8	38,6
L=8	-1	-1	-1	38,6	38,5	38,5
L=9	0	0	0	38,5	38,3	38
L=10	1,215	0	0	38,9	38,5	38,5
L=11	-1,215	0	0	38,2	38,5	38,4
L=12	0	1,215	0	38,6	38,7	38,5
L=13	0	-1,215	0	38,4	38,9	38,7
L=14	0	0	-1,215	38,6	38,1	38,2
L=15	0	0	1,215	38	38,5	38,6

ВАРИАНТ 23 (3 знач)

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	1	1	1	9,4	9,9	9,5
L=2	1	-1	-1	9,3	9,3	9
L=3	-1	1	-1	9,7	9,7	9,2
L=4	-1	-1	1	9,9	9,8	9,9
L=5	1	1	-1	9,9	9,5	9,6
L=6	-1	1	1	9,2	9,4	9,1
L=7	1	-1	1	9,7	9,2	9,4
L=8	-1	-1	-1	9,3	9,3	9,1
L=9	0	0	0	9,1	9,1	9,5
L=10	1,215	0	0	9,6	9,7	9,4
L=11	-1,215	0	0	9,1	9,7	9,8
L=12	0	1,215	0	9,6	9,8	9,8
L=13	0	-1,215	0	9,1	9,9	9,1
L=14	0	0	-1,215	9,6	9,1	9
L=15	0	0	1,215	9,8	9,2	9

ВАРИАНТ 24 (3 знач)

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	1	1	1	110,4	110,9	110,2
L=2	1	-1	-1	110,2	110,3	110,4
L=3	-1	1	-1	110,2	110,9	110,4
L=4	-1	-1	1	110,5	110,9	110,8
L=5	1	1	-1	110,5	110,5	110,4
L=6	-1	1	1	110,4	110,3	110,6
L=7	1	-1	1	110,8	110,5	110,3
L=8	-1	-1	-1	110,8	110,7	110,9
L=9	0	0	0	110,6	110,3	110,5
L=10	1,215	0	0	110,3	110,2	110,9
L=11	-1,215	0	0	110,8	110,9	110,9
L=12	0	1,215	0	110,9	110,2	110,5
L=13	0	-1,215	0	110,2	110,2	110,7
L=14	0	0	-1,215	110,6	110,3	110,6
L=15	0	0	1,215	110,5	110,7	110,7

ВАРИАНТ 25 (3 знач)

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	1	1	1	13,4	13,5	13,1
L=2	1	-1	-1	13	12,8	12,7
L=3	-1	1	-1	13,6	13,6	12,7
L=4	-1	-1	1	13,1	12,9	13,2
L=5	1	1	-1	13,5	13,4	13,3
L=6	-1	1	1	12,9	13	13,3
L=7	1	-1	1	13,3	13,4	12,7
L=8	-1	-1	-1	13,1	12,7	12,8
L=9	0	0	0	13,2	13,2	13
L=10	1,215	0	0	12,7	13,1	12,9
L=11	-1,215	0	0	13,2	13	12,8
L=12	0	1,215	0	13,4	13,3	13,5
L=13	0	-1,215	0	12,7	13,4	13,2
L=14	0	0	-1,215	13,4	13,5	13,2
L=15	0	0	1,215	13,6	13,6	12,8

ВАРИАНТ 26 (3 знач)

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	1	1	1	14,8	15	14,9
L=2	1	-1	-1	14,3	15,1	15,5
L=3	-1	1	-1	14,7	14,6	14,5
L=4	-1	-1	1	15,3	15,3	14,9
L=5	1	1	-1	14,9	14,2	14,5
L=6	-1	1	1	15,4	15,3	15,4
L=7	1	-1	1	15,1	15,1	14,2
L=8	-1	-1	-1	14,6	15,3	15,4
L=9	0	0	0	15,1	14,7	14,8
L=10	1,215	0	0	14,6	15,2	15
L=11	-1,215	0	0	14,5	14,2	14,2
L=12	0	1,215	0	15	14,7	15,2
L=13	0	-1,215	0	15,5	14,2	14,4
L=14	0	0	-1,215	14,6	14,2	14,3
L=15	0	0	1,215	15,3	15,4	14,8

ВАРИАНТ 27 (3 знач)

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	1	1	1	16,1	15,9	16
L=2	1	-1	-1	16	15,9	16,7
L=3	-1	1	-1	15,9	15,5	15,6
L=4	-1	-1	1	15,7	16	15,9
L=5	1	1	-1	16,6	16,1	16,7
L=6	-1	1	1	16,5	15,7	15,7
L=7	1	-1	1	16,6	16,7	16,1
L=8	-1	-1	-1	15,5	16,4	16,3
L=9	0	0	0	16	16,3	15,8
L=10	1,215	0	0	16,4	16,2	15,5
L=11	-1,215	0	0	15,7	15,8	15,6
L=12	0	1,215	0	16,4	15,5	15,7
L=13	0	-1,215	0	15,5	16,1	16,2
L=14	0	0	-1,215	16,2	16,6	16,2
L=15	0	0	1,215	16,4	15,9	16

ВАРИАНТ 28 (3 знач)

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	1	1	1	16,1	16,4	16,1
L=2	1	-1	-1	16,8	16,7	16,6
L=3	-1	1	-1	16,5	16,6	16,8
L=4	-1	-1	1	16,2	16,2	16,3
L=5	1	1	-1	16,3	16,8	16,8
L=6	-1	1	1	16,1	16,6	16,6
L=7	1	-1	1	16,1	16,2	16,5
L=8	-1	-1	-1	16,5	16,7	16,5
L=9	0	0	0	16,6	16,8	16,5
L=10	1,215	0	0	16,8	16,3	16,7
L=11	-1,215	0	0	16,6	16,6	16,7
L=12	0	1,215	0	16,1	16,4	16,1
L=13	0	-1,215	0	16,4	16,1	16,4
L=14	0	0	-1,215	16,7	16,4	16,3
L=15	0	0	1,215	16,6	16,8	16,5

ВАРИАНТ 29 (3 знач)

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	1	1	1	18,1	18,8	18,8
L=2	1	-1	-1	18,1	18,4	18,8
L=3	-1	1	-1	18,3	18,8	18,7
L=4	-1	-1	1	18,3	18,1	18,1
L=5	1	1	-1	18,5	18,6	18,1
L=6	-1	1	1	18,8	18,8	18,3
L=7	1	-1	1	18,7	18,4	18,5
L=8	-1	-1	-1	18,3	18	18,1
L=9	0	0	0	18,6	18,7	18,8
L=10	1,215	0	0	18,5	18,6	18,2
L=11	-1,215	0	0	18,2	18,1	18,5
L=12	0	1,215	0	18,6	18,5	18,7
L=13	0	-1,215	0	18,6	18,7	18,2
L=14	0	0	-1,215	18,2	18,8	18,1
L=15	0	0	1,215	18,7	18,6	18,1

ВАРИАНТ 30 (3 знач)

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	1	1	1	19,1	19,8	19,2
L=2	1	-1	-1	19,2	19,3	19,9
L=3	-1	1	-1	19,9	19,9	19,7
L=4	-1	-1	1	19,6	19,4	19,4
L=5	1	1	-1	19,1	19,8	19,8
L=6	-1	1	1	19,2	19,7	19,5
L=7	1	-1	1	19,1	19,6	19,6
L=8	-1	-1	-1	19,9	19,8	19,7
L=9	0	0	0	19,2	19,5	19,9
L=10	1,215	0	0	19,4	19,4	19,3
L=11	-1,215	0	0	19,6	19,8	19,8
L=12	0	1,215	0	19,8	19,1	19,9
L=13	0	-1,215	0	19,9	19,5	19,7
L=14	0	0	-1,215	19,6	19,3	19,9
L=15	0	0	1,215	19,2	19	19

ВАРИАНТ 31 (4 знач)

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	1	1	1	20,5	20,3	20,4
L=2	1	-1	-1	20,8	20,3	20,8
L=3	-1	1	-1	20,7	20,8	20,6
L=4	-1	-1	1	20,9	20,5	20,8
L=5	1	1	-1	20,9	20,3	20,9
L=6	-1	1	1	20,2	20,8	20,4
L=7	1	-1	1	20,8	20,9	20,9
L=8	-1	-1	-1	20,7	20,9	20,8
L=9	0	0	0	20,6	20,4	20,4
L=10	1,215	0	0	20,2	20,3	20,2
L=11	-1,215	0	0	20,5	20,4	20,2
L=12	0	1,215	0	20,8	20,9	20,8
L=13	0	-1,215	0	20,4	20,5	20,8
L=14	0	0	-1,215	20,6	20,7	20,3
L=15	0	0	1,215	20,6	20,4	20,7

ВАРИАНТ 32 (3 знач)

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	1	1	1	21,8	21,2	21,4
L=2	1	-1	-1	21,9	21,8	21,4
L=3	-1	1	-1	21,7	21,8	21,9
L=4	-1	-1	1	21,6	21,4	21,5
L=5	1	1	-1	21,5	21,4	21,5
L=6	-1	1	1	21,9	21,9	21,9
L=7	1	-1	1	21,8	21,9	21,6
L=8	-1	-1	-1	21,3	21,3	21,8
L=9	0	0	0	21,8	21,6	21,4
L=10	1,215	0	0	21,3	21,9	21,7
L=11	-1,215	0	0	21,9	21,8	21,6
L=12	0	1,215	0	21,9	21,7	21,4
L=13	0	-1,215	0	21,5	21,5	21,6
L=14	0	0	-1,215	21,8	21,4	21,4
L=15	0	0	1,215	21,2	21,5	21,4

ВАРИАНТ 33 (3 знач)

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	1	1	1	22,6	22,2	22,3
L=2	1	-1	-1	22,3	22,4	22,9
L=3	-1	1	-1	22,7	22,8	22,6
L=4	-1	-1	1	22,7	22,8	22,6
L=5	1	1	-1	22,4	22,2	22,2
L=6	-1	1	1	22,3	22,7	22,5
L=7	1	-1	1	22,5	22,4	22,4
L=8	-1	-1	-1	22,9	22,9	22,5
L=9	0	0	0	22,2	22,8	22,7
L=10	1,215	0	0	22,7	22,4	22,8
L=11	-1,215	0	0	22,7	22,2	22,8
L=12	0	1,215	0	22,2	22,8	22,2
L=13	0	-1,215	0	22,5	22,8	22,8
L=14	0	0	-1,215	22,9	22,7	22,7
L=15	0	0	1,215	22,7	22,2	22,2

ВАРИАНТ 34 (3 знач)

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	1	1	1	23,5	23,3	23,4
L=2	1	-1	-1	23,2	23,8	23,7
L=3	-1	1	-1	23,5	23,7	23,4
L=4	-1	-1	1	23,5	23,3	23,5
L=5	1	1	-1	23,4	23,4	23,2
L=6	-1	1	1	23,5	23,9	23,5
L=7	1	-1	1	23,8	23,7	23,6
L=8	-1	-1	-1	23,5	23,2	23,9
L=9	0	0	0	23,8	23,8	23,7
L=10	1,215	0	0	23,4	23,8	23,3
L=11	-1,215	0	0	23,9	23,5	23,7
L=12	0	1,215	0	23,5	23,9	23,8
L=13	0	-1,215	0	23,7	23,6	23,6
L=14	0	0	-1,215	23,4	23,3	23,4
L=15	0	0	1,215	23,7	23,4	23,9

ВАРИАНТ 35 (5 знач)

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	1	1	1	24,7	24,4	24,9
L=2	1	-1	-1	24,3	24,4	24,2
L=3	-1	1	-1	24,7	24,9	24,9
L=4	-1	-1	1	24,9	24,8	24,9
L=5	1	1	-1	24,8	24,9	24,6
L=6	-1	1	1	24,5	24,6	24,5
L=7	1	-1	1	24,4	24,4	24,2
L=8	-1	-1	-1	24,8	24,6	24,6
L=9	0	0	0	24,8	24,5	24,5
L=10	1,215	0	0	24,8	24,9	24,3
L=11	-1,215	0	0	24,8	24,4	24,7
L=12	0	1,215	0	24,6	24,8	24,7
L=13	0	-1,215	0	24,7	24,2	24,7
L=14	0	0	-1,215	24,6	24,9	24,8
L=15	0	0	1,215	24,6	24,3	24,2

ВАРИАНТ 36 (5 знач)

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	1	1	1	33,9	33,7	33,6
L=2	1	-1	-1	33,6	33,3	33,5
L=3	-1	1	-1	33,8	33,7	33,7
L=4	-1	-1	1	33,3	33,2	33,8
L=5	1	1	-1	33,3	33,2	33,2
L=6	-1	1	1	33,8	33,8	33,5
L=7	1	-1	1	33,4	33,6	33,7
L=8	-1	-1	-1	33,4	33,6	33,2
L=9	0	0	0	33,5	33,7	33,2
L=10	1,215	0	0	33,2	33,3	33,4
L=11	-1,215	0	0	33,6	33,2	33,7
L=12	0	1,215	0	33,9	33,9	33,6
L=13	0	-1,215	0	33,7	33,7	33,9
L=14	0	0	-1,215	33,6	33,8	33,5
L=15	0	0	1,215	33,6	33,6	33,7

ВАРИАНТ 37

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	1	1	1	12	12.5	12.3
L=2	1	-1	-1	12.7	12.2	11.9
L=3	-1	1	-1	12.5	12.1	12.2
L=4	-1	-1	1	12.4	12.3	12.5
L=5	1	1	-1	12.8	12.5	12.8
L=6	-1	1	1	12.7	12.2	12.1
L=7	1	-1	1	12	12.2	12.4
L=8	-1	-1	-1	12.4	12.3	12.7
L=9	0	0	0	12.9	12.5	12.7
L=10	1,215	0	0	12.7	12.2	12.4
L=11	-1,215	0	0	12.5	12.4	12.0
L=12	0	1,215	0	12.4	12.3	12.3
L=13	0	-1,215	0	12	12.5	12.6
L=14	0	0	-1,215	12.7	12.2	12.9
L=15	0	0	1,215	12.5	11.9	12.2

ВАРИАНТ 38

Нормированные факторы Результаты опытов

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	+1	+1	+1	10,9	10.5	10.9
L=2	+1	-1	-1	10,9	10.4	10.3
L=3	-1	+1	-1	10,3	10.2	10.8
L=4	-1	-1	+1	10,9	10.7	10.2
L=5	+1	+1	-1	10,4	10.5	10.9
L=6	-1	+1	+1	10,2	10.4	10.3
L=7	+1	-1	+1	10,8	10.9	10.5
L=8	-1	-1	-1	10,2	10.7	10.2
L=9	0	0	0	10,5	10.5	10.9
L=10	+1.215	0	0	10,2	10.4	10.3
L=11	-1.215	0	0	10,3	10.9	10.5
L=12	0	+1.215	0	10,3	10.7	10.2
L=13	0	-1.215	0	10,8	10.5	10.9
L=14	0	0	-1.215	10,3	10.4	10.3
L=15	0	0	+1.215	10,5	10.9	10.5

ВАРИАНТ 39

Нормированные факторы Результаты опытов

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	+1	+1	+1	50,8	50.4	50.3
L=2	+1	-1	-1	50,6	50.9	50.5
L=3	-1	+1	-1	50,9	50.7	50.2
L=4	-1	-1	+1	50,2	50.5	50.9
L=5	+1	+1	-1	50,8	50.4	50.3
L=6	-1	+1	+1	50,5	50.8	50.5
L=7	+1	-1	+1	50,7	50.7	50.2
L=8	-1	-1	-1	50,7	50.5	50.9
L=9	0	0	0	50,6	50.4	50.3
L=10	+1.215	0	0	50,6	50.9	50.5
L=11	-1.215	0	0	50,4	50.7	50.2
L=12	0	+1.215	0	50,4	50.5	50.9
L=13	0	-1.215	0	50,9	50.4	50.3
L=14	0	0	-1.215	50,6	50.9	50.5
L=15	0	0	+1.215	50,4	50.7	50.2

ВАРИАНТ 40

Нормированные факторы Результаты опытов

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	+1	+1	+1	115.8	111.2	115
L=2	+1	-1	-1	116.0	115.5	114,3
L=3	-1	+1	-1	116.2	114.8	116,2
L=4	-1	-1	+1	116.4	115.1	115,6
L=5	+1	+1	-1	115.6	114.4	115
L=6	-1	+1	+1	115.8	113.7	114,2
L=7	+1	-1	+1	116.5	114.7	115,5
L=8	-1	-1	-1	116.3	114.4	115,4
L=9	0	0	0	115.7	114.0	114,1
L=10	+1.215	0	0	115.9	114.3	116
L=11	-1.215	0	0	116.1	114.6	114,1
L=12	0	+1.215	0	116.3	114.9	114,7
L=13	0	-1.215	0	116.5	115.2	115,7
L=14	0	0	-1.215	116.2	114.9	116,4
L=15	0	0	+1.215	116.5	114.7	115,6

ВАРИАНТ 41

Нормированные факторы Результаты опытов

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	+1	+1	+1	235.9	235,9	235.2
L=2	+1	-1	-1	234.7	236,4	235.5
L=3	-1	+1	-1	235.5	235,4	235.8
L=4	-1	-1	+1	236.4	236,4	236.1
L=5	+1	+1	-1	235.8	236	235.4
L=6	-1	+1	+1	235.7	236,1	235.7
L=7	+1	-1	+1	235.5	235,7	236.7
L=8	-1	-1	-1	236.4	235,8	236.4
L=9	0	0	0	235.9	235,5	236.0
L=10	+1.215	0	0	235.7	236,2	235.3
L=11	-1.215	0	0	235.5	236	235.6
L=12	0	+1.215	0	236.4	236,1	235.9
L=13	0	-1.215	0	235.9	236,4	235.2
L=14	0	0	-1.215	235.7	235,5	235.9
L=15	0	0	+1.215	235.5	235,8	235.7

ВАРИАНТ 42

Нормированные факторы Результаты опытов

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	+1	+1	+1	72,1	72.8	73.2
L=2	+1	-1	-1	72,9	72.0	72.5
L=3	-1	+1	-1	72,8	72.2	71.8
L=4	-1	-1	+1	72	72.4	73.1
L=5	+1	+1	-1	72,9	72.6	72.4
L=6	-1	+1	+1	72	71.8	72.7
L=7	+1	-1	+1	71,8	72.5	72.7
L=8	-1	-1	-1	72,8	72.3	72.4
L=9	0	0	0	71,9	72.7	72.0
L=10	+1.215	0	0	71,8	71.9	72.3
L=11	-1.215	0	0	71,8	73.1	72.6
L=12	0	+1.215	0	72,3	72.3	71.9
L=13	0	-1.215	0	72,1	73.5	73.2
L=14	0	0	-1.215	72,2	72.2	71.9
L=15	0	0	+1.215	72,4	72.5	71.7

ВАРИАНТ 43

Нормированные факторы Результаты опытов

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	+1	+1	+1	60.9	60.5	60,8
L=2	+1	-1	-1	60.7	60.2	60,8
L=3	-1	+1	-1	60.5	60.1	60,3
L=4	-1	-1	+1	60.4	60.3	60,9
L=5	+1	+1	-1	60.8	60.5	60,7
L=6	-1	+1	+1	60.7	60.2	60,9
L=7	+1	-1	+1	60.5	60.2	60,6
L=8	-1	-1	-1	60.4	60.3	60,6
L=9	0	0	0	60.9	60.5	60,4
L=10	+1.215	0	0	60.7	60.2	60,5
L=11	-1.215	0	0	60.5	60.4	60,3
L=12	0	+1.215	0	60.4	60.3	60,8
L=13	0	-1.215	0	60.9	60.5	60,6
L=14	0	0	-1.215	60.7	60.2	60,4
L=15	0	0	+1.215	60.5	60.9	60,8

ВАРИАНТ 44

Нормированные факторы Результаты опытов

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	+1	+1	+1	25.3	25.4	25,4
L=2	+1	-1	-1	24.9	25.2	24,9
L=3	-1	+1	-1	25.2	25.6	25
L=4	-1	-1	+1	25.5	25.0	25,3
L=5	+1	+1	-1	24.8	25.4	25,4
L=6	-1	+1	+1	25.1	25.8	25
L=7	+1	-1	+1	25.4	25.2	25,3
L=8	-1	-1	-1	24.7	25.6	25
L=9	0	0	0	25.7	25.0	25,6
L=10	+1.215	0	0	25.4	25.6	25
L=11	-1.215	0	0	25.0	25.4	25,1
L=12	0	+1.215	0	25.3	25.8	25,2
L=13	0	-1.215	0	25.6	25.2	25,4
L=14	0	0	-1.215	24.9	25.6	25,4
L=15	0	0	+1.215	25.2	25.0	25,6

ВАРИАНТ 45

Нормированные факторы Результаты опытов

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	+1	+1	+1	125.3	125,3	125.6
L=2	+1	-1	-1	124.9	124,9	125.3
L=3	-1	+1	-1	125.2	125,2	124.9
L=4	-1	-1	+1	125.5	125,9	125.2
L=5	+1	+1	-1	124.4	125,1	124.5
L=6	-1	+1	+1	125.1	125,5	124.8
L=7	+1	-1	+1	125.4	125	125.1
L=8	-1	-1	-1	124.7	125,8	125.4
L=9	0	0	0	125.7	125,3	124.7
L=10	+1.215	0	0	125.5	125,6	124.7
L=11	-1.215	0	0	125.0	125,8	125.4
L=12	0	+1.215	0	125.3	125,4	125.0
L=13	0	-1.215	0	125.6	125,9	125.3
L=14	0	0	-1.215	124.9	125,9	125.6
L=15	0	0	+1.215	125.9	125,7	124.9

ВАРИАНТ 46

Нормированные факторы Результаты опытов

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	+1	+1	+1	25,6	25,5	25,8
L=2	+1	-1	-1	25,3	25,2	25,7
L=3	-1	+1	-1	25,4	25,1	25,5
L=4	-1	-1	+1	25,2	25,3	25,4
L=5	+1	+1	-1	25,6	25,5	25,9
L=6	-1	+1	+1	25,8	25,2	25,7
L=7	+1	-1	+1	25,7	25,2	25,5
L=8	-1	-1	-1	25,9	25,3	25,4
L=9	0	0	0	25,2	25,5	25,9
L=10	+1.215	0	0	25,4	25,2	25,7
L=11	-1.215	0	0	25,2	25,4	25,5
L=12	0	+1.215	0	25,6	25,3	25,4
L=13	0	-1.215	0	25,2	25,5	25,9
L=14	0	0	-1.215	25,8	25,2	25,7
L=15	0	0	+1.215	25,3	25,9	25,5

ВАРИАНТ 47

Нормированные факторы Результаты опытов

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	+1	+1	+1	26,9	26,2	26,2
L=2	+1	-1	-1	26,7	26,2	26,5
L=3	-1	+1	-1	26,5	26,6	26,8
L=4	-1	-1	+1	26,4	26,5	26,1
L=5	+1	+1	-1	26,8	26,2	26,4
L=6	-1	+1	+1	26,7	26,3	26,7
L=7	+1	-1	+1	26,5	26,3	26,7
L=8	-1	-1	-1	26,4	26,3	26,4
L=9	0	0	0	26,9	26,7	26,0
L=10	+1.215	0	0	26,7	26,8	26,3
L=11	-1.215	0	0	26,5	26,6	26,6
L=12	0	+1.215	0	26,4	26,2	26,9
L=13	0	-1.215	0	26,9	26,3	26,2
L=14	0	0	-1.215	26,7	26,3	26,9
L=15	0	0	+1.215	26,5	26,5	26,7

ВАРИАНТ 48

Нормированные факторы Результаты опытов

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	+1	+1	+1	27.8	27.4	27,3
L=2	+1	-1	-1	27.2	27.9	27,5
L=3	-1	+1	-1	27.5	27.7	27,7
L=4	-1	-1	+1	27.4	27.5	27,4
L=5	+1	+1	-1	27.7	27.4	27,2
L=6	-1	+1	+1	27.2	27.8	27,7
L=7	+1	-1	+1	27.5	27.7	27,7
L=8	-1	-1	-1	27.4	27.5	27,2
L=9	0	0	0	27.8	27.4	27,9
L=10	+1.215	0	0	27.2	27.9	27,3
L=11	-1.215	0	0	27.5	27.7	27,8
L=12	0	+1.215	0	27.4	27.5	27,8
L=13	0	-1.215	0	27.8	27.4	27,9
L=14	0	0	-1.215	27.2	27.9	27,4
L=15	0	0	+1.215	27.5	27.7	27,9

ВАРИАНТ 49

Нормированные факторы Результаты опытов

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	+1	+1	+1	28.4	28,4	28.9
L=2	+1	-1	-1	28.7	28,6	28.3
L=3	-1	+1	-1	28.8	28,8	28.8
L=4	-1	-1	+1	28.5	28,4	28.2
L=5	+1	+1	-1	28.4	28,7	28.9
L=6	-1	+1	+1	28.8	28,8	28.3
L=7	+1	-1	+1	28.2	28,8	28.5
L=8	-1	-1	-1	28.5	28,9	28.2
L=9	0	0	0	28.4	28,9	28.9
L=10	+1.215	0	0	28.8	28,2	28.3
L=11	-1.215	0	0	28.2	28,6	28.5
L=12	0	+1.215	0	28.5	28,7	28.2
L=13	0	-1.215	0	28.4	28,6	28.9
L=14	0	0	-1.215	28.8	28,9	28.3
L=15	0	0	+1.215	28.2	28,5	28.5

ВАРИАНТ 50

Нормированные факторы Результаты опытов

Номер опыта	X1	X2	X3	Y _{L1}	Y _{L2}	Y _{L3}
L=1	+1	+1	+1	29.8	29.4	29,9
L=2	+1	-1	-1	29.2	29.9	29,3
L=3	-1	+1	-1	29.5	29.7	29,7
L=4	-1	-1	+1	29.4	29.5	29,4
L=5	+1	+1	-1	29.7	29.4	29,2
L=6	-1	+1	+1	29.2	29.8	29,5
L=7	+1	-1	+1	29.5	29.7	29,3
L=8	-1	-1	-1	29.4	29.5	29,4
L=9	0	0	0	29.8	29.4	29,2
L=10	+1.215	0	0	29.2	29.9	29,6
L=11	-1.215	0	0	29.5	29.7	29,2
L=12	0	+1.215	0	29.4	29.5	29,4
L=13	0	-1.215	0	29.8	29.4	29,2
L=14	0	0	-1.215	29.2	29.9	29,5
L=15	0	0	+1.215	29.5	29.7	29,4

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ТАБЛИЦЫ ЗНАЧЕНИЙ СТАТИСТИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ

Критические значения для критерия Кохрена

n=k	m=2		m=3		m=4	
	1%	5%	1%	5%	1%	5%
2	-	-	0,995	0,975	0,979	0,939
3	0,993	0,967	0,942	0,871	0,883	0,798
4	0,968	0,906	0,864	0,768	0,781	0,684
5	0,928	0,841	0,788	0,684	0,696	0,598
6	0,883	0,781	0,722	0,616	0,626	0,532
7	0,838	0,727	0,664	0,561	0,568	0,480
8	0,794	0,680	0,615	0,516	0,521	0,438
9	0,754	0,638	0,573	0,478	0,481	0,403
10	0,718	0,602	0,536	0,445	0,447	0,373
11	0,684	0,570	0,504	0,417	0,418	0,348
12	0,653	0,541	0,475	0,392	0,392	0,326
13	0,624	0,515	0,450	0,371	0,369	0,307
14	0,599	0,492	0,427	0,352	0,349	0,291
15	0,575	0,471	0,407	0,335	0,332	0,276
16	0,553	0,452	0,388	0,319	0,316	0,262
17	0,532	0,434	0,372	0,305	0,301	0,250
18	0,514	0,418	0,356	0,293	0,288	0,240
19	0,496	0,403	0,343	0,281	0,276	0,230
20	0,480	0,389	0,330	0,270	0,265	0,220
21	0,465	0,377	0,318	0,261	0,255	0,212
22	0,450	0,365	0,307	0,252	0,246	0,204
23	0,437	0,354	0,297	0,243	0,238	0,197
24	0,425	0,343	0,287	0,235	0,230	0,191
25	0,413	0,334	0,278	0,228	0,222	0,185

n=k	m=5		m=6	
	1%	5%	1%	5%
2	0,959	0,906	0,937	0,877
3	0,834	0,746	0,793	0,707
4	0,721	0,629	0,676	0,590
5	0,633	0,544	0,588	0,506
6	0,564	0,480	0,520	0,445
7	0,508	0,431	0,466	0,397
8	0,463	0,391	0,423	0,360
9	0,425	0,358	0,387	0,329
10	0,393	0,331	0,357	0,303
11	0,366	0,308	0,332	0,281
12	0,343	0,288	0,310	0,262
13	0,322	0,271	0,291	0,243
14	0,304	0,255	0,274	0,232
15	0,288	0,242	0,259	0,220
16	0,274	0,230	0,246	0,208
17	0,261	0,219	0,234	0,198
18	0,249	0,209	0,223	0,189
19	0,238	0,200	0,214	0,181
20	0,229	0,192	0,205	0,174
21	0,220	0,185	0,197	0,167
22	0,212	0,178	0,189	0,160
23	0,204	0,172	0,182	0,155
24	0,197	0,166	0,176	0,149
25	0,190	0,160	0,170	0,144

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анфилатов В,С, Системный анализ в управлении/ В,С, Анфилатов, А,А, Емельянов, А,А, Кукушкин, М,: Финансы и статистика, 2002, 357 с,
2. Асатурян В,И, Теория планирования эксперимента/ В, И, Асатурян, М,: Радио и связь, 1998, 254 с,
3. Иванов А,Ю,, Полковников С,П,, Ходасевич Г,Б, Военно-технические основы построения и математическое моделирование перспективных средств и комплексов автоматизации/ А,Ю, Иванов, С,П, Полковников, Г,Б, Ходасевич, СПб.: ВАС, 1997, 237 с,
4. Кузин Л,Т, Основы кибернетики, Т, 1, Математические основы кибернетики/ Л,Т, Кузин, М,: Энергия, 1993, 315 с,
5. Надежность и эффективность в технике, Т,б, Экспериментальная отработка и испытания, М,: Машиностроение, 1999, 287 с,
6. Налимов В,В, Теория эксперимента/ В,В, Налимов, М,: Наука, 1997, 260 с,
7. Ходасевич Г,Б, Обработка эксперименталь-ных данных на ЭВМ, Часть 1, Обработка одномерных данных/ Г,Б, Ходасевич, СПб.: СПбГУТ, 2002, 185 с,
8. Ходасевич Г,Б, Обработка эксперименталь-ных данных на ЭВМ, Часть 2, Обработка одномерных данных/ Г,Б, Ходасевич, СПб.: СПбГУТ, 2002, 210 с,
9. Львович Я,Е, Теоретические основы конструирования и надёжности РЭА/ Я,Е,Львович, В,Н, Фролов, М,: Радио и связь, 1998, 220 с,