

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

А.А. ЧЕРНЫЙ

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ПРИ ТРЕХ УРОВНЯХ ФАКТОРОВ ПО ПРОГРАММАМ НА
ЯЗЫКАХ БЕЙСИК И ТУРБО ПАСКАЛЬ**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

ПЕНЗА 2010

УДК 669.621.74

Черный А.А. Математическое моделирование при трех уровнях факторов по программам на языках Бейсик и турбо Паскаль: Учеб. пособие.- Пенза: Пензенский государственный университет, 2010. – 105 с.

Изложена теория математического моделирования на трех уровнях факторов. Приводится алгоритм математического моделирования, применительно к программированию на языках Бейсик и Турбо Паскаль, контрольные вопросы.

Учебное пособие подготовлено на кафедре «Сварочное, литейное производство и материаловедение». Оно может быть использовано студентами при изучении курсов «Математическое моделирование в литейном производстве», «Вычислительная техника в инженерных расчетах», а также при выполнении курсовых и научно-исследовательских работ.

Теоретические разработки и компьютерные программы математического моделирования являются интеллектуальной собственностью Черного А.А.

Рецензенты:

Научный совет Пензенского научного центра;

А.С. Белоусов, главный металлург ОАО «Пензадизельмаш».

© А.А. Черный, 2010

ВВЕДЕНИЕ

Развитие науки и техники в условиях широкой компьютеризации возможно на основе выполнения, анализа, использования для оптимизации, прогнозирования, изобретательства, автоматизации математических моделей. Однако разработанные ранее методики математического моделирования имели ряд недостатков, затрудняющих их использование. Многие недостатки были устранены после разработки и применения новой методики математического моделирования и универсальных компьютерных программ, позволяющих не только быстро выявлять математические модели, но и выполнять расчеты по моделям, строить графики [1]. Но практическое применение математического моделирования на основе планирования экспериментов и разработанных универсальных программ [1] показало, что возникают трудности в понимании методических разработок и компьютерных программ. Поэтому выполнено разделение, уточнение, совершенствование методик и программ, что позволяет упростить изучение и практическое применение разработок.

Предлагаются оригинальные разработки математического моделирования при планировании экспериментов на трех уровнях факторов, когда количество факторов может быть от одного до семи, причем для случаев одно-, двух-, трехфакторных процессов разработки выполнены в соответствии с полными факторными экспериментами. Приведены обоснованные планы проведения экспериментов. Показано, как выявляются уравнения регрессии, как выполняется ортогонализация матриц, как рассчитываются коэффициенты ортогонализации, коэффициенты регрессии, дисперсии в определении коэффициентов регрессии. Построенные схемы зависимостей показателей процесса от факторов позволили наглядно показать связь координат точек графиков с планами проведения экспериментов (координаты каждой точки графиков являются соответственно строкой плана).

Преимуществами предложенной методики математического моделирования являются оригинальная разработка ортогонализации матриц, вывод формул для расчета коэффициентов ортогонализации, коэффициентов регрессии, дисперсий в определении коэффициентов регрессии, буквенное обозначение показателей степени факторов в уравнении регрессии и возможность изменять величины показателей степени факторов, добиваясь точности математических моделей. При математическом моделировании используются абсолютные величины факторов и показателей процесса. Уровни факторов могут быть ассиметричными и симметричными, а математические зависимости – нелинейными или линейными.

То, что не изложено в теоретической части моделирования, может быть восполнено при рассмотрении компьютерных программ. В программе NW3, разработанной в соответствии с алгоритмом на языке Бейсик объединены три

программы для случаев планирования 3^1 ($X = 3$), 3^2 ($X = 9$), 3^3 ($X = 27$). В зависимости от того, какая величина X будет введена, начнет работать одна из двух программ. Программы составлены так, что достигается высокая точность расчетов, осуществляется проверка расчетов. После выявления математической модели программа позволяет выполнять расчеты по модели, определять максимальные и минимальные величины показателей, строить графики зависимостей показателей от факторов.

Выполнены разработки компьютерных программ математического моделирования на языке Турбо Паскаль.

Анализируя математические модели и результаты расчетов по ним можно прогнозировать улучшение процессов (способов), устройств, составов веществ, находить оптимальные решения, изобретать.

Предлагаемые математические разработки и программы на их основе позволяют выявлять математические модели при проведении малого количества опытов, в связи с чем достигается экономичность.

Минимальные затраты труда и средств на эксперименты, высокая точность математических моделей, универсальность методик и программ, простота и быстрота математического моделирования и расчетов по моделям – основные преимущества новых разработок. А предоставление результатов моделирования, расчетов, графических построений в файлах упрощает выполнение анализов и работу по оптимизации, прогнозированию.

Методические разработки и программ проверены на задачах моделирования применительно к литейному производству.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ 3¹

На основании анализа ортогональных методов планирования экспериментов разработана новая методика математического моделирования процессов, которая менее трудоемка, чем ранее предложенные, позволяет проще, при меньшем количестве опытов оптимизировать процессы, выявлять более точные математические модели при планировании экспериментов на трех уровнях независимых переменных (факторов).

В результате предварительного анализа для нелинейного математического моделирования процессов при ортогональном планировании экспериментов на трех уровнях независимых переменных предложено универсальное уравнение регрессии, в общем виде представляющее трехчлен

$$y = b'_o x_o + b_{mn} x_{mn} + b_{mr} x_{mr}; \quad (1)$$

в котором y – показатель (параметр) процесса; $x_o = +1$;

$$x_{mn} = x_m^n + v_m; \quad x_{mr} = x_m^r + a_m \cdot x_m^n + c_m;$$

m – порядковый номер фактора; x_m – m -й фактор (независимое переменное); n, r – изменяемые числа показателей степени факторов; v_m, a_m, c_m – коэффициенты ортогонализации; b'_o, b_{mn}, b_{mr} – коэффициенты регрессии.

Для каждой величины m -го фактора x_{ma}, x_{mb}, x_{me} определяются соответственно параметры y_a, y_b, y_e . Графически зависимость показателя от трех факторов показана на рис. 1 (в общем виде).

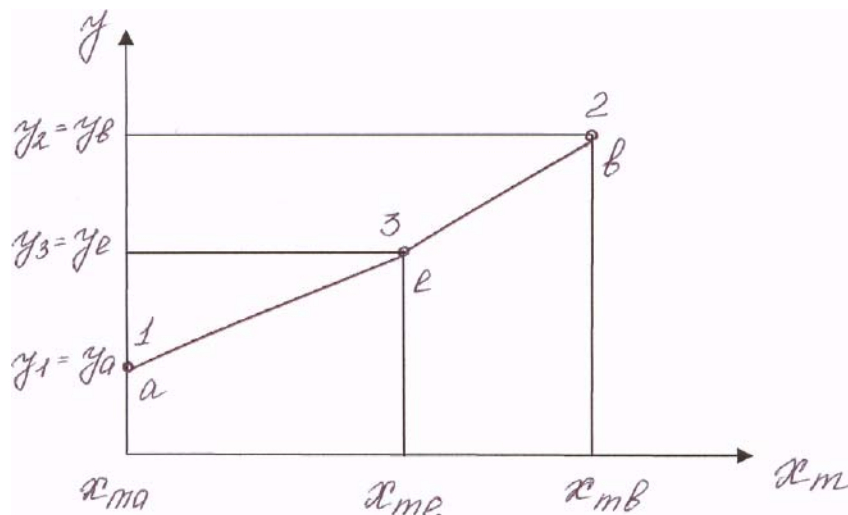


Рис. 1 Схема зависимости показателя от m -го фактора при планировании 3¹ (m – порядковый номер фактора).

В табл.1 представлена матрица планирования однофакторных экспериментов на трех уровнях независимых переменных.

Таблица 1

Матрица планирования однофакторных экспериментов
на трех уровнях независимых переменных

№, у	Уровни факторов	x_o	x_{mn}	x_{mr}	y_u
1	a	+1	$x_{mn,1} = x_{mna}$	$x_{mr,1} = x_{mra}$	$y_1 = y_a$
2	b	+1	$x_{mn,2} = x_{mnb}$	$x_{mr,2} = x_{mrb}$	$y_2 = y_b$
3	e	+1	$x_{mn,3} = x_{mre}$	$x_{mr,3} = x_{mre}$	$y_3 = y_e$

В матрице планирования экспериментов (табл.1):

$$\begin{aligned}
 x_{mna} &= x_{ma}^n + v_m ; & x_{mnb} &= x_{mb}^n + v_m ; \\
 x_{mne} &= x_{me}^n + v_m ; & x_{mra} &= x_{ma}^r + a_m \cdot x_{ma}^n + c_m ; \\
 x_{mrb} &= x_{mb}^r + a_m \cdot x_{mb}^n + c_m ; & x_{mre} &= x_{me}^r + a_m \cdot x_{me}^n + c_m .
 \end{aligned}$$

Для сокращения дальнейших записей введены следующие обозначения средних арифметических величин:

$$\begin{aligned}
 \overline{x_m^n} &= \frac{1}{3}(x_{ma}^n + x_{mb}^n + x_{me}^n) ; \\
 \overline{x_m^r} &= \frac{1}{3}(x_{ma}^r + x_{mb}^r + x_{me}^r) ; \\
 \overline{x_m^{2n}} &= \frac{1}{3}(x_{ma}^{2n} + x_{mb}^{2n} + x_{me}^{2n}) ; \\
 \overline{x_m^{n+r}} &= \frac{1}{3}(x_{ma}^{n+r} + x_{mb}^{n+r} + x_{me}^{n+r}) ; \\
 \overline{x_m} &= \frac{1}{3}(x_{ma} + x_{mb} + x_{me}) ;
 \end{aligned}$$

Ортогональность матрицы планирования (см.табл.1) обеспечивается в том случае, если

$$x_{mna} + x_{mnb} + x_{mne} = 0 ,$$

$$x_{mra} + x_{mrb} + x_{mre} = 0 ,$$

$$x_{mna} \cdot x_{mra} + x_{mnb} \cdot x_{mrb} + x_{mne} \cdot x_{mre} = 0 .$$

После подстановки в уравнения системы значений слагаемых и сомножителей, замены получаемых сумм средними арифметическими величинами и сокращения одинаковых величин получается система из трех уравнений, по которой определяются три коэффициента ортогонализации:

$$v_m = -\overline{x_m^n} ; \tag{2}$$

$$a_m = \frac{\overline{X_m^n \cdot X_m^r} - \overline{X_m^{n+r}}}{\overline{X_m^{2n}} - (\overline{X_m^n})^2}; \quad (3)$$

$$c_m = -\left(\overline{X_m^r} + a_m \cdot \overline{X_m^n}\right). \quad (4)$$

Подстановка в уравнение (1) и в матрицу планирования (см.табл.1) рассчитанных по формулам (2) – (4) величин коэффициентов ортогонализации обеспечивает ортогональность планирования экспериментов на трех асимметричных уровнях факторов.

В связи с ортогональным планированием коэффициенты регрессии уравнения (1) и дисперсии в определении коэффициентов регрессии рассчитываются независимо друг от друга по формулам:

$$b'_o = \frac{\sum_{u=1}^3 x_{o,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^3 x_{o,u}^2} = \frac{1}{3} \cdot \sum_{u=1}^3 y_u = \frac{1}{3} \cdot (y_a + y_b + y_e); \quad (5)$$

$$b_{mn} = \frac{\sum_{u=1}^3 x_{mn,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^3 x_{mn,u}^2} = \frac{(x_{mna} \cdot y_a + x_{mnb} \cdot y_b + x_{mne} \cdot y_e)}{x_{mna}^2 + x_{mnb}^2 + x_{mne}^2}; \quad (6)$$

$$b_{mr} = \frac{\sum_{u=1}^3 x_{mr,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^3 x_{mr,u}^2} = \frac{(x_{mra} \cdot y_a + x_{mrb} \cdot y_b + x_{mre} \cdot y_e)}{x_{mra}^2 + x_{mrb}^2 + x_{mre}^2}; \quad (7)$$

$$s^2\{b'_o\} = \frac{1}{3} \cdot s^2\{y\}; \quad (8)$$

$$s^2\{b_{mn}\} = s^2\{y\} / (x_{mna}^2 + x_{mnb}^2 + x_{mne}^2); \quad (9)$$

$$s^2\{b_{mr}\} = s^2\{y\} / (x_{mra}^2 + x_{mrb}^2 + x_{mre}^2), \quad (10)$$

где $s^2\{y\}$ - дисперсия опытов; $s^2\{b'_o\}$, $s^2\{b_{mn}\}$, $s^2\{b_{mr}\}$, – дисперсии в определении соответствующих коэффициентов регрессии b'_o , b_{mn} , b_{mr} .

В многочлене (1) последующий член имеет на один коэффициент ортогонализации больше, чем предыдущий член. Так, второй член имеет один коэффициент ортогонализации, третий член – два коэффициента ортогонализации. Важной особенностью уравнения регрессии (1) и матрицы планирования (см.табл.1) является их универсальность в связи с

возможностью изменения чисел показателей степени факторов и перехода в частном случае к планированию на двух уровнях факторов.

Математические модели процессов сначала следует выявлять при показателях степени факторов $n=1$, $r=2$, а если при этом математические модели не обеспечивают требуемой точности, то показатели степени факторов необходимо изменять, добиваясь требуемой точности.

Применяя дифференцирование функций или графические построения можно найти максимумы или минимумы этих функций.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ 3^2

На рис. 2 представлена в общем виде графическая зависимость показателя от двух факторов.

Если записать в виде таблицы координаты точек 1-9 (рис. 2), то получается план проведения двухфакторных экспериментов на трех, и, в частном случае, двух уровнях независимых переменных (табл. 2).

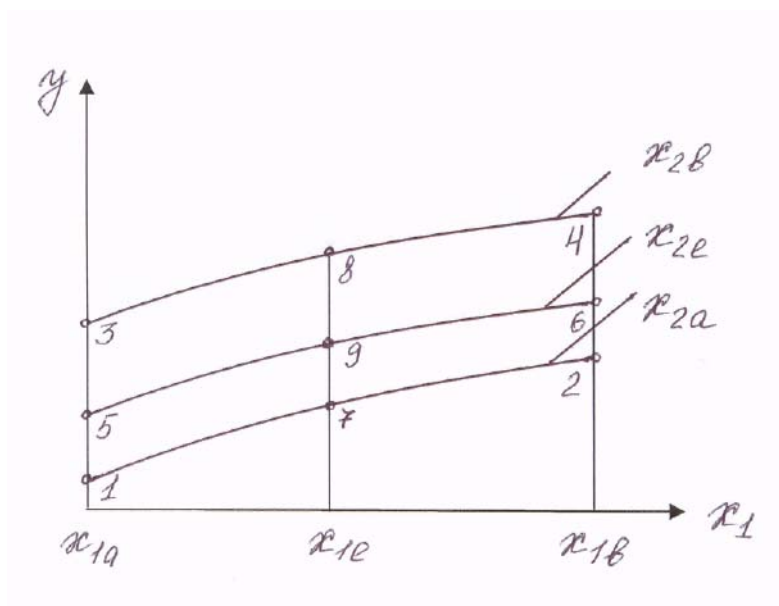


Рис.2. Зависимость показателя от двух факторов

Таблица 2

Планы проведения двухфакторных экспериментов $3^2, 2^2$

План	№, u	$x_{1,u}$	$x_{2,u}$	y_u	
3^2	2^2	1	$x_{1,1}=x_{1a}$	$x_{2,1}=x_{2a}$	y_1
		2	$x_{1,2}=x_{1b}$	$x_{2,2}=x_{2a}$	y_2
		3	$x_{1,3}=x_{1a}$	$x_{2,3}=x_{2b}$	y_3
		4	$x_{1,4}=x_{1b}$	$x_{2,4}=x_{2b}$	y_4
	5	$x_{1,5}=x_{1a}$	$x_{2,5}=x_{2e}$	y_5	
	6	$x_{1,6}=x_{1b}$	$x_{2,6}=x_{2e}$	y_6	
	7	$x_{1,7}=x_{1e}$	$x_{2,7}=x_{2a}$	y_7	
	8	$x_{1,8}=x_{1e}$	$x_{2,8}=x_{2b}$	y_8	
	9	$x_{1,9}=x_{1e}$	$x_{2,9}=x_{2e}$	y_9	

Для плана 3^2 уравнение регрессии определяются исходя из соответствующих зависимостей:

$$y = a'_o + a_{1n} \cdot x_{1n} + a_{1r} \cdot x_{1r};$$

$$\text{где } a'_o = c'_o \cdot x_o + c_{2n} \cdot x_{2n} + c_{2r} \cdot x_{2r};$$

$$a_{1n} = d'_o + d_{2n} \cdot x_{2n} + d_{2r} \cdot x_{2r};$$

$$a_{1r} = e'_o + e_{2n} \cdot x_{2n} + e_{2r} \cdot x_{2r}.$$

После подстановки, перемножений и замены коэффициентов получается следующий полином для плана 3^2 (табл. 2):

$$y = b'_o \cdot x_o + b_{1n} \cdot x_{1n} + b_{2n} \cdot x_{2n} + b_{1n,2n} \cdot x_{1n} \cdot x_{2n} + b_{1r} \cdot x_{1r} + b_{2r} \cdot x_{2r} + b_{1n,2r} \cdot x_{1n} \cdot x_{2r} + b_{2n,1r} \cdot x_{2n} \cdot x_{1r} + b_{1r,2r} \cdot x_{1r} \cdot x_{2r} \quad (11)$$

В уравнении регрессии (11) y - показатель (параметр) процесса;

$$x_o = + 1; x_{1n} = x_1^n + v_1;$$

$$x_{1r} = x_1^r + a_1 \cdot x_1^n + c_1;$$

$$x_{2n} = x_2^n + v_2;$$

$$x_{2r} = x_2^r + a_2 \cdot x_2^n + c_2;$$

$x_1, x_2 - 1, 2$ -й факторы (независимые переменные); n, r , -изменяемые числа показателей степени факторов; v_1, a_1, c_1 - коэффициенты ортогонации, определяемые при трех уровнях 1-го фактора, $m = 1$ по формулам (2)-(4);

v_2, a_2, c_2 - коэффициенты ортогонализации, определяемые при трех уровнях 2-го фактора, $m=2$ по формулам (2)-(4);

$b'_o, b_{1n}, b_{2n}, b_{1n,2n}, b_{1r}, b_{2r}, b_{1n,2r}, b_{2n,1r}, b_{1r,2r}$ - коэффициенты регрессии.

Для уровней a, b, e факторы имеют следующие обозначения: $x_{1a}, x_{1b}, x_{1e}, x_{2a}, x_{2b}, x_{2e}$.

В связи с ортогональным планированием все коэффициенты регрессии и дисперсии в их определении рассчитываются независимо друг от друга. Формулы для расчета коэффициентов регрессии уравнения (11) имеют следующий вид:

$$b'_0 = \frac{\sum_{u=1}^N x_{0,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^N x_{0,u}^2} = \frac{\sum_{u=1}^N y_u}{N}; \quad b_{1n} = \frac{\sum_{u=1}^N x_{1n,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^N x_{1n,u}^2};$$

$$b_{2n} = \frac{\sum_{u=1}^N x_{2n,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^N x_{2n,u}^2}; \quad b_{1n,2n} = \frac{\sum_{u=1}^N x_{1n,u} \cdot x_{2n,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^N (x_{1n,u} \cdot x_{2n,u})^2};$$

$$b_{1r} = \frac{\sum_{u=1}^N x_{1r,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^N x_{1r,u}^2}; \quad b_{2r} = \frac{\sum_{u=1}^N x_{2r,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^N x_{2r,u}^2};$$

$$b_{1n,2r} = \frac{\sum_{u=1}^N x_{1n,u} \cdot x_{2r,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^N (x_{1n,u} \cdot x_{2r,u})^2}; \quad b_{2n,1r} = \frac{\sum_{u=1}^N x_{2n,u} \cdot x_{1r,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^N (x_{2n,u} \cdot x_{1r,u})^2};$$

$$b_{1r,2r} = \frac{\sum_{u=1}^N x_{1r,u} \cdot x_{2r,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^N (x_{1r,u} \cdot x_{2r,u})^2};$$

где

$$x_{1n,u} = x^n_{1,u} + v_1; \quad x_{1r,u} = x^r_{1,u} + a_1 \cdot x^n_{1,u} + c_1;$$

$$x_{2n,u} = x^n_{2,u} + v_2; \quad x_{2r,u} = x^r_{2,u} + a_2 \cdot x^n_{2,u} + c_2;$$

N – количество опытов в соответствующем уравнению регрессии плане проведения экспериментов, т.е. $N = 9$ при планировании 3^2 .

Выполняется расчет тех коэффициентов регрессии, которые входят в рассматриваемое уравнение регрессии.

Если числитель (делимое) каждой из формул для расчета коэффициентов регрессии заменить величиной дисперсии опытов $s^2\{y\}$, а знаменатель (делитель) оставить прежним, то получаются формулы для расчета дисперсий в определении соответствующих коэффициентов регрессии $s^2\{b'_0\}$, $s^2\{b_{1n}\}$, $s^2\{b_{2n}\}$, $s^2\{b_{1n,2n}\}$, $s^2\{b_{1r}\}$, $s^2\{b_{2r}\}$, $s^2\{b_{1n,2r}\}$, $s^2\{b_{2n,1r}\}$, $s^2\{b_{1r,2r}\}$.

Сначала следует принимать $n = 1$, $r = 2$ и при этих числах показателей степени факторов производить расчет коэффициентов регрессии, дисперсий в их определении, выявлять статистически значимые коэффициенты регрессии. Математическая модель процесса получается после подстановки в уравнение регрессии статистически значимых и не равных нулю коэффициентов регрессии. Если при проверке выясняется, что математическая модель не обеспечивает требуемой точности, то следует изменить величины показателей степени факторов и основа выполнять расчеты, пока не будет достигнута требуемая точность.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ 3^3

По мере увеличения количества факторов, влияющих на показатель процесса, математическое моделирование усложняется.

Если три фактора будут влиять на показатель процесса и необходимо выполнять полный факторный эксперимент, то опыты надо проводить по плану 3^3 (табл. 3).

Применительно к плану 3^3 (табл. 3) упрощенно представлены построения (рис.3) на многограннике – кубе, имеющем 6 граней, 12 ребер, 8 вершин. В каждой вершине сходятся три ребра. Боковые грани куба образованы плоскостями, проходящими через x_{1a} , x_{1b} , передняя грань образована плоскостью, проходящей через x_{2b} , а задняя – плоскостью, проходящей через x_{2a} . Нижняя грань куба образована плоскостью, проходящей через x_{3a} , а верхняя – плоскостью, проходящей через x_{3b} . Куб условно разрезан на 8 частей тремя плоскостями, проходящими через x_{1e} , x_{2e} , x_{3e} . В восьми вершинах куба образовалось 8 точек (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8), что приемлемо для планирования 2^3 , а в местах пересечения плоскостей (на линиях пересечения) получилось еще 19 точек, т.е. в сумме стало 27 точек и создалась возможность планировать 3^3 . Координаты точек рис. 3 представлены в табл. 3 в виде планов 2^3 , 3^3 (номера точек на рис. 3 и номера строк в табл. 3 совпадают). План 2^3 является выборкой из плана 3^3 .

На рис. 4 показано трехмерное изображение зависимости показателя от величин первого, второго, третьего фактора. Построения на рис. 3 свидетельствуют о том, что полный факторный экспери-

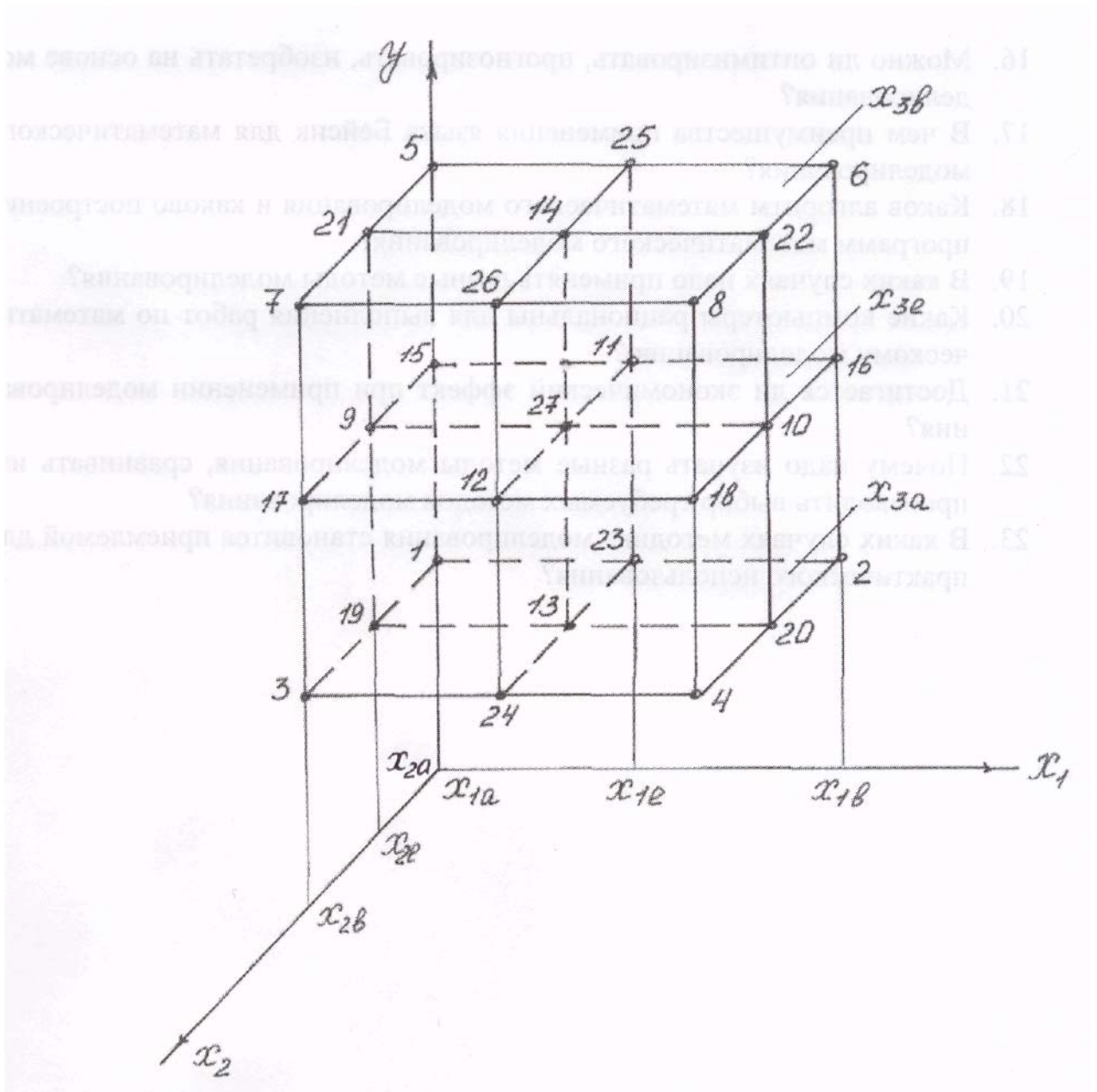


Рис. 3. Схема пространственного расположения точек, соответствующих номерам строк планов 2^3 , 3^3 : в точке 1 величина y_1 при x_{1a} , x_{2a} , x_{3a} ; в точке 2 величина y_2 при x_{1b} , x_{2a} , x_{3a} и т.д. (см. табл. 3).

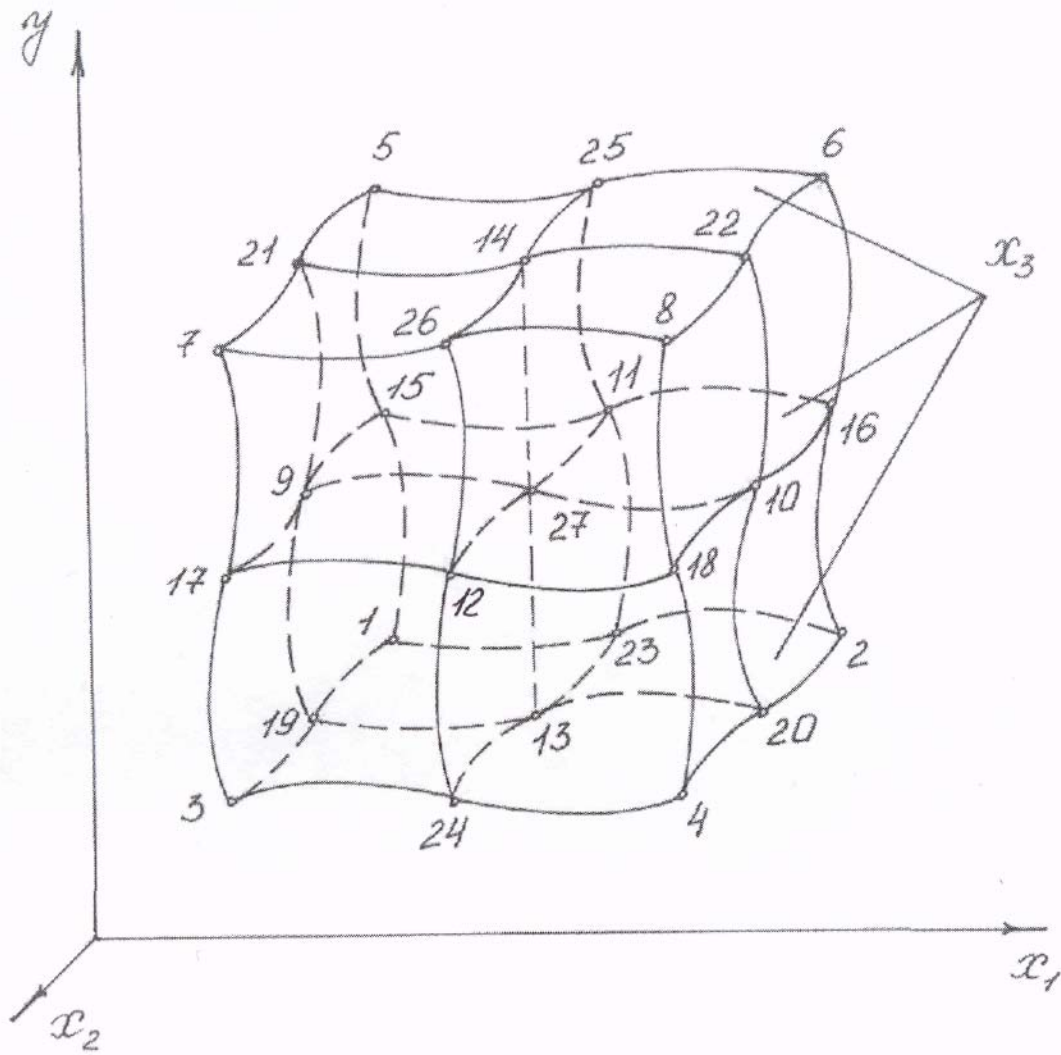


Рис. 4. Трехмерное изображение сложной зависимости показателя от величин первого, второго, третьего фактора.

Таблица 3

План проведения экспериментов 3^3 и выборка 2^3

План	№, u	$x_{1,u}$	$x_{2,u}$	$x_{3,u}$	y_u
2^3	1	$x_{1,1}=x_{1a}$	$x_{2,1}=x_{2a}$	$x_{3,1}=x_{3a}$	y_1
	2	$x_{1,2}=x_{1b}$	$x_{2,2}=x_{2a}$	$x_{3,2}=x_{3a}$	y_2
	3	$x_{1,3}=x_{1a}$	$x_{2,3}=x_{2b}$	$x_{3,3}=x_{3a}$	y_3
	4	$x_{1,4}=x_{1b}$	$x_{2,4}=x_{2b}$	$x_{3,4}=x_{3a}$	y_4
	5	$x_{1,5}=x_{1a}$	$x_{2,5}=x_{2a}$	$x_{3,5}=x_{3b}$	y_5
	6	$x_{1,6}=x_{1b}$	$x_{2,6}=x_{2a}$	$x_{3,6}=x_{3b}$	y_6
	7	$x_{1,7}=x_{1a}$	$x_{2,7}=x_{2b}$	$x_{3,7}=x_{3b}$	y_7
	8	$x_{1,8}=x_{1b}$	$x_{2,8}=x_{2b}$	$x_{3,8}=x_{3b}$	y_8
3^3	9	$x_{1,9}=x_{1a}$	$x_{2,9}=x_{2e}$	$x_{3,9}=x_{3e}$	y_9
	10	$x_{1,10}=x_{1b}$	$x_{2,10}=x_{2e}$	$x_{3,10}=x_{3e}$	y_{10}
	11	$x_{1,11}=x_{1e}$	$x_{2,11}=x_{2a}$	$x_{3,11}=x_{3e}$	y_{11}
	12	$x_{1,12}=x_{1e}$	$x_{2,12}=x_{2b}$	$x_{3,12}=x_{3e}$	y_{12}
	13	$x_{1,13}=x_{1e}$	$x_{2,13}=x_{2e}$	$x_{3,13}=x_{3a}$	y_{13}
	14	$x_{1,14}=x_{1e}$	$x_{2,14}=x_{2e}$	$x_{3,14}=x_{3b}$	y_{14}
	15	$x_{1,15}=x_{1a}$	$x_{2,15}=x_{2a}$	$x_{3,15}=x_{3e}$	y_{15}
	16	$x_{1,16}=x_{1b}$	$x_{2,16}=x_{2a}$	$x_{3,16}=x_{3e}$	y_{16}
	17	$x_{1,17}=x_{1a}$	$x_{2,17}=x_{2b}$	$x_{3,17}=x_{3e}$	y_{17}
	18	$x_{1,18}=x_{1b}$	$x_{2,18}=x_{2b}$	$x_{3,18}=x_{3e}$	y_{18}
	19	$x_{1,19}=x_{1a}$	$x_{2,19}=x_{2e}$	$x_{3,19}=x_{3a}$	y_{19}
	20	$x_{1,20}=x_{1b}$	$x_{2,20}=x_{2e}$	$x_{3,20}=x_{3a}$	y_{20}
	21	$x_{1,21}=x_{1a}$	$x_{2,21}=x_{2e}$	$x_{3,21}=x_{3b}$	y_{21}
	22	$x_{1,22}=x_{1b}$	$x_{2,22}=x_{2e}$	$x_{3,22}=x_{3b}$	y_{22}
	23	$x_{1,23}=x_{1e}$	$x_{2,23}=x_{2a}$	$x_{3,23}=x_{3a}$	y_{23}
	24	$x_{1,24}=x_{1e}$	$x_{2,24}=x_{2b}$	$x_{3,24}=x_{3a}$	y_{24}
	25	$x_{1,25}=x_{1e}$	$x_{2,25}=x_{2a}$	$x_{3,25}=x_{3b}$	y_{25}
	26	$x_{1,25}=x_{1e}$	$x_{2,26}=x_{2b}$	$x_{3,26}=x_{3b}$	y_{26}
	27	$x_{1,25}=x_{1e}$	$x_{2,27}=x_{2e}$	$x_{3,27}=x_{3e}$	y_{27}

мент и математическое моделирование при планировании 3^3 возможны, если планом будет предусмотрено выполнение 27 экспериментов при неповторяющейся комбинации величин факторов (см. табл. 3).

Для плана 3^3 уравнение регрессии определяется исходя из следующей зависимости:

$$\begin{aligned}
 y &= a'_0 + a_{1n} \cdot x_{1n} + a_{1r} \cdot x_{1r}, \\
 \text{где } a'_0 &= c'_0 + c_{2n} \cdot x_{2n} + c_{2r} \cdot x_{2r}; & a_{1n} &= d'_0 + d_{2n} \cdot x_{2n} + d_{2r} \cdot x_{2r}; \\
 a_{1r} &= e'_0 + e_{2n} \cdot x_{2n} + e_{2r} \cdot x_{2r}; & c'_0 &= f'_0 \cdot x_o + f_{3n} \cdot x_{3n} + f_{3r} \cdot x_{3r}; \\
 c_{2n} &= q'_0 + q_{3n} \cdot x_{3n} + q_{3r} \cdot x_{3r}; & c_{2r} &= h'_0 + h_{3n} \cdot x_{3n} + h_{3r} \cdot x_{3r}; \\
 d'_0 &= k'_0 + k_{3n} \cdot x_{3n} + k_{3r} \cdot x_{3r}; & d_{2n} &= l'_0 + l_{3n} \cdot x_{3n} + l_{3r} \cdot x_{3r}; \\
 d_{2r} &= m'_0 + m_{3n} \cdot x_{3n} + m_{3r} \cdot x_{3r}; & e'_0 &= p'_0 + p_{3n} \cdot x_{3n} + p_{3r} \cdot x_{3r}; \\
 e_{2n} &= t'_0 + t_{3n} \cdot x_{3n} + t_{3r} \cdot x_{3r}; & e_{2r} &= v'_0 + v_{3n} \cdot x_{3n} + v_{3r} \cdot x_{3r}.
 \end{aligned}$$

После подстановки, перемножений и замены коэффициентов для ортогонального планирования трехфакторных экспериментов на трех уровнях независимых переменных (табл. 3) получается уравнение регрессии:

$$\begin{aligned}
 y &= b'_0 \cdot x_0 + b_{1n} \cdot x_{1n} + b_{2n} \cdot x_{2n} + b_{3n} \cdot x_{3n} + b_{1n,2n} \cdot x_{1n} \cdot x_{2n} + b_{1n,3n} \cdot x_{1n} \cdot x_{3n} \\
 &+ b_{2n,3n} \cdot x_{2n} \cdot x_{3n} + b_{1n,2n,3n} \cdot x_{1n} \cdot x_{2n} \cdot x_{3n} + b_{1r} \cdot x_{1r} + b_{2r} \cdot x_{2r} + b_{3r} \cdot x_{3r} + b_{1n,2r} \cdot x_{1n} \cdot x_{2r} + \\
 &b_{1n,3r} \cdot x_{1n} \cdot x_{3r} + b_{2n,1r} \cdot x_{2n} \cdot x_{1r} + b_{2n,3r} \cdot x_{2n} \cdot x_{3r} + b_{3n,1r} \cdot x_{3n} \cdot x_{1r} + b_{3n,2r} \cdot x_{3n} \cdot x_{2r} + \\
 &b_{1n,2n,3r} \cdot x_{1n} \cdot x_{2n} \cdot x_{3r} + b_{1n,3n,2r} \cdot x_{1n} \cdot x_{3n} \cdot x_{2r} + b_{2n,3n,1r} \cdot x_{2n} \cdot x_{3n} \cdot x_{1r} + b_{1r,2r} \cdot x_{1r} \cdot x_{2r} + \\
 &b_{1r,3r} \cdot x_{1r} \cdot x_{3r} + b_{2r,3r} \cdot x_{2r} \cdot x_{3r} + b_{1n,2r,3r} \cdot x_{1n} \cdot x_{2r} \cdot x_{3r} + b_{2n,1r,3r} \cdot x_{2n} \cdot x_{1r} \cdot x_{3r} + b_{3n,1r,2r} \cdot x_{3n} \cdot x_{1r} \cdot x_{2r} \\
 &+ b_{1r,2r,3r} \cdot x_{1r} \cdot x_{2r} \cdot x_{3r}, \quad (12)
 \end{aligned}$$

в котором y – показатель (параметр) процесса;

$$\begin{aligned}
 x_0 &= +1; x_{1n} = x^n_1 + v_1; \\
 x_{1r} &= x^r_1 + a_1 \cdot x^n_1 + c_1; x_{2n} = x^n_2 + v_2; \\
 x_{2r} &= x^r_2 + a_2 \cdot x^n_2 + c_2; \\
 x_{3n} &= x^n_3 + v_3; x_{3r} = x^r_3 + a_3 \cdot x^n_3 + c_3;
 \end{aligned}$$

x_1, x_2, x_3 – 1, 2, 3-й факторы (независимые переменные); n, r – изменяемые числа показателей степени факторов; v_1, a_1, c_1 – коэффициенты ортогонализации, определяемые при трех уровнях 1-го фактора, $m = 1$ по формулам (2) – (4); v_2, a_2, c_2 – коэффициенты ортогонализации, определяемые при трех уровнях 2-го фактора, $m = 2$ – по формулам (2) – (4); v_3, a_3, c_3 – коэффициенты ортогонализации, определяемые при трех уровнях 3-го фактора, $m = 3$ – по формулам (2) – (4);

$b_0, b_{1n}, b_{2n}, b_{3n}, b_{1n,2n}, b_{1n,3n}, b_{2n,3n}, b_{1n,2n,3n}, b_{1r}, b_{2r}, b_{3r}, b_{1n,2r}, b_{1n,3r}, b_{2n,1r}, b_{2n,3r}, b_{3n,1r}, b_{3n,2r}, b_{1n,2n,3r}, b_{1n,3n,2r}, b_{2n,3n,1r}, b_{1r,2r}, b_{1r,3r}, b_{2r,3r}, b_{1n,2r,3r}, b_{2n,1r,3r}, b_{3n,1r,2r}, b_{1r,2r,3r}$ – коэффициенты регрессии. Факторы обозначены - $x_{1a}, x_{1b}, x_{1e}, x_{2a}, x_{2b}, x_{2e}, x_{3a}, x_{3b}, x_{3e}$.

Так как планирование ортогональное, то все коэффициенты регрессии и дисперсии в их определении рассчитываются независимо друг от друга. Для уравнения (12), соответствующего плану 3^3 (см.табл.3), расчет коэффициентов регрессии производится по следующим формулам:

$$b'_0 = \frac{\sum_{u=1}^N x_{o,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^N x_{o,u}^2} = \frac{\sum_{u=1}^N y_u}{N}; \quad b_{1n} = \frac{\sum_{u=1}^N x_{1n,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^N x_{1n,u}^2};$$

$$b_{2n} = \frac{\sum_{u=1}^N x_{2n,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^N x_{2n,u}^2}; \quad b_{3n} = \frac{\sum_{u=1}^N x_{3n,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^N x_{3n,u}^2};$$

$$b_{1n,2n} = \frac{\sum_{u=1}^N x_{1n,u} \cdot x_{2n,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^N (x_{1n,u} \cdot x_{2n,u})^2}; \quad b_{1n,3n} = \frac{\sum_{u=1}^N x_{1n,u} \cdot x_{3n,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^N (x_{1n,u} \cdot x_{3n,u})^2};$$

$$b_{2n,3n} = \frac{\sum_{u=1}^N x_{2n,u} \cdot x_{3n,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^N (x_{2n,u} \cdot x_{3n,u})^2}; \quad b_{1n,2n,3n} = \frac{\sum_{u=1}^N x_{1n,u} \cdot x_{2n,u} \cdot x_{3n,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^N (x_{1n,u} \cdot x_{2n,u} \cdot x_{3n,u})^2};$$

$$b_{1r} = \frac{\sum_{u=1}^N x_{1r,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^N x_{1r,u}^2}; \quad b_{2r} = \frac{\sum_{u=1}^N x_{2r,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^N x_{2r,u}^2};$$

$$b_{3r} = \frac{\sum_{u=1}^N x_{3r,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^N x_{3r,u}^2}; \quad b_{1n,2r} = \frac{\sum_{u=1}^N x_{1n,u} \cdot x_{2r,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^N (x_{1n,u} \cdot x_{2r,u})^2};$$

$$b_{1n,3r} = \frac{\sum_{u=1}^N x_{1n,u} \cdot x_{3r,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^N (x_{1n,u} \cdot x_{3r,u})^2}; \quad b_{2n,1r} = \frac{\sum_{u=1}^N x_{2n,u} \cdot x_{1r,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^N (x_{2n,u} \cdot x_{1r,u})^2};$$

$$\begin{aligned}
b_{2n,3r} &= \frac{\sum_{u=1}^N x_{2n,u} \cdot x_{3r,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^N (x_{2n,u} \cdot x_{3r,u})^2}; & b_{3n,1r} &= \frac{\sum_{u=1}^N x_{3n,u} \cdot x_{1r,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^N (x_{3n,u} \cdot x_{1r,u})^2}; \\
b_{3n,2r} &= \frac{\sum_{u=1}^N x_{3n,u} \cdot x_{2r,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^N (x_{3n,u} \cdot x_{2r,u})^2}; & b_{1n,2n,3r} &= \frac{\sum_{u=1}^N x_{1n,u} \cdot x_{2n,u} \cdot x_{3r,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^N (x_{1n,u} \cdot x_{2n,u} \cdot x_{3r,u})^2}; \\
b_{1n,3n,2r} &= \frac{\sum_{u=1}^N x_{1n,u} \cdot x_{3n,u} \cdot x_{2r,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^N (x_{1n,u} \cdot x_{3n,u} \cdot x_{2r,u})^2}; \\
b_{2n,3n,1r} &= \frac{\sum_{u=1}^N x_{2n,u} \cdot x_{3n,u} \cdot x_{1r,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^N (x_{2n,u} \cdot x_{3n,u} \cdot x_{1r,u})^2}; \\
b_{1r,2r} &= \frac{\sum_{u=1}^N x_{1r,u} \cdot x_{2r,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^N (x_{1r,u} \cdot x_{2r,u})^2}; & b_{1r,3r} &= \frac{\sum_{u=1}^N x_{1r,u} \cdot x_{3r,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^N (x_{1r,u} \cdot x_{3r,u})^2}; \\
b_{2r,3r} &= \frac{\sum_{u=1}^N x_{2r,u} \cdot x_{3r,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^N (x_{2r,u} \cdot x_{3r,u})^2}; & b_{1n,2r,3r} &= \frac{\sum_{u=1}^N x_{1n,u} \cdot x_{2r,u} \cdot x_{3r,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^N (x_{1n,u} \cdot x_{2r,u} \cdot x_{3r,u})^2}; \\
b_{2n,1r,3r} &= \frac{\sum_{u=1}^N x_{2n,u} \cdot x_{1r,u} \cdot x_{3r,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^N (x_{2n,u} \cdot x_{1r,u} \cdot x_{3r,u})^2}; \\
b_{3n,1r,2r} &= \frac{\sum_{u=1}^N x_{3n,u} \cdot x_{1r,u} \cdot x_{2r,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^N (x_{3n,u} \cdot x_{1r,u} \cdot x_{2r,u})^2};
\end{aligned}$$

$$b_{1r,2r,3r} = \frac{\sum_{u=1}^N x_{1r,u} \cdot x_{2r,u} \cdot x_{3r,u} \cdot y_u}{\sum_{u=1}^N (x_{1r,u} \cdot x_{2r,u} \cdot x_{3r,u})^2};$$

где

$$\begin{aligned} x_{1n,u} &= x^n_{1,u} + v_1; \quad x_{1r,u} = x^r_{1,u} + a_1 x^n_{1,u} + c_1; \\ x_{2n,u} &= x^n_{2,u} + v_2; \quad x_{2r,u} = x^r_{2,u} + a_2 x^n_{2,u} + c_2; \\ x_{3n,u} &= x^n_{3,u} + v_3; \quad x_{3r,u} = x^r_{3,u} + a_3 x^n_{3,u} + c_3; \end{aligned}$$

N – количество опытов в соответствующем уравнению регрессии (12) плане 3^3 (см.табл.3), т.е. $N = 27$.

В формулы подставляются данные от 1-го до 27-го опыта плана 3^3 (табл.3). При замене числителя (делимого) в каждой из этих формул величиной дисперсии опытов $s^2\{y\}$ и прежнем знаменателе (делителе) получаются формулы для расчета дисперсий в определении соответствующих коэффициентов регрессии $s^2\{b'_{0f}\}$, $s^2\{b_{1nf}\}$, $s^2\{b_{2nf}\}$, $s^2\{b_{3nf}\}$, $s^2\{b_{1n,2nf}\}$, $s^2\{b_{1n,3nf}\}$, $s^2\{b_{2n,3nf}\}$, $s^2\{b_{1n,2n,3nf}\}$, $s^2\{b_{1rf}\}$, $s^2\{b_{2rf}\}$, $s^2\{b_{3rf}\}$, $s^2\{b_{1n,2rf}\}$, $s^2\{b_{1n,3rf}\}$, $s^2\{b_{2n,1rf}\}$, $s^2\{b_{2n,3rf}\}$, $s^2\{b_{3n,1rf}\}$, $s^2\{b_{3n,2rf}\}$, $s^2\{b_{1n,2n,3rf}\}$, $s^2\{b_{1n,3n,2rf}\}$, $s^2\{b_{2n,3n,1rf}\}$, $s^2\{b_{1r,2rf}\}$, $s^2\{b_{1r,3rf}\}$, $s^2\{b_{2r,3rf}\}$, $s^2\{b_{1n,2r,3rf}\}$, $s^2\{b_{2n,1r,3rf}\}$, $s^2\{b_{3n,1r,2rf}\}$, $s^2\{b_{1r,2r,3rf}\}$.

Выявление математической модели следует начинать при условии, что $n = 1, r = 2$. Если проверка покажет, что математическая модель не обеспечивает требуемой точности, то необходимо изменять величины показателей степени факторов, добиваясь требуемо точности.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ МИНИМАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА ОПЫТОВ

Планирование экспериментов и математическое моделирование эффективны, если учитываются существенные факторы, влияющие на показатели процесса, и математические модели с требуемой точностью выявляются при выполнении минимального количества опытов.

На показатели процесса могут оказывать влияние много факторов, что приводит к снижению эффективности полного факторного эксперимента, так как с увеличением количества факторов необходимо увеличивать количество экспериментов, в связи с чем повышаются затраты. Кроме того, даже при применении современной вычислительной техники сложные расчеты выполняются с округлением величин, а это приводит к снижению точности сложных математических моделей (при количестве факторов 3 эти неточности незначительны).

На основе планов $2 \cdot k + 1$, где k – количество факторов, действующих на показатель процесса, разработано более простое математическое моделирование, которое рационально применять в начальный период

проведения исследований или когда $k > 3$ и проведение полного факторного эксперимента затруднительно.

При планировании $2 \cdot k - 1$, если количество факторов $k = 2$, $k = 3$, $k = 4$, $k = 5$, $k = 6$, $k = 7$, то по планам (табл.4-14) надо соответственно выполнять экспериментов $2 \cdot 2 + 1 = 5$; $2 \cdot 3 + 1 = 7$; $2 \cdot 4 + 1 = 9$; $2 \cdot 5 + 1 = 11$; $2 \cdot 6 + 1 = 13$; $2 \cdot 7 + 1 = 15$ (каждое последующее увеличение значения k на 1 приводит к возрастанию количества экспериментов по плану на 2). Следовательно, при $k = 8$, $k = 9$, $k = 10$, $k = 11$, $k = 12$ количество экспериментов по плану будет соответствовать 17; 19; 21; 23; 25.

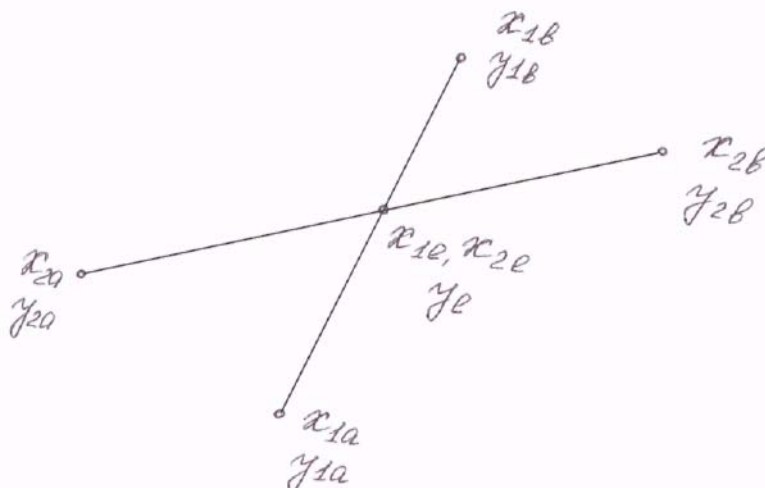


Рис. 5. Схема зависимости показателя от двух факторов при планировании $2 \cdot 2 + 1$

Планы $2 \cdot k + 1$ разработаны с учетом того, что средний уровень каждого фактора является средней арифметической величиной $x_{me} = 0,5 \cdot (x_{ma} + x_{mb})$, а это позволяет все средние уровни факторов совместить в одной общей точке и создать пучок линий (рис. 5-10). Количество линий в пучке равно количеству факторов, влияющих на показатель процесса.

При таких условиях можно выявлять математическую модель отдельно для каждого влияющего фактора так, как для однофакторного процесса, а также определять дисперсию опытов на среднем для всех факторов уровне и использовать полученную величину дисперсии опытов для выявления статической значимости коэффициентов регрессии в каждой зависимости показателя от фактора.

Используя уравнение регрессии (1) и методику моделирования однофакторного процесса на трех уровнях факторов, можно получить систему математических моделей на основе планов $2 \cdot k + 1$.

Данные в табл. 4, когда $2 \cdot k + 1 = 2 \cdot 2 + 1$, рационально разместить в табл. 5 и табл. 6, т.е. в двух таблицах, а данные табл. 7, когда $2 \cdot k + 1 = 2 \cdot 3 + 1$, в трех таблицах табл. 8, табл. 9, табл. 10. Это позволяет понимать, как используются данные табл. 4 и табл. 7 для выявления отдельных математических моделей. В табл. 4-14 $x_{1e} = 0,5(x_{1a} + x_{1b})$; $x_{2e} = 0,5(x_{2a} + x_{2b})$;

$x_{3e} = 0,5(x_{3a} + x_{3b}); x_{4e} = 0,5(x_{4a} + x_{4b}); x_{5e} = 0,5(x_{5a} + x_{5b}); x_{6e} = 0,5(x_{6a} + x_{6b});$
 $x_{7e} = 0,5(x_{7a} + x_{7b})$ – средние уровни соответственно 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 факторов.

Обозначения $A1, B1, E1, Y(1), Y(2), Y(3)$ соответствуют принятым в компьютерных программах. При выявлении математических моделей по компьютерной программе для

$$y = f(x_1) \quad E1 = 0,5(x_{1a} + x_{1b});$$

$$y = f(x_2) \quad E1 = 0,5(x_{2a} + x_{2b});$$

$$y = f(x_3) \quad E1 = 0,5(x_{3a} + x_{3b});$$

$$y = f(x_4) \quad E1 = 0,5(x_{4a} + x_{4b});$$

$$y = f(x_5) \quad E1 = 0,5(x_{5a} + x_{5b});$$

$$y = f(x_6) \quad E1 = 0,5(x_{6a} + x_{6b});$$

$$y = f(x_7) \quad E1 = 0,5(x_{7a} + x_{7b}),$$

$Y(3) = y_e$ – одна и та же величина для каждого случая моделирования на основе плана $2 \cdot k + 1$ при принятом значении количества факторов k .

Схемы зависимости показателя от факторов при планировании $2 \cdot k + 1$ показаны на рис. 5-10.

На среднем уровне факторов опыты надо повторять несколько раз (не меньше трех раз) для выявления дисперсии опытов $s^2\{y\}$.

Анализируя полученные простые, содержащие не больше трех членов, математические модели, которых будет столько же, сколько было принято факторов, можно будет сделать выводы о значительном или незначительном влиянии каждого фактора на показатель, о правильности выбора интервалов варьирования факторов и показателей степени факторов, о возможности замены отдельных факторов комплексными факторами или зависимостями одних факторов от других, об уменьшении количества факторов или замены их другими факторами, о стабилизации некоторых факторов, если это возможно, о пренебрежении несущественными факторами.

Меняя интервалы варьирования факторов, заменяя одни факторы другими, перемещая общую точку средних уровней факторов, заменяя в уравнении регрессии показатели степени факторов, можно выявить, при каком наборе факторов и при каких их величинах достигаются оптимальные значения показателей процесса. Используя выявленные существенные факторы, рациональные интервалы варьирования этих факторов, наиболее приемлемые показатели степени факторов в уравнениях регрессии, комплексные факторы, можно обоснованно перейти на более сложное математическое моделирование на основе планов 3^2 или 3^3 .

Важным преимуществом математического моделирования на основе планов $2 \cdot k + 1$ является то, что можно выявлять нелинейные математические зависимости, образуя систему уравнений.

Таблица 4

План 2·к + 1 при к = 2

№	x_1	x_2	y
1	$AI = x_{1a}$	x_{2e}	$Y(1) = y_{1a}$
2	$BI = x_{1b}$	x_{2e}	$Y(2) = y_{1b}$
3	x_{1e}	$AI = x_{2a}$	$Y(1) = y_{2a}$
4	x_{1e}	$BI = x_{2b}$	$Y(2) = y_{2b}$
5	x_{1e}	x_{2e}	$Y(3) = y_e$

Таблица 5

План 2·2 + 1 для $y = f(x_1)$

№	x_1	x_2	y
1	$AI = x_{1a}$	x_{2e}	$Y(1) = y_{1a}$
2	$BI = x_{1b}$	x_{2e}	$Y(2) = y_{1b}$
3	x_{1e}	x_{2e}	$Y(3) = y_e$

Таблица 6

План 2·2 + 1 для $y = f(x_2)$

№	x_1	x_2	y
1	x_{1e}	$AI = x_{2a}$	$Y(1) = y_{2a}$
2	x_{1e}	$BI = x_{2b}$	$Y(2) = y_{2b}$
3	x_{1e}	x_{2e}	$Y(3) = y_e$

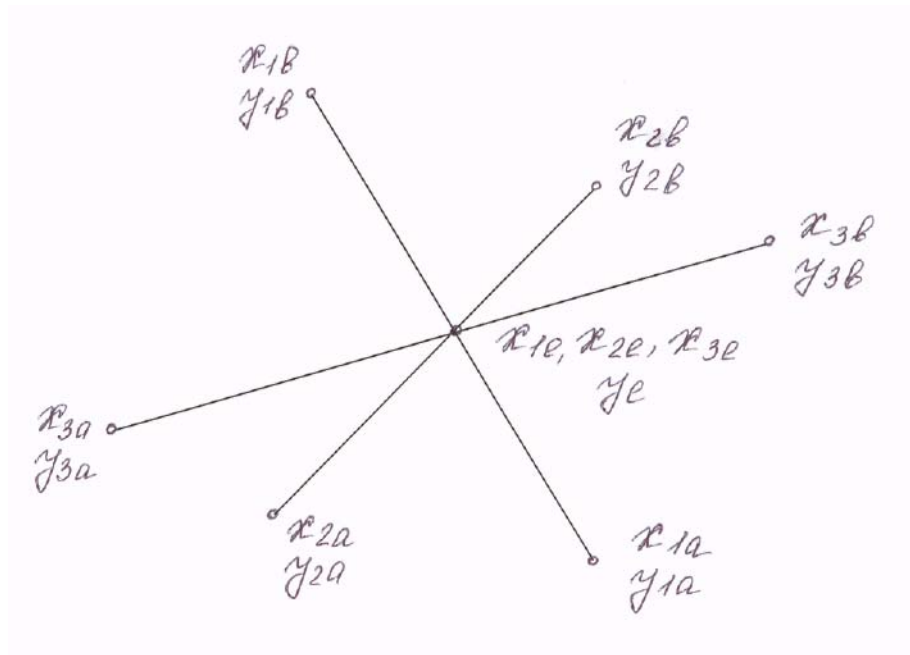


Рис. 6. Зависимости показателя от трех факторов при планировании 2·3 + 1

Таблица 7

План $2 \cdot k + 1$ при $k = 3$

№	x_1	x_2	x_3	y
1	$AI = x_{1a}$	x_{2e}	x_{3e}	$Y(1) = y_{1a}$
2	$BI = x_{1b}$	x_{2e}	x_{3e}	$Y(2) = y_{1b}$
3	x_{1e}	$AI = x_{2a}$	x_{3e}	$Y(1) = y_{2a}$
4	x_{1e}	$BI = x_{2b}$	x_{3e}	$Y(2) = y_{2b}$
5	x_{1e}	x_{2e}	$AI = x_{3a}$	$Y(1) = y_{3a}$
6	x_{1e}	x_{2e}	$BI = x_{3b}$	$Y(2) = y_{3b}$
7	x_{1e}	x_{2e}	x_{3e}	$Y(3) = y_e$

Таблица 8

План $2 \cdot 3 + 1$ для $y = f(x_1)$

№	x_1	x_2	x_3	y
1	$AI = x_{1a}$	x_{2e}	x_{3e}	$Y(1) = y_{1a}$
2	$BI = x_{1b}$	x_{2e}	x_{3e}	$Y(2) = y_{1b}$
3	x_{1e}	x_{2e}	x_{3e}	$Y(3) = y_e$

Таблица 9

План $2 \cdot 3 + 1$ для $y = f(x_2)$

№	x_1	x_2	x_3	y
1	x_{1e}	$AI = x_{2a}$	x_{3e}	$Y(1) = y_{2a}$
2	x_{1e}	$BI = x_{2b}$	x_{3e}	$Y(2) = y_{2b}$
3	x_{1e}	x_{2e}	x_{3e}	$Y(3) = y_e$

Таблица 10

План $2 \cdot 3 + 1$ для $y = f(x_3)$

№	x_1	x_2	x_3	y
1	x_{1e}	x_{2e}	$AI = x_{3a}$	$Y(1) = y_{3a}$
2	x_{1e}	x_{2e}	$BI = x_{3b}$	$Y(2) = y_{3b}$
3	x_{1e}	x_{2e}	x_{3e}	$Y(3) = y_e$

План $2 \cdot k + 1$ при $k = 3$ (табл. 7) является выборкой из плана 3^3 , так как данные строк номер 9, 10, 11, 12, 13, 14, 27 плана 3^3 (табл. 3) соответствуют данным плана $2 \cdot 3 + 1$ (табл. 7). Отличие только в том, что в строке 27 (точка 27 на рис. 3) при планировании $2 \cdot 3 + 1$ $x_{1e} = 0,5(x_{1a} + x_{1b})$, $x_{2e} = 0,5(x_{2a} + x_{2b})$, $x_{3e} = 0,5(x_{3a} + x_{3b})$.

Рассматривая линии, построенные по точкам 9-14, 27 рис. 3, можно констатировать, что все эти линии пересекаются внутри куба в точке 27, а точки 9-14 находятся на поверхностях, ограниченных ребрами куба, т.е. на всех гранях между ребрами куба. Следовательно, при планировании $2 \cdot k + 1$ можно выявлять не только существенное влияние каждого фактора на

показатель процесса, но и прогнозировать возможность улучшения процесса, достижения оптимальности.

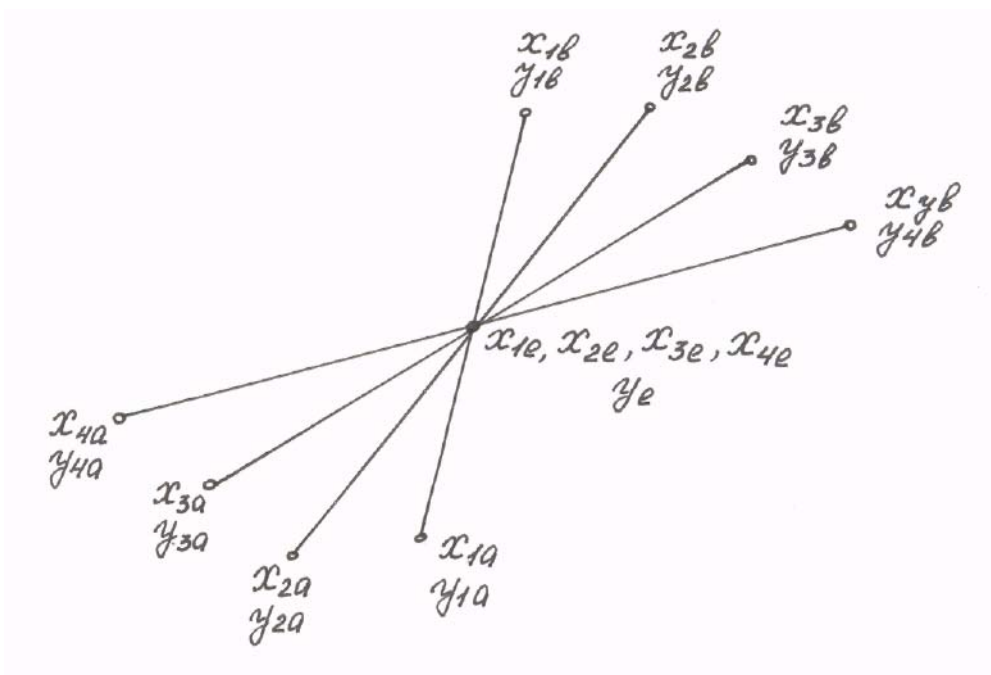


Рис. 7. Схема зависимости показателя от четырех факторов при планировании $2 \cdot 4 + 1$

Таблица 11

План $2 \cdot k + 1$ при $k = 4$

№	x_1	x_2	x_3	x_4	y
1	$AI = x_{1a}$	x_{2e}	x_{3e}	x_{4e}	$Y(1) = y_{1a}$
2	$BI = x_{1b}$	x_{2e}	x_{3e}	x_{4e}	$Y(2) = y_{1b}$
3	x_{1e}	$AI = x_{2a}$	x_{3e}	x_{4e}	$Y(1) = y_{2a}$
4	x_{1e}	$BI = x_{2b}$	x_{3e}	x_{4e}	$Y(2) = y_{2b}$
5	x_{1e}	x_{2e}	$AI = x_{3a}$	x_{4e}	$Y(1) = y_{3a}$
6	x_{1e}	x_{2e}	$BI = x_{3b}$	x_{4e}	$Y(2) = y_{3b}$
7	x_{1e}	x_{2e}	x_{3e}	$AI = x_{4a}$	$Y(1) = y_{4a}$
8	x_{1e}	x_{2e}	x_{3e}	$BI = x_{4b}$	$Y(2) = y_{4b}$
9	x_{1e}	x_{2e}	x_{3e}	x_{4e}	$Y(3) = y_e$

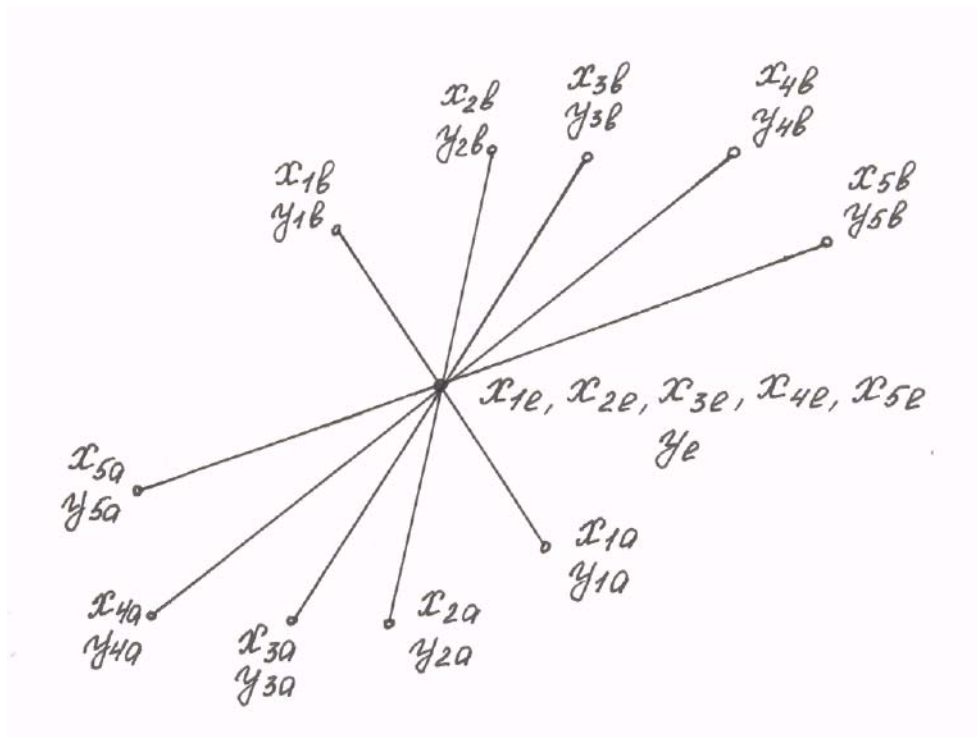


Рис. 8. Схема зависимости показателя от пяти факторов при планировании $2 \cdot 5 + 1$

Таблица 12

План $2 \cdot k + 1$ при $k = 5$

№	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	y
1	$AI = x_{1a}$	x_{2e}	x_{3e}	x_{4e}	x_{5e}	$Y(1) = y_{1a}$
2	$BI = x_{1b}$	x_{2e}	x_{3e}	x_{4e}	x_{5e}	$Y(2) = y_{1b}$
3	x_{1e}	$AI = x_{2a}$	x_{3e}	x_{4e}	x_{5e}	$Y(1) = y_{2a}$
4	x_{1e}	$BI = x_{2b}$	x_{3e}	x_{4e}	x_{5e}	$Y(2) = y_{2b}$
5	x_{1e}	x_{2e}	$AI = x_{3a}$	x_{4e}	x_{5e}	$Y(1) = y_{3a}$
6	x_{1e}	x_{2e}	$BI = x_{3b}$	x_{4e}	x_{5e}	$Y(2) = y_{3b}$
7	x_{1e}	x_{2e}	x_{3e}	$AI = x_{4a}$	x_{5e}	$Y(1) = y_{4a}$
8	x_{1e}	x_{2e}	x_{3e}	$BI = x_{4b}$	x_{5e}	$Y(2) = y_{4b}$
9	x_{1e}	x_{2e}	x_{3e}	x_{4e}	$AI = x_{5a}$	$Y(1) = y_{5a}$
10	x_{1e}	x_{2e}	x_{3e}	x_{4e}	$BI = x_{5b}$	$Y(2) = y_{5b}$
11	x_{1e}	x_{2e}	x_{3e}	x_{4e}	x_{5e}	$Y(3) = y_e$

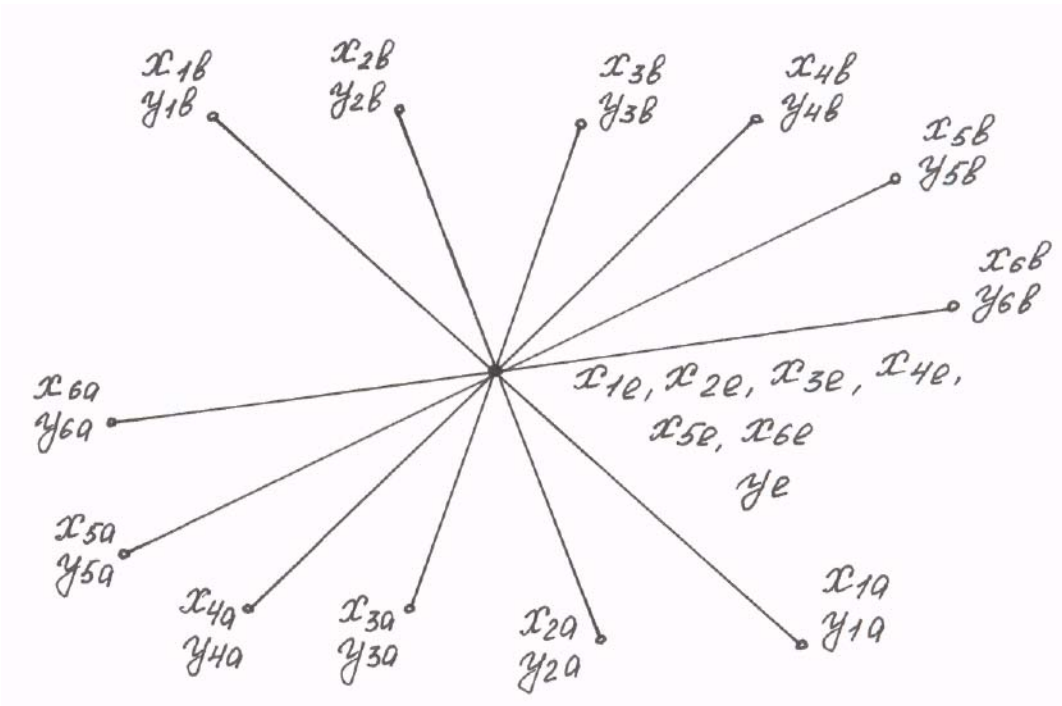


Рис. 9. Схема зависимости показателя от шести факторов при планировании $2 \cdot 6 + 1$

План 2·к + 1 при к = 6

№	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	y
1	$AI = x_{1a}$	x_{2e}	x_{3e}	x_{4e}	x_{5e}	x_{6e}	$Y(1) = y_{1a}$
2	$BI = x_{1b}$	x_{2e}	x_{3e}	x_{4e}	x_{5e}	x_{6e}	$Y(2) = y_{1b}$
3	x_{1e}	$AI = x_{2a}$	x_{3e}	x_{4e}	x_{5e}	x_{6e}	$Y(1) = y_{2a}$
4	x_{1e}	$BI = x_{2b}$	x_{3e}	x_{4e}	x_{5e}	x_{6e}	$Y(2) = y_{2b}$
5	x_{1e}	x_{2e}	$AI = x_{3a}$	x_{4e}	x_{5e}	x_{6e}	$Y(1) = y_{3a}$
6	x_{1e}	x_{2e}	$BI = x_{3b}$	x_{4e}	x_{5e}	x_{6e}	$Y(2) = y_{3b}$
7	x_{1e}	x_{2e}	x_{3e}	$AI = x_{4a}$	x_{5e}	x_{6e}	$Y(1) = y_{4a}$
8	x_{1e}	x_{2e}	x_{3e}	$BI = x_{4b}$	x_{5e}	x_{6e}	$Y(2) = y_{4b}$
9	x_{1e}	x_{2e}	x_{3e}	x_{4e}	$AI = x_{5a}$	x_{6e}	$Y(1) = y_{5a}$
10	x_{1e}	x_{2e}	x_{3e}	x_{4e}	$BI = x_{5b}$	x_{6e}	$Y(2) = y_{5b}$
11	x_{1e}	x_{2e}	x_{3e}	x_{4e}	x_{5e}	$AI = x_{6a}$	$Y(1) = y_{6a}$
12	x_{1e}	x_{2e}	x_{3e}	x_{4e}	x_{5e}	$BI = x_{6b}$	$Y(2) = y_{6b}$
13	x_{1e}	x_{2e}	x_{3e}	x_{4e}	x_{5e}	x_{6e}	$Y(3) = y_e$

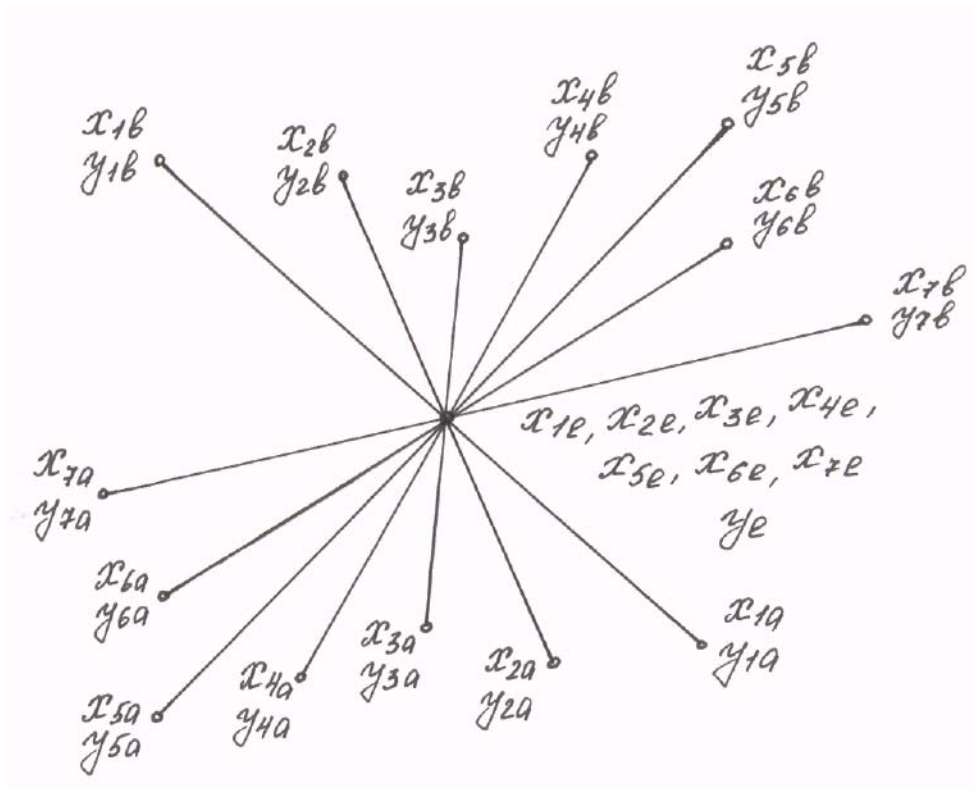


Рис. 10. Схема зависимости показателя от семи факторов при планировании $2 \cdot 7 + 1$

Таблица 14

План $2 \cdot k + 1$ при $k = 7$

№	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	y
1	$AI = x_{1a}$	x_{2e}	x_{3e}	x_{4e}	x_{5e}	x_{6e}	x_{7e}	$Y(1) = y_{1a}$
2	$BI = x_{1b}$	x_{2e}	x_{3e}	x_{4e}	x_{5e}	x_{6e}	x_{7e}	$Y(2) = y_{1b}$
3	x_{1e}	$AI = x_{2a}$	x_{3e}	x_{4e}	x_{5e}	x_{6e}	x_{7e}	$Y(1) = y_{2a}$
4	x_{1e}	$BI = x_{2b}$	x_{3e}	x_{4e}	x_{5e}	x_{6e}	x_{7e}	$Y(2) = y_{2b}$
5	x_{1e}	x_{2e}	$AI = x_{3a}$	x_{4e}	x_{5e}	x_{6e}	x_{7e}	$Y(1) = y_{3a}$
6	x_{1e}	x_{2e}	$BI = x_{3b}$	x_{4e}	x_{5e}	x_{6e}	x_{7e}	$Y(2) = y_{3b}$
7	x_{1e}	x_{2e}	x_{3e}	$AI = x_{4a}$	x_{5e}	x_{6e}	x_{7e}	$Y(1) = y_{4a}$
8	x_{1e}	x_{2e}	x_{3e}	$BI = x_{4b}$	x_{5e}	x_{6e}	x_{7e}	$Y(2) = y_{4b}$
9	x_{1e}	x_{2e}	x_{3e}	x_{4e}	$AI = x_{5a}$	x_{6e}	x_{7e}	$Y(1) = y_{5a}$
10	x_{1e}	x_{2e}	x_{3e}	x_{4e}	$BI = x_{5b}$	x_{6e}	x_{7e}	$Y(2) = y_{5b}$
11	x_{1e}	x_{2e}	x_{3e}	x_{4e}	x_{5e}	$AI = x_{6a}$	x_{7e}	$Y(1) = y_{6a}$
12	x_{1e}	x_{2e}	x_{3e}	x_{4e}	x_{5e}	$BI = x_{6b}$	x_{7e}	$Y(2) = y_{6b}$
13	x_{1e}	x_{2e}	x_{3e}	x_{4e}	x_{5e}	x_{6e}	$AI = x_{7a}$	$Y(1) = y_{7a}$
14	x_{1e}	x_{2e}	x_{3e}	x_{4e}	x_{5e}	x_{6e}	$BI = x_{7b}$	$Y(2) = y_{7b}$
15	x_{1e}	x_{2e}	x_{3e}	x_{4e}	x_{5e}	x_{6e}	x_{7e}	$Y(3) = y_e$

ВЫЯВЛЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ЗНАЧИМОСТИ КОЭФФИЦИЕНТОВ РЕГРЕССИИ, АДЕКВАТНОСТИ И ТОЧНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Для определения ошибки экспериментов проводится серия параллельных одинаковых опытов на основном (среднем) уровне независимых переменных, то есть когда $x_m = (x_{ma} + x_{mb})/2$ для каждого m -го фактора. Необходимо проводить таких опытов приблизительно в два раза больше числа выбранных факторов при количестве факторов ≥ 3 . При одном факторе рекомендуется проводить параллельно опытов $N_0 \geq 4$, а при двух факторах – $N_0 \geq 5$.

Дисперсия опытов $s^2\{y\}$ рассчитывается по формуле:

$$s^2\{y\} = \frac{\sum_{j=1}^{N_0} (y_j - \bar{y})^2}{N_0 - 1} \quad , \quad (13)$$

где j - номер параллельно проводимого опыта; N_0 - количество параллельных опытов; y_j - результат j -го параллельного опыта; \bar{y} - среднее арифметическое значение результатов параллельных опытов.

По дисперсии опытов определяется среднеквадратичная ошибка экспериментов

$$s\{y\} = \sqrt{s^2\{y\}} \quad . \quad (14)$$

Статистическая значимость коэффициентов регрессии b_i проверяется по t - критерию. Расчетные величины t_i - критерия для каждого i -го коэффициента регрессии b_i определяются по формуле:

$$t_i = \frac{b_i}{s\{b_i\}} \quad (15)$$

где $s\{b_i\} = \sqrt{s^2\{b_i\}}$ - среднеквадратичная ошибка в определении i -го коэффициента регрессии.

Рассчитанные по формуле (15) величины t_i сравниваются с табличным значением t_{τ} - критерия (табл.15), взятым при том же значении степени свободы $f_i = N_0 - I$, при котором была определена по формуле (14) среднеквадратичная ошибка экспериментов $s\{y\}$ и при 5 или 1%-м уровне значимости. Если $t_i \geq t_{\tau}$, то i -й коэффициент регрессии статистически значим. Члены полинома, коэффициенты регрессии которых статистически незначимы, можно исключить из уравнения.

Проверка адекватности математической модели осуществляется по F – критерию (критерию Фишера), расчетное значение которого (F_p) определяется по формуле :

$$F_p = \frac{\sum_{u=1}^N (y_{p,u} - y_u)^2}{(N-1) \cdot s^2\{y\}} \quad , \quad (16)$$

где N – число опытов по плану проведения экспериментов;

$y_{p,u}$ и y_u – значения показателей процесса в u –м опыте, соответственно рассчитанные по уравнению регрессии и определенные экспериментально; $s^2\{y\}$ – дисперсия опытов.

В уравнении (16) $\frac{\sum_{u=1}^N (y_{p,u} - y_u)^2}{(N-1)} = s_n^2$ - дисперсия неадекватности: $N - 1$

$= f_2$ – число степени свободы при определении дисперсии неадекватности.

Из уравнения (16) следует, что F_p – критерий –это отношение дисперсии предсказания, полученной математической моделью (дисперсии неадекватности), к дисперсии опытов.

Таблица 15

Значения t –критерия для распределения Стьюдента [3]

Число степеней свободы f_1	Значение t_T – критерия для уровней значимости, %	
	5	1
1	12,706	63,657
2	4,303	9,925
3	3,182	5,841
4	2,776	4,604
5	2,571	4,032
6	2,447	3,707
7	2,365	3,499
8	2,306	3,355
9	2,262	3,250
10	2,228	3,169
12	2,179	3,055
14	2,145	2,977
16	2,120	2,921
18	2,101	2,878
20	2,086	2,845
22	2,074	2,819
24	2,064	2,797
26	2,056	2,779
28	2,048	2,763
30	2,042	2,750
>30	1,960	2,576

Уравнение регрессии считается адекватным в том случае, когда рассчитанное значение F_p критерия не превышает табличного F (табл. 16 и 17) [3] для выбранного уровня значимости и при степенях свободы $f_1 = N_0 - I$, $f_2 = N - I$, то есть когда $F_p \leq F$. Число степени свободы $f_2 = N - I$ принято исходя из данных работы [3].

Так как статистические модели приближенно оценивают взаимосвязь показателей процесса с факторами, то особое внимание необходимо уделять оценке фактической точности модели. Проверка и уточнение математической модели осуществляется на основании серии контрольных экспериментов.

Таблица 16

f_1	Значения F –критерия для 5% уровня значимости												
	f_2												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11..20	21..30	>30
1	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	248	250	254
2	18,51	19	19,16	19,25	19,3	19,33	19,36	19,37	19,38	19,39	19,44	19,46	19,5
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,88	8,84	8,81	8,78	8,66	8,62	8,53
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96	5,80	5,74	5,63
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,78	4,74	4,56	4,50	4,36
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06	3,87	3,81	3,67
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,63	3,44	3,38	3,23
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,34	3,15	3,08	2,93
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,13	2,93	2,86	2,71
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,97	2,77	2,70	2,54
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,52	2,45	2,40	2,35	2,12	2,04	1,84
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,34	2,27	2,21	2,16	1,93	1,84	1,62
>30	3,84	2,99	2,60	2,37	2,21	2,09	2,01	1,94	1,88	1,83	1,57	1,46	1,00

Таблица 17

f_1	Значения F –критерия для 1% уровня значимости												
	f_2												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11..20	21..30	>30
1	4052	4999	5403	5625	5764	5889	5928	5981	6022	60,56	6208	6258	6366
2	98,49	99,01	99,17	99,25	99,3	99,33	99,34	99,36	99,38	99,4	99,45	99,47	99,5
3	34,12	30,81	29,46	28,71	28,24	27,91	27,67	27,49	27,34	27,23	26,69	26,50	26,12
4	21,2	18,00	16,69	15,98	15,52	15,21	14,98	14,80	14,66	14,54	14,02	13,83	13,46
5	16,26	13,27	12,06	11,39	10,97	10,67	10,45	10,27	10,15	10,05	9,55	9,38	9,02
6	13,74	10,92	9,78	9,15	8,75	8,47	8,26	8,10	7,98	7,87	7,39	7,23	6,88
7	12,25	9,55	8,45	7,85	7,46	7,19	7,00	6,84	6,71	6,62	6,15	5,98	5,65
8	11,26	8,65	7,59	7,01	6,63	6,37	6,19	6,03	5,91	5,82	5,36	5,20	4,86
9	10,57	8,02	6,99	6,42	6,06	5,80	5,62	5,47	5,35	5,26	4,80	4,64	4,31
10	10,04	7,56	6,55	5,99	5,64	5,39	5,21	5,06	4,95	4,85	4,41	4,25	3,91
20	8,10	5,85	4,94	4,43	4,10	3,87	3,71	3,56	3,45	3,37	2,94	2,77	2,42
30	7,56	5,39	4,51	4,02	3,70	3,47	3,30	3,17	3,06	2,98	2,55	2,38	2,01
>30	6,64	4,60	3,78	3,32	3,02	2,80	2,64	2,51	2,41	2,32	1,87	1,69	1,09

ПЛАНЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ $3^1, 3^2, 3^3$
 ПРИМЕНИТЕЛЬНО К КОМПЬЮТЕРНЫМ ПРОГРАММАМ

В табл. 18-20 представлены соответственно планы проведения экспериментов $3^1, 3^2$ и 3^3 применительно к использованию ЭВМ для математического моделирования.

Таблица 18

План 3^1 ($X = 3$ – количество опытов по плану)

Номер опыта	Фактор $F(J)$	Показатель $Y(J)$
1	<i>A1</i>	$Y(1)$
2	<i>B1</i>	$Y(2)$
3	<i>E1</i>	$Y(3)$

Таблица 19

План 3^2 ($X = 9$ – количество опытов по плану)

Номер опыта	Факторы		Показатель $Y(J)$
	$F(J)$	$H(J)$	
1	<i>A1</i>	<i>A2</i>	$Y(1)$
2	<i>B1</i>	<i>A2</i>	$Y(2)$
3	<i>A1</i>	<i>B2</i>	$Y(3)$
4	<i>B1</i>	<i>B2</i>	$Y(4)$
5	<i>A1</i>	<i>E2</i>	$Y(5)$
6	<i>B1</i>	<i>E2</i>	$Y(6)$
7	<i>E1</i>	<i>A2</i>	$Y(7)$
8	<i>E1</i>	<i>B2</i>	$Y(8)$
9	<i>E1</i>	<i>E2</i>	$Y(9)$

План 3^3 ($X = 27$)

Номер опыта	Факторы			Показатель Y(J)
	F(J)	H(J)	L(J)	
1	<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>A3</i>	<i>Y(1)</i>
2	<i>B1</i>	<i>A2</i>	<i>A3</i>	<i>Y(2)</i>
3	<i>A1</i>	<i>B2</i>	<i>A3</i>	<i>Y(3)</i>
4	<i>B1</i>	<i>B2</i>	<i>A3</i>	<i>Y(4)</i>
5	<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>B3</i>	<i>Y(5)</i>
6	<i>B1</i>	<i>A2</i>	<i>B3</i>	<i>Y(6)</i>
7	<i>A1</i>	<i>B2</i>	<i>B3</i>	<i>Y(7)</i>
8	<i>B1</i>	<i>B2</i>	<i>B3</i>	<i>Y(8)</i>
9	<i>A1</i>	<i>E2</i>	<i>E3</i>	<i>Y(9)</i>
10	<i>B1</i>	<i>E2</i>	<i>E3</i>	<i>Y(10)</i>
11	<i>E1</i>	<i>A2</i>	<i>E3</i>	<i>Y(11)</i>
12	<i>E1</i>	<i>B2</i>	<i>E3</i>	<i>Y(12)</i>
13	<i>E1</i>	<i>E2</i>	<i>A3</i>	<i>Y(13)</i>
14	<i>E1</i>	<i>E2</i>	<i>B3</i>	<i>Y(14)</i>
15	<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>E3</i>	<i>Y(15)</i>
16	<i>B1</i>	<i>A2</i>	<i>E3</i>	<i>Y(16)</i>
17	<i>A1</i>	<i>B2</i>	<i>E3</i>	<i>Y(17)</i>
18	<i>B1</i>	<i>B2</i>	<i>E3</i>	<i>Y(18)</i>
19	<i>A1</i>	<i>E2</i>	<i>A3</i>	<i>Y(19)</i>
20	<i>B1</i>	<i>E2</i>	<i>A3</i>	<i>Y(20)</i>
21	<i>A1</i>	<i>E2</i>	<i>B3</i>	<i>Y(21)</i>
22	<i>B1</i>	<i>E2</i>	<i>B3</i>	<i>Y(22)</i>
23	<i>E1</i>	<i>A2</i>	<i>A3</i>	<i>Y(23)</i>
24	<i>E1</i>	<i>B2</i>	<i>A3</i>	<i>Y(24)</i>
25	<i>E1</i>	<i>A2</i>	<i>B3</i>	<i>Y(25)</i>
26	<i>E1</i>	<i>B2</i>	<i>B3</i>	<i>Y(26)</i>
27	<i>E1</i>	<i>E2</i>	<i>E3</i>	<i>Y(27)</i>

АЛГОРИТМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Применительно к использованию ЭВМ разработан следующий алгоритм математического моделирования:

1. Начало выполнения программы, ввод количества опытов по плану, величин факторов на принятых уровнях и показателей степени в уравнении регрессии.
2. Расчет коэффициентов ортогонализации.
3. Ввод величин показателей процесса.
4. Расчет коэффициентов регрессии до их анализа.
5. Ввод количества опытов на среднем уровне факторов.
6. Расчет показателей до анализа коэффициентов регрессии.
7. Выявление дисперсии опытов, расчетных величин t-критерия для каждого коэффициента регрессии.
8. Ввод табличного t-критерия.
9. Выявление статистически значимых коэффициентов регрессии.
10. Ввод табличного F-критерия.
11. Расчет показателей после анализа коэффициентов регрессии.
12. Выявление расчетной величины F-критерия и адекватности модели.
13. Выполнение расчетов по модели и проверка точности модели.
14. Вычисления показателей по математической модели с использованием циклов и построение графиков.
15. Конец выполнения программы.

Для персональных компьютеров программирование рационально выполнять на языке Бейсик. Для случаев планирования

$3^1(X = 3)$, $3^2(X = 9)$, $3^3(X = 27)$ разработана на языке Бейсик программа NW3.

Выполнены также разработки программ математического моделирования на языке Турбо Паскаль (Программы NW3, NW0). Эти программы содержат по три модуля tpg3_1, tpg3_2, tpg3_3.

Программа NW3 на языке Бейсик и программы на языке турбо Паскаль позволяют проводить системный анализ результатов расчетов по математическим моделям. Для построения графиков по результатам расчетов рационально применять Excel. По графическим зависимостям можно легко выявлять улучшения процессов.

ПРОГРАММА NW3 (планы 3^1 , 3^2 , 3^3 , X = 3, X = 9, X = 27)

```
5 PRINT "ПРОГРАММА NW3,РАЗРАБОТКА А.А.ЧЕРНОГО"
6 CLS
7 PRINT "РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММЫ NW3"
8 PRINT "ЗАНОСЯТСЯ В ФАЙЛ,ИМЯ КОТОРОГО НАДО ВВЕСТИ,"
9 PRINT "НАПРИМЕР, ВВЕСТИ ИМЯ ФАЙЛА NW31"
10 INPUT "ВВОД ИМЕНИ ФАЙЛА ", FA$
14 OPEN "O", #1, FA$
17 PRINT "РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММЫ NW3 ЗАНОСЯТСЯ В ФАЙЛ "; FA$
40 PRINT " РАЗРАБОТКИ ДЛЯ X=3,X=9,X=27"
41 PRINT #1, "РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММЫ NW3, РАЗРАБОТАННОЙ А.А. ЧЕРНЫМ"
42 DIM F(50), H(50), L(50), Y(27), I(50), K(50), M(50), P(50)
44 DIM Q(50), U(50), V(50), O(27), B(27), Z(50), G(20), T(27)
46 DIM K6(50), K7(50), K8(50), J7(50), J8(50), J9(50)
47 DIM Z1(50)
51 PRINT "ВВОД X-КОЛИЧЕСТВО ОПЫТОВ ПО ПЛАНУ "
52 PRINT #1, "КОЛИЧЕСТВО ОПЫТОВ ПО ПЛАНУ "
60 INPUT X: PRINT #1, "X="; X
61 PRINT #1, "ВЕЛИЧИНЫ ФАКТОРОВ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТЕПЕНИ"
62 PRINT "ВВОД ВЕЛИЧИН ФАКТОРОВ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТЕПЕНИ"
120 PRINT "ВВОД A1,E1,B1,J1,O1": INPUT A1, E1, B1, J1, O1
130 PRINT #1, "A1="; A1; " E1="; E1; " B1="; B1
133 PRINT #1, "J1="; J1; " O1="; O1: A = A1: B = B1: E = E1: N = J1: R = O1
140 GOSUB 3660: V1 = V0: U1 = U0: Q1 = Q0
144 PRINT #1, "V1="; V1; " U1="; U1; " Q1="; Q1
150 IF X = 9 GOTO 350
160 IF X = 27 GOTO 350
190 IF X = 3 GOTO 590
350 PRINT "ВВОД A2,E2,B2,J2,O2": INPUT A2, E2, B2, J2, O2
360 PRINT #1, "A2="; A2; " E2="; E2; " B2="; B2
363 PRINT #1, "J2="; J2; " O2="; O2
365 A = A2: B = B2: E = E2: N = J2: R = O2
370 GOSUB 3660: V2 = V0: U2 = U0: Q2 = Q0
375 PRINT #1, "V2="; V2; " U2="; U2; " Q2="; Q2
380 IF X = 27 GOTO 550
390 IF X = 9 GOTO 620
550 PRINT "ВВОД A3,E3,B3,J3,O3"
555 INPUT A3, E3, B3, J3, O3
560 PRINT #1, "A3="; A3; " E3="; E3; " B3="; B3
563 PRINT #1, "J3="; J3; " O3="; O3
565 A = A3: B = B3: E = E3: N = J3: R = O3
570 GOSUB 3660: V3 = V0: U3 = U0: Q3 = Q0
575 PRINT #1, "V3="; V3; " U3="; U3; " Q3="; Q3
580 GOTO 990
589 REM ПЛАНЫ
590 F(1) = A1: F(2) = B1: F(3) = E1: GOTO 1130
620 F(1) = A1: H(1) = A2: F(2) = B1: H(2) = A2: F(3) = A1: H(3) = B2
630 F(4) = B1: H(4) = B2: F(5) = A1: H(5) = E2: F(6) = B1: H(6) = E2
640 F(7) = E1: H(7) = A2: F(8) = E1: H(8) = B2: F(9) = E1: H(9) = E2
650 GOTO 1130
990 F(1) = A1: H(1) = A2: L(1) = A3: F(2) = B1: H(2) = A2: L(2) = A3
1000 F(3) = A1: H(3) = B2: L(3) = A3: F(4) = B1: H(4) = B2: L(4) = A3
1010 F(5) = A1: H(5) = A2: L(5) = B3: F(6) = B1: H(6) = A2: L(6) = B3
1020 F(7) = A1: H(7) = B2: L(7) = B3: F(8) = B1: H(8) = B2: L(8) = B3
1030 F(9) = A1: H(9) = E2: L(9) = E3: F(10) = B1: H(10) = E2: L(10) = E3
1040 F(11) = E1: H(11) = A2: L(11) = E3: F(12) = E1: H(12) = B2: L(12) = E3
1050 F(13) = E1: H(13) = E2: L(13) = A3: F(14) = E1: H(14) = E2: L(14) = B3
1060 F(15) = A1: H(15) = A2: L(15) = E3: F(16) = B1: H(16) = A2: L(16) = E3
1070 F(17) = A1: H(17) = B2: L(17) = E3: F(18) = B1: H(18) = B2: L(18) = E3
```

```

1080 F(19) = A1: H(19) = E2: L(19) = A3: F(20) = B1: H(20) = E2: L(20) = A3
1090 F(21) = A1: H(21) = E2: L(21) = B3: F(22) = B1: H(22) = E2: L(22) = B3
1100 F(23) = E1: H(23) = A2: L(23) = A3: F(24) = E1: H(24) = B2: L(24) = A3
1110 F(25) = E1: H(25) = A2: L(25) = B3: F(26) = E1: H(26) = B2: L(26) = B3
1120 F(27) = E1: H(27) = E2: L(27) = E3
1130 PRINT "IF I0=6 GOTO 40-НАЧАЛО"
1135 PRINT "IF I0=7 GOTO 1160-ПРОДОЛЖЕНИЕ"
1140 INPUT I0: IF I0 = 6 GOTO 40
1150 IF I0 = 7 GOTO 1160
1160 PRINT "ВВОД ВЕЛИЧИН ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПО ПЛАНУ Y(J) "
1161 PRINT #1, "ВЕЛИЧИНЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В СООТВЕТСТВИИ С ПЛАНОМ Y(J)"
1165 FOR J = 1 TO X
1166 PRINT "Y("; J; ")": INPUT Y(J)
1170 PRINT #1, "Y("; J; ")="; Y(J): NEXT J
1180 PRINT "IF I0=1 GOTO 1160-ПОВТОРЕНИЕ ВВОДА ПОКАЗАТЕЛЕЙ"
1185 PRINT "IF I0=2 GOTO 1210-ПРОДОЛЖЕНИЕ"
1190 PRINT "ВВОД I0": INPUT I0: IF I0 = 1 GOTO 1160
1200 IF I0 = 2 GOTO 1210
1210 IF X = 3 GOTO 1310
1240 IF X = 9 GOTO 1340
1300 IF X = 27 GOTO 1400
1310 GOSUB 4150: GOTO 1410
1340 GOSUB 4150: GOSUB 4170: GOTO 1410
1400 GOSUB 4150: GOSUB 4170: GOSUB 4190: GOTO 1410
1410 S = 0: O(1) = 0: FOR J = 1 TO X: S = S + Y(J): O(1) = O(1) + 1: NEXT J
1420 B(1) = S / O(1): S = 0: O(2) = 0: FOR J = 1 TO X: S = S + I(J) * Y(J)
1430 O(2) = O(2) + I(J) ^ 2: NEXT J: B(2) = S / O(2): S = 0: O(3) = 0
1440 FOR J = 1 TO X: S = S + K(J) * Y(J): O(3) = O(3) + K(J) ^ 2: NEXT J
1450 B(3) = S / O(3): IF X = 3 GOTO 2390
1480 S = 0: O(4) = 0: FOR J = 1 TO X: S = S + P(J) * Y(J)
1490 O(4) = O(4) + P(J) ^ 2: NEXT J: B(4) = S / O(4): S = 0: O(5) = 0
1500 FOR J = 1 TO X: S = S + I(J) * P(J) * Y(J): O(5) = O(5) + (I(J) * P(J)) ^ 2
1510 NEXT J: B(5) = S / O(5): S = 0: O(6) = 0: FOR J = 1 TO X
1520 S = S + Q(J) * Y(J): O(6) = O(6) + Q(J) ^ 2: NEXT J: B(6) = S / O(6)
1530 S = 0: O(7) = 0: FOR J = 1 TO X: S = S + I(J) * Q(J) * Y(J)
1540 O(7) = O(7) + (I(J) * Q(J)) ^ 2: NEXT J: B(7) = S / O(7): S = 0
1550 O(8) = 0: FOR J = 1 TO X: S = S + P(J) * K(J) * Y(J)
1560 O(8) = O(8) + (P(J) * K(J)) ^ 2: NEXT J: B(8) = S / O(8): S = 0: O(9) = 0
1570 FOR J = 1 TO X: S = S + K(J) * Q(J) * Y(J): O(9) = O(9) + (K(J) * Q(J)) ^ 2
1580 NEXT J: B(9) = S / O(9): IF X = 9 GOTO 2390
1590 IF X = 27 GOTO 2040
2040 S = 0: O(10) = 0: FOR J = 1 TO X: S = S + U(J) * Y(J)
2050 O(10) = O(10) + U(J) ^ 2: NEXT J: B(10) = S / O(10): S = 0: O(11) = 0
2060 FOR J = 1 TO X: S = S + I(J) * U(J) * Y(J): O(11) = O(11) + (I(J) * U(J)) ^ 2
2070 NEXT J: B(11) = S / O(11): S = 0: O(12) = 0: FOR J = 1 TO X
2080 S = S + P(J) * U(J) * Y(J): O(12) = O(12) + (P(J) * U(J)) ^ 2: NEXT J
2090 B(12) = S / O(12): S = 0: O(13) = 0: FOR J = 1 TO X
2100 S = S + I(J) * P(J) * U(J) * Y(J): O(13) = O(13) + (I(J) * P(J) * U(J)) ^ 2
2110 NEXT J: B(13) = S / O(13): S = 0: O(14) = 0: FOR J = 1 TO X
2120 S = S + V(J) * Y(J): O(14) = O(14) + V(J) ^ 2: NEXT J: B(14) = S / O(14)
2130 S = 0: O(15) = 0: FOR J = 1 TO X: S = S + I(J) * V(J) * Y(J)
2140 O(15) = O(15) + (I(J) * V(J)) ^ 2: NEXT J: B(15) = S / O(15): S = 0
2150 O(16) = 0: FOR J = 1 TO X: S = S + P(J) * V(J) * Y(J)
2160 O(16) = O(16) + (P(J) * V(J)) ^ 2: NEXT J: B(16) = S / O(16): S = 0
2170 O(17) = 0: FOR J = 1 TO X: S = S + U(J) * K(J) * Y(J)
2180 O(17) = O(17) + (U(J) * K(J)) ^ 2: NEXT J: B(17) = S / O(17): S = 0
2190 O(18) = 0: FOR J = 1 TO X: S = S + U(J) * Q(J) * Y(J)
2200 O(18) = O(18) + (U(J) * Q(J)) ^ 2: NEXT J: B(18) = S / O(18): S = 0
2210 O(19) = 0: FOR J = 1 TO X: S = S + I(J) * P(J) * V(J) * Y(J)
2220 O(19) = O(19) + (I(J) * P(J) * V(J)) ^ 2: NEXT J: B(19) = S / O(19)

```

```

2230 S = 0: O(20) = 0: FOR J = 1 TO X: S = S + I(J) * U(J) * Q(J) * Y(J)
2240 O(20) = O(20) + (I(J) * U(J) * Q(J)) ^ 2: NEXT J: B(20) = S / O(20)
2250 S = 0: O(21) = 0: FOR J = 1 TO X: S = S + P(J) * U(J) * K(J) * Y(J)
2260 O(21) = O(21) + (P(J) * U(J) * K(J)) ^ 2: NEXT J: B(21) = S / O(21)
2270 S = 0: O(22) = 0: FOR J = 1 TO X: S = S + K(J) * V(J) * Y(J)
2280 O(22) = O(22) + (K(J) * V(J)) ^ 2: NEXT J: B(22) = S / O(22)
2290 S = 0: O(23) = 0: FOR J = 1 TO X: S = S + Q(J) * V(J) * Y(J)
2300 O(23) = O(23) + (Q(J) * V(J)) ^ 2: NEXT J: B(23) = S / O(23)
2310 S = 0: O(24) = 0: FOR J = 1 TO X: S = S + I(J) * Q(J) * V(J) * Y(J)
2320 O(24) = O(24) + (I(J) * Q(J) * V(J)) ^ 2: NEXT J: B(24) = S / O(24)
2330 S = 0: O(25) = 0: FOR J = 1 TO X: S = S + P(J) * K(J) * V(J) * Y(J)
2340 O(25) = O(25) + (P(J) * K(J) * V(J)) ^ 2: NEXT J: B(25) = S / O(25)
2350 S = 0: O(26) = 0: FOR J = 1 TO X: S = S + U(J) * K(J) * Q(J) * Y(J)
2360 O(26) = O(26) + (U(J) * K(J) * Q(J)) ^ 2: NEXT J: B(26) = S / O(26)
2370 S = 0: O(27) = 0: FOR J = 1 TO X: S = S + K(J) * Q(J) * V(J) * Y(J)
2380 O(27) = O(27) + (K(J) * Q(J) * V(J)) ^ 2: NEXT J: B(27) = S / O(27)
2390 PRINT #1, "B(J) ДО АНАЛИЗА": FOR J = 1 TO X
2395 PRINT #1, "B("; J; ")="; B(J)
2397 NEXT J: PRINT
2400 PRINT "ВВОД N0-КОЛИЧЕСТВО ОПЫТОВ НА СРЕДНЕМ УРОВНЕ ФАКТОРОВ"
2407 INPUT N0
2408 PRINT #1, "КОЛИЧЕСТВО ОПЫТОВ НА СРЕДНЕМ УРОВНЕ ФАКТОРОВ"
2410 PRINT #1, "N0="; N0
2415 IF X = 3 GOTO 2510
2440 IF X = 9 GOTO 2540
2500 IF X = 27 GOTO 2600
2510 GOSUB 4390: GOTO 2610
2540 GOSUB 4450: GOTO 2610
2600 GOSUB 4770: GOTO 2610
2610 PRINT #1, "РАСЧЕТНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ Z(J) ДО АНАЛИЗА B(J)"
2620 FOR J = 1 TO X: PRINT #1, "Z("; J; ")="; Z(J): NEXT J
2630 PRINT "ВВОД F8=N0-1": INPUT F8
2633 PRINT #1, "F8=N0-1="; F8
2635 PRINT "F8="; F8
2640 PRINT #1, "ПРОВЕРКА ПО РАЗНОСТИ Y(J)-Z(J)"
2641 PRINT #1, "В ПРОЦЕНТАХ (Y(J)-Z(J)) * (100/Y(J))"
2650 FOR J = 1 TO X: PRINT #1, "Y("; J; ") - Z("; J; ")="; Y(J) - Z(J)
2651 PRINT #1, "(Y("; J; ") - Z("; J; ")) * (100 / Y("; J; ")) = "; (Y(J) - Z(J)) * (100 / Y(J))
2655 NEXT J

2660 PRINT "IF I0=3 GOTO 2720-ВВОД РЕЗУЛЬТАТОВ ОПЫТОВ "
2663 PRINT "      НА СРЕДНЕМ УРОВНЕ ФАКТОРОВ"
2666 PRINT "IF I0=4 GOTO 2770-ВВОД ДИСПЕРСИИ ОПЫТОВ"
2670 PRINT "IF I0=5 GOTO 3240-ПРОВЕРКА ТОЧНОСТИ И "
2672 PRINT "      РАСЧЕТЫ ПО МОДЕЛИ"
2773 PRINT "IF I0=6 GOTO 40-НАЧАЛО"
2677 PRINT "IF I0=20 GOTO 6830-КОНЕЦ"
2678 PRINT "IF I0=25 GOTO 4880-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ"
2679 PRINT "IF I0=27 GOTO 7000-ВЫЧИСЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ Z(K5)"
2681 PRINT "      С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИКЛОВ И "
2684 PRINT "      ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ"
2689 PRINT "ВВОД I0": INPUT I0: IF I0 = 3 GOTO 2720
2690 IF I0 = 4 GOTO 2770
2700 IF I0 = 5 GOTO 3240
2710 IF I0 = 6 GOTO 40
2715 IF I0 = 20 GOTO 6830
2717 IF I0 = 25 GOTO 4880

2718 IF I0 = 27 GOTO 7000
2720 PRINT "ВВОД G(J)-РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТОВ ";

```

```

2721 PRINT "НА СРЕДНЕМ УРОВНЕ ФАКТОРОВ "
2722 PRINT #1, "РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТОВ ";
2723 PRINT #1, "НА СРЕДНЕМ УРОВНЕ ФАКТОРОВ "
2724 FOR J = 1 TO N0: PRINT "G("; J; ")": INPUT G(J)
2730 PRINT #1, "G("; J; ")="; G(J): NEXT J: S = 0: FOR J = 1 TO N0: S = S + G(J)
2740 NEXT J: S0 = S / N0: PRINT "S0="; S0: S = 0: FOR J = 1 TO N0
2750 S = S + (G(J) - S0) ^ 2: NEXT J: U9 = S / F8
2751 PRINT #1, "ДИСПЕРСИЯ ОПЫТОВ U9="; U9
2760 GOTO 2780
2770 PRINT "ВВОД U9-ДИСПЕРСИЯ ОПЫТОВ": INPUT U9
2771 PRINT #1, "ДИСПЕРСИЯ ОПЫТОВ U9="; U9
2780 PRINT #1, "РАСЧЕТНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ T(J)": FOR J = 1 TO X
2790 T(J) = ABS(V(J) / SQR(U9 / O(J))): PRINT #1, "T("; J; ")="; T(J): NEXT J
2800 PRINT "          ДЛЯ УРОВНЯ ЗНАЧИМОСТИ 5% "
2801 PRINT "          ПРИ F8  2 ; 3 ; 4 ; 5 ; 6"
2802 PRINT "СООТВЕТСТВЕННО T0  4.303 ;3.182 ;2.776 ;2.571 ;2.447"
2803 PRINT "F8=N0-1="; N0; "-1="; F8
2804 PRINT "ВВОД T0-ТАБЛИЧНЫЙ T-КРИТЕРИЙ"
2805 INPUT T0
2806 PRINT #1, "ТАБЛИЧНЫЙ T-КРИТЕРИЙ T0="; T0
2810 PRINT #1, "B(J) ПОСЛЕ АНАЛИЗА": FOR J = 1 TO X
2820 IF T(J) < T0 GOTO 2840
2830 IF T(J) >= T0 GOTO 2850
2840 B(J) = 0
2850 PRINT #1, "B("; J; ")="; B(J): NEXT J
2860 K9 = 0: FOR J = 1 TO X: IF B(J) = 0 GOTO 2871
2870 K9 = K9 + 1
2871 NEXT J
2872 PRINT #1, "КОЛИЧЕСТВО СТАТИСТИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ"
2873 PRINT #1, "          КОЭФФИЦИЕНТОВ РЕГРЕССИИ K9="; K9
2881 PRINT #1, "F9=X-1": F9 = X - 1
2882 PRINT #1, "F9="; F9: CLS
2883 PRINT "! ! ЗНАЧЕНИЯ F-КРИТЕРИЯ F7 ДЛЯ 5%-ГО УРОВНЯ ЗНАЧИМОСТИ"
2884 PRINT "! !-----"
2885 PRINT "!F8!          F9          "
2886 PRINT "! !-----"
2887 PRINT "! ! 2 ! 3 ! 4 ! 8 ! 11 ! 14  "
2888 PRINT "!-----"
2889 PRINT "! 2! 19.0 ! 19.16 ! 19.25 ! 19.37 ! 19.4 ! 19.42  "
2890 PRINT "! 3!  9.55 !  9.28 !  9.12 !  8.84 !  8.76 !  8.71  "
2891 PRINT "! 4!  6.94 !  6.59 !  6.39 !  6.04 !  5.93 !  5.87  "
2892 PRINT "! 5!  5.79 !  5.41 !  5.19 !  4.82 !  4.7 !  4.64  "
2893 PRINT "! 6!  5.14 !  4.76 !  4.53 !  4.15 !  4.03 !  3.96  "
2894 PRINT "!===== "
2895 PRINT "! F8\F9 ! 15...16 ! 19...20 ! 24  ! 26...30  !"
2896 PRINT "!-----"
2897 PRINT "! 2 !    19.43 ! 19.44 ! 19.45 ! 19.46  !"
2898 PRINT "! 3 !    8.69 ! 8.66 ! 8.64 ! 8.62  !"
2899 PRINT "! 4 !    5.84 ! 5.8 ! 5.77 ! 5.74  !"
2900 PRINT "! 5 !    4.6 ! 4.56 ! 4.53 ! 4.5  !"
2901 PRINT "! 6 !    3.92 ! 3.87 ! 3.84 ! 3.81  !"
2902 PRINT "!-----"
2907 PRINT "F8="; F8; "F9="; F9
2908 PRINT "ВВОД F7-ТАБЛИЧНЫЙ F-КРИТЕРИЙ"
2909 INPUT F7: PRINT #1, "ТАБЛИЧНЫЙ F-КРИТЕРИЙ F7="; F7
2910 IF X = 3 GOTO 3010
2940 IF X = 9 GOTO 3040
3000 IF X = 27 GOTO 3100
3010 GOSUB 4390: GOTO 3110
3040 GOSUB 4450: GOTO 3110

```



```

3100 GOSUB 4770: GOTO 3110
3110 PRINT #1, "РАСЧЕТНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ ПОКАЗАТЕЛЯ";
3115 PRINT #1, " Z(J) ПОСЛЕ АНАЛИЗА В(J)"
3120 FOR J = 1 TO X: PRINT #1, "Z("; J; ")="; Z(J): NEXT J
3121 PRINT #1, "ПРОВЕРКА ПО РАЗНОСТИ Y(J)-Z(J)"
3122 PRINT #1, "В ПРОЦЕНТАХ (Y(J)-Z(J)) * (100/Y(J))"
3123 FOR J = 1 TO X: PRINT #1, "Y("; J; ") - Z("; J; ")="; Y(J) - Z(J)
3124 PRINT #1, "(Y("; J; ") - Z("; J; ")) * (100 / Y("; J; ")) = "; (Y(J) - Z(J)) * (100 / Y(J))
3125 NEXT J
3130 S = 0: FOR J = 1 TO X: S = S + (Z(J) - Y(J)) ^ 2: NEXT J
3140 F6 = S / (F9 * U9)
3145 PRINT #1, "РАСЧЕТНАЯ ВЕЛИЧИНА F-КРИТЕРИЯ F6="; F6
3150 IF F6 <= F7 GOTO 3152
3151 IF F6 > F7 GOTO 3153
3152 PRINT "АДЕКВАТНО": PRINT #1, "АДЕКВАТНО,ТАК КАК F6<=F7": GOTO 3154
3153 PRINT "НЕАДЕКВАТНО": PRINT #1, "НЕАДЕКВАТНО,ТАК КАК F6>F7": GOTO 3190
3154 PRINT #1, "СИСТЕМНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ"
3155 PRINT #1, "ДЛЯ АНАЛИЗОВ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТОВ"
3156 PRINT #1, "ПО МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ"
3157 S = 0: FOR J = 1 TO X: S = S + ABS(Z(J)): NEXT J
3158 Z1 = 0: FOR J = 1 TO X: Z1(J) = Z(J) / (S / X): NEXT J
3159 PRINT #1, "ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ВЕЛИЧИНА ПОКАЗАТЕЛЯ"
3160 PRINT #1, "Z1(J)=Z(J)/(S/X),ГДЕ S-СУММА"
3161 PRINT #1, "АБСОЛЮТНЫХ ВЕЛИЧИН ПОКАЗАТЕЛЕЙ,S="; S
3162 PRINT #1, "S/X-СРЕДНЯЯ АРИФМЕТИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА,S/X="; S / X
3163 IF X = 3 GOTO 3173
3164 IF X = 9 GOTO 3174
3165 IF X = 27 GOTO 3175
3173 GOSUB 10150: GOTO 3190
3174 GOSUB 10190: GOTO 3190
3175 GOSUB 10380: GOTO 3190
3190 PRINT "IF I0=7 GOTO 3240-ПРОВЕРКА ТОЧНОСТИ И "
3193 PRINT "          РАСЧЕТЫ ПО МОДЕЛИ"
3194 PRINT "IF I0=8 GOTO 40-НАЧАЛО"
3197 PRINT "IF I0=17 GOTO 4880-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ"
3198 PRINT "IF I0=22 GOTO 7000-ВЫЧИСЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ Z(K5)"
3200 PRINT "          С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИКЛОВ И "
3203 PRINT "          ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ"
3207 PRINT "IF I0=9 GOTO 6830-КОНЕЦ": PRINT "ВВОД I0": INPUT I0
3210 IF I0 = 7 GOTO 3240
3220 IF I0 = 8 GOTO 40
3227 IF I0 = 17 GOTO 4880
3228 IF I0 = 22 GOTO 7000
3230 IF I0 = 9 GOTO 6830
3240 PRINT "ПРОВЕРКА ТОЧНОСТИ И РАСЧЕТЫ ПО МОДЕЛИ"
3241 PRINT "F(S),H(S),L(S)-1, 2, 3-й ФАКТОРЫ,"
3243 PRINT "ГДЕ S=X="; X; "-КОЛИЧЕСТВО ОПЫТОВ ПО ПЛАНУ"
3245 PRINT #1, "РАСЧЕТЫ ПО МОДЕЛИ"
3250 IF X = 3 GOTO 3350
3280 IF X = 9 GOTO 3420
3340 IF X = 27 GOTO 3560
3350 FOR S = 1 TO X: F(S) = 0: Z(S) = 0: PRINT "ВВОД F("; S; ")"
3360 INPUT F(S): PRINT #1, "ФАКТОР F("; S; ")="; F(S)
3365 IF X = 3 GOTO 3390
3390 GOSUB 4150: GOSUB 4390: GOTO 3412
3412 PRINT #1, "Z("; S; ")="; Z(S): NEXT S: GOTO 3610
3420 FOR S = 1 TO X: F(S) = 0: H(S) = 0: Z(S) = 0
3430 PRINT "ВВОД F("; S; "),H("; S; ")": INPUT F(S), H(S)
3432 PRINT #1, " ФАКТОРЫ F("; S; ")="; F(S); "H("; S; ")="; H(S)
3440 IF X = 9 GOTO 3500

```

```

3500 GOSUB 4150: GOSUB 4170: GOSUB 4450: GOTO 3552
3552 PRINT #1, "Z("; S; ")="; Z(S): NEXT S: GOTO 3610
3560 FOR S = 1 TO X: F(S) = 0: H(S) = 0: L(S) = 0: Z(S) = 0
3570 PRINT "ВВОД F("; S; "); H("; S; "); L("; S; ")
3572 INPUT F(S), H(S), L(S): PRINT #1, "ФАКТОР F("; S; ")="; F(S)
3574 PRINT #1, "ФАКТОРЫ H("; S; ")="; H(S); "L("; S; ")="; L(S)
3580 GOSUB 4150: GOSUB 4170: GOSUB 4190: GOSUB 4770: GOTO 3590
3590 PRINT #1, "Z("; S; ")="; Z(S): NEXT S
3610 PRINT "IF I0=10 GOTO 3240-ПРОВЕРКА ТОЧНОСТИ И ";
3611 PRINT "РАСЧЕТЫ ПО МОДЕЛИ"
3612 PRINT "IF I0=11 GOTO 4880 - МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ"
3615 PRINT "IF I0=14 GOTO 7000-ВЫЧИСЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ Z(K5)"
3616 PRINT "          С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИКЛОВ И "
3617 PRINT "          ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ"
3620 PRINT "IF I0=12 GOTO 6830-КОНЕЦ"
3625 PRINT "ВВОД I0": INPUT I0
3630 IF I0 = 10 GOTO 3240
3640 IF I0 = 11 GOTO 4880
3650 IF I0 = 12 GOTO 6830
3653 IF I0 = 14 GOTO 7000
3660 N0 = (A ^ N + B ^ N + E ^ N) / 3: R0 = (A ^ R + B ^ R + E ^ R) / 3
3670 L2 = 2 * N: N3 = (A ^ L2 + B ^ L2 + E ^ L2) / 3: N4 = N + R
3680 N5 = (A ^ N4 + B ^ N4 + E ^ N4) / 3: V0 = -N0
3690 U0 = (N0 * R0 - N5) / (N3 - N0 ^ 2): Q0 = -(R0 + U0 * N0)
3700 PRINT #1, "КОЭФФИЦИЕНТЫ ОРТОГОНАЛИЗАЦИИ": RETURN
4150 FOR J = 1 TO X: I(J) = F(J) ^ J1 + V1
4160 K(J) = F(J) ^ O1 + U1 * F(J) ^ J1 + Q1: NEXT J: RETURN
4170 FOR J = 1 TO X: P(J) = H(J) ^ J2 + V2
4180 Q(J) = H(J) ^ O2 + U2 * H(J) ^ J2 + Q2: NEXT J: RETURN
4190 FOR J = 1 TO X: U(J) = L(J) ^ J3 + V3
4200 V(J) = L(J) ^ O3 + U3 * L(J) ^ J3 + Q3: NEXT J: RETURN
4390 FOR J = 1 TO X: Z(J) = B(1) + B(2) * I(J) + B(3) * K(J): NEXT J: RETURN
4450 FOR J = 1 TO X: N3 = B(1) + B(2) * I(J) + B(3) * K(J) + B(4) * P(J)
4460 N4 = B(5) * I(J) * P(J) + B(6) * Q(J) + B(7) * I(J) * Q(J)
4470 N5 = B(8) * P(J) * K(J) + B(9) * K(J) * Q(J)
4480 Z(J) = N3 + N4 + N5: NEXT J: RETURN
4770 FOR J = 1 TO X: N3 = B(1) + B(2) * I(J) + B(3) * K(J) + B(4) * P(J)
4780 N4 = B(5) * I(J) * P(J) + B(6) * Q(J) + B(7) * I(J) * Q(J) + B(8) * P(J) * K(J)
4790 N5 = B(9) * K(J) * Q(J) + B(10) * U(J) + B(11) * I(J) * U(J) + B(12) * P(J) * U(J)
4800 N6 = B(13) * I(J) * P(J) * U(J) + B(14) * V(J) + B(15) * I(J) * V(J)
4810 N7 = B(16) * P(J) * V(J) + B(17) * U(J) * K(J) + B(18) * U(J) * Q(J)
4820 R0 = B(19) * I(J) * P(J) * V(J) + B(20) * I(J) * U(J) * Q(J)
4830 R4 = B(21) * P(J) * U(J) * K(J) + B(22) * K(J) * V(J) + B(23) * Q(J) * V(J)
4840 R5 = B(24) * I(J) * Q(J) * V(J) + B(25) * P(J) * K(J) * V(J)
4850 R6 = B(26) * U(J) * K(J) * Q(J) + B(27) * K(J) * Q(J) * V(J)
4860 Z(J) = N3 + N4 + N5 + N6 + N7 + R0 + R4 + R5 + R6: NEXT J: RETURN
4880 PRINT #1, "МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ": IF X = 3 GOTO 4910
4890 IF X = 9 GOTO 4930
4900 IF X = 27 GOTO 4980
4910 PRINT #1, "Z(J)="; B(1); "+"; B(2); "*I(J)+"; B(3); "*K(J),"
4920 IF X = 3 GOTO 5110
4930 PRINT #1, "Z(J)="; B(1); "+"; B(2); "*I(J)+"; B(3); "*K(J)+";
4940 PRINT #1, "+"; B(4); "*P(J)+"; B(5); "*I(J)*P(J)+";
4950 PRINT #1, "+"; B(6); "*Q(J)+"; B(7); "*I(J)*Q(J)+";
4960 PRINT #1, "+"; B(8); "*P(J)*K(J)+"; B(9); "*K(J)*Q(J),"
4970 IF X = 9 GOTO 5110
4980 PRINT #1, "Z(J)="; B(1); "+"; B(2); "*I(J)+"; B(3); "*K(J)+";
4990 PRINT #1, "+"; B(4); "*P(J)+"; B(5); "*I(J)*P(J)+";
5000 PRINT #1, "+"; B(6); "*Q(J)+"; B(7); "*I(J)*Q(J)+";
5010 PRINT #1, "+"; B(8); "*P(J)*K(J)+"; B(9); "*K(J)*Q(J)+";

```

```

5020 PRINT #1, "+"; B(10); "*U(J)+"; B(11); "*I(J)*U(J)+"
5030 PRINT #1, "+"; B(12); "*P(J)*U(J)+"; B(13); "*I(J)*P(J)*U(J)+"
5040 PRINT #1, "+"; B(14); "*V(J)+"; B(15); "*I(J)*V(J)+"
5050 PRINT #1, "+"; B(16); "*P(J)*V(J)+"; B(17); "*U(J)*K(J)+"
5060 PRINT #1, "+"; B(18); "*U(J)*Q(J)+"; B(19); "*I(J)*P(J)*V(J)+"
5070 PRINT #1, "+"; B(20); "*I(J)*U(J)*Q(J)+"; B(21); "*P(J)*U(J)*K(J)+"
5080 PRINT #1, "+"; B(22); "*K(J)*V(J)+"; B(23); "*Q(J)*V(J)+"
5090 PRINT #1, "+"; B(24); "*I(J)*Q(J)*V(J)+"; B(25); "*P(J)*K(J)*V(J)+"
5100 PRINT #1, "+"; B(26); "*U(J)*K(J)*Q(J)+"; B(27); "*K(J)*Q(J)*V(J),"
5110 PRINT #1, "ГДЕ"
5120 PRINT #1, "I(J)=F(J)^"; J1; "+"; V1; ","
5130 PRINT #1, "K(J)=F(J)^"; O1; "+"; U1; "*F(J)^"; J1; "+"; Q1
5131 PRINT #1, "ОБОЗНАЧЕНИЕ: F(J)- 1-й ФАКТОР "
5140 IF X = 3 GOTO 6790
5150 PRINT #1, "P(J)=H(J)^"; J2; "+"; V2; ","
5160 PRINT #1, "Q(J)=H(J)^"; O2; "+"; U2; "*H(J)^"; J2; "+"; Q2
5161 PRINT #1, "ОБОЗНАЧЕНИЕ: H(J)- 2-й ФАКТОР"
5170 IF X = 9 GOTO 6790
5180 PRINT #1, "U(J)=L(J)^"; J3; "+"; V3; ","
5190 PRINT #1, "V(J)=L(J)^"; O3; "+"; U3; "*L(J)^"; J3; "+"; Q3
5191 PRINT #1, "ОБОЗНАЧЕНИЕ: L(J)- 3-й ФАКТОР"
6000 IF X = 27 GOTO 6790
6790 PRINT "IF I0=18 GOTO 2660-ПЕРЕХОДЫ"
6792 PRINT "IF I0=19 GOTO 3190-ПЕРЕХОДЫ "
6793 PRINT "IF I0=35 GOTO 1160-ВВОД НОВЫХ Y(J)"
6795 PRINT "IF I0=44 GOTO 6830-КОНЕЦ"
6796 PRINT "IF I0=50 GOTO 40-НАЧАЛО"
6797 PRINT "IF I0=51 GOTO 3240-ПРОВЕРКА ТОЧНОСТИ И "
6798 PRINT "          РАСЧЕТЫ ПО МОДЕЛИ"
6799 PRINT "IF I0=52 GOTO 7000-"
6800 PRINT "          ВЫЧИСЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ Z(K5) "
6802 PRINT "          С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИКЛОВ "
6803 PRINT "          И ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ"
6805 PRINT "ВВОД I0": INPUT I0
6810 IF I0 = 18 GOTO 2660
6820 IF I0 = 19 GOTO 3190
6823 IF I0 = 35 GOTO 1160
6825 IF I0 = 44 GOTO 6830
6827 IF I0 = 50 GOTO 40
6828 IF I0 = 51 GOTO 3240
6829 IF I0 = 52 GOTO 7000
6830 CLOSE #1
6832 PRINT "РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММЫ СМОТРИ В ";
6835 PRINT "ФАЙЛЕ "; FA$
6840 END
7000 PRINT #1, "ВЫЧИСЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ Z(K5)"
7004 PRINT #1, " ПО МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ"
7005 PRINT #1, " С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИКЛОВ"
7006 PRINT #1, "И ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ"
7010 PRINT "ВВОД I0=61 ПРИ X=3"
7020 PRINT "ВВОД I0=62 ПРИ X=9"
7030 PRINT "ВВОД I0=63 ПРИ X=27"
7040 PRINT "IF I0=64 GOTO 40-НАЧАЛО"
7050 PRINT "IF I0=65 GOTO 6830-КОНЕЦ"
7060 INPUT I0
7070 IF I0 = 61 GOTO 7190
7080 IF I0 = 62 GOTO 7330
7090 IF I0 = 63 GOTO 7580
7100 IF I0 = 64 GOTO 40
7110 IF I0 = 65 GOTO 6830

```

```

7190 PRINT "ВВОД I0=73 ПРИ X=3"
7200 INPUT I0
7210 F3 = 0: F4 = 0: K5 = 0: PRINT #1, "ФАКТОР F(1)=F3+F4"
7213 PRINT "ФАКТОР F(1)=F3+F4"
7215 FOR J = 1 TO X: F(J) = 0: Z(J) = 0: NEXT J: X = 0
7220 PRINT #1, "F4-ШАГ ПРИРАЩЕНИЯ ФАКТОРА"
7225 PRINT "F4-ШАГ ПРИРАЩЕНИЯ ФАКТОРА"
7226 PRINT #1, "X-КОЛИЧЕСТВО ЗНАЧЕНИЙ ФАКТОРА"
7227 PRINT "X-КОЛИЧЕСТВО ЗНАЧЕНИЙ ФАКТОРА"
7230 PRINT "ВВОД ПРИНЯТЫХ ВЕЛИЧИН X,F3,F4"
7240 INPUT X, F3, F4: PRINT #1, "X="; X; "F3="; F3; "F4="; F4
7250 FOR K5 = 1 TO X: F(K5) = F3 + K5 * F4
7255 PRINT #1, "F("; K5; ")="; F(K5)
7260 IF I0 = 73 GOTO 7290
7290 GOSUB 4150: GOSUB 4390: GOTO 7320
7320 PRINT #1, "Z("; K5; ")="; Z(K5)
7325 NEXT K5: GOTO 8001
7330 PRINT "ВВОД I0=76 ПРИ X=9"
7350 INPUT I0
7360 F3 = 0: F4 = 0: H3 = 0: H4 = 0: K5 = 0: PRINT #1, "ФАКТОР F(1)=F3+F4"
7361 PRINT "ФАКТОР F(1)=F3+F4"
7365 FOR J = 1 TO X: F(J) = 0: H(J) = 0: Z(J) = 0: NEXT J: X = 0
7370 PRINT #1, "F4-ШАГ ПРИРАЩЕНИЯ 1-ГО ФАКТОРА"
7371 PRINT "F4-ШАГ ПРИРАЩЕНИЯ 1-ГО ФАКТОРА"
7380 PRINT #1, "ФАКТОР H(1)=H3+H4"
7381 PRINT "ФАКТОР H(1)=H3+H4"
7390 PRINT #1, "H4-ШАГ ПРИРАЩЕНИЯ 2-ГО ФАКТОРА"
7391 PRINT "H4-ШАГ ПРИРАЩЕНИЯ 2-ГО ФАКТОРА"
7392 PRINT #1, "X-КОЛИЧЕСТВО ЗНАЧЕНИЙ 1, 2-ГО ФАКТОРОВ"
7393 PRINT "X-КОЛИЧЕСТВО ЗНАЧЕНИЙ 1, 2-ГО ФАКТОРОВ"
7400 PRINT "ВВОД ПРИНЯТЫХ ВЕЛИЧИН X,F3,F4,H3,H4"
7410 INPUT X, F3, F4, H3, H4: PRINT #1, "X="; X; "F3="; F3; "F4="; F4
7420 PRINT #1, "H3="; H3; "H4="; H4
7430 FOR K5 = 1 TO X: F(K5) = F3 + K5 * F4
7435 PRINT #1, "F("; K5; ")="; F(K5)
7440 H(K5) = H3 + K5 * H4: PRINT #1, "H("; K5; ")="; H(K5)
7450 IF I0 = 76 GOTO 7510
7510 GOSUB 4150: GOSUB 4170: GOSUB 4450: GOTO 7570
7570 PRINT #1, "Z("; K5; ")="; Z(K5)
7575 NEXT K5: GOTO 8001
7580 F3 = 0: F4 = 0: H3 = 0: H4 = 0: L3 = 0: L4 = 0
7590 K5 = 0: PRINT #1, "ФАКТОРЫ F(1)=F3+F4,H(1)=H3+H4,L(1)=L3+L4"
7595 FOR J = 1 TO X: F(J) = 0: H(J) = 0: L(J) = 0: Z(J) = 0: NEXT J
7600 X = 0: PRINT #1, "F4,H4,L4- ШАГ ПРИРАЩЕНИЯ 1,2,3-ГО ФАКТОРОВ"
7601 PRINT "F4,H4,L4- ШАГ ПРИРАЩЕНИЯ 1,2,3-ГО ФАКТОРОВ"
7602 PRINT #1, "X-КОЛИЧЕСТВО ЗНАЧЕНИЙ 1,2,3-ГО ФАКТОРОВ"
7603 PRINT "X-КОЛИЧЕСТВО ЗНАЧЕНИЙ 1,2,3-ГО ФАКТОРОВ"
7610 PRINT "ВВОД ПРИНЯТЫХ ВЕЛИЧИН X,F3,F4,H3,H4,L3,L4"
7620 INPUT X, F3, F4, H3, H4, L3, L4
7630 PRINT #1, "X="; X; "F3="; F3; "F4="; F4; "H3="; H3;
7640 PRINT #1, "H4="; H4; "L3="; L3; "L4="; L4
7650 FOR K5 = 1 TO X: F(K5) = F3 + K5 * F4
7655 PRINT #1, "F("; K5; ")="; F(K5)
7660 H(K5) = H3 + K5 * H4: PRINT #1, "H("; K5; ")="; H(K5)
7670 L(K5) = L3 + K5 * L4: PRINT #1, "L("; K5; ")="; L(K5)
7680 GOSUB 4150: GOSUB 4170: GOSUB 4190: GOSUB 4770: NEXT K5
8001 PRINT #1, "ВЫЯВЛЕНИЕ MAX Z(K5) И MIN Z(K5)": K8 = 0: K8 = Z(1)
8002 PRINT "ВВОД I0=90-ПРОДОЛЖЕНИЕ"
8004 INPUT I0
8010 FOR K5 = 1 TO X

```

```

8020 IF Z(K5) >= K8 THEN K8 = Z(K5)
8040 NEXT K5: PRINT #1, "MAX Z(K5)="; K8
8041 FOR K5 = 1 TO X
8042 IF Z(K5) = K8 THEN PRINT #1, "MAX Z("; K5; ")="; Z(K5)
8044 NEXT K5
8050 K7 = 0: K7 = Z(1)
8060 FOR K5 = 1 TO X
8070 IF Z(K5) <= K7 THEN K7 = Z(K5)
8090 NEXT K5: PRINT #1, "MIN Z(K5)="; K7
8091 FOR K5 = 1 TO X
8092 IF Z(K5) = K7 THEN PRINT #1, "MIN Z("; K5; ")="; Z(K5)
8094 NEXT K5: K6 = 0: PRINT #1, "MIN Z(K5)=K7, MAX Z(K5)=K8"
8095 PRINT #1, "K6(K5)=(Z(K5)+ABS(K7))/(ABS(K7)+ABS(K8))"
8096 FOR K5 = 1 TO X: K6(K5) = (Z(K5) + ABS(K7)) / (ABS(K7) + ABS(K8))
8097 PRINT #1, "K6("; K5; ")="; K6(K5): NEXT K5
8098 J5 = 0: J5 = ABS(K7) / (ABS(K7) + ABS(K8))
8099 PRINT #1, "J5=ABS(K7)/(ABS(K7)+ABS(K8))"
8111 PRINT #1, "J5="; J5
8112 PRINT "IF I0=70 GOTO 7000-ПОВТОРЕНИЕ ";
8113 PRINT " ВЫЧИСЛЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ Z(K5) ";
8114 PRINT " И ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ"
8115 PRINT "IF I0=80 GOTO 9000-ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКА"
8120 INPUT I0
8125 IF I0 = 70 GOTO 7000
8130 IF I0 = 80 GOTO 9000
9000 PRINT "X0="; X0; "Y0="; Y0; "K0="; K0; "K3="; K3
9001 K0 = 0: K3 = 0: K4 = 0: K4 = X: K7 = 0: K8 = 0: X0 = 0: Y0 = 0
9010 PRINT #1, "ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКА"
9015 PRINT #1, "ЗАВИСИМОСТЬ K6(K5) ОТ ФАКТОРА"
9020 PRINT #1, "K6(K5)-ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ВЕЛИЧИНА ПОКАЗАТЕЛЯ"
9025 PRINT #1, "K5-НОМЕР ВЕЛИЧИНЫ ФАКТОРА И ПОКАЗАТЕЛЯ"
9030 PRINT #1, "ВЕЛИЧИНЫ ФАКТОРОВ ЗАДАНЫ "
9035 PRINT "ВВОД: X0-ОТСТУП ВПРАВО ПО ОСИ X (ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНО X0=20)"
9036 PRINT " Y0-ОТСТУП ВНИЗ ПО ОСИ Y (ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНО Y0=180)"
9037 PRINT " K0-ДЛИНА ГРАФИКА ПО ОСИ X"
9038 PRINT " K3-ВЫСОТА ГРАФИКА ПО ОСИ Y"
9045 INPUT X0, Y0, K0, K3
9046 PRINT #1, "X0="; X0; "Y0="; Y0; "K0="; K0; "K3="; K3; ", ГДЕ"
9047 PRINT #1, " X0-ОТСТУП ВПРАВО ПО ОСИ X "
9048 PRINT #1, " Y0-ОТСТУП ВНИЗ ПО ОСИ Y "
9049 PRINT #1, " K0-ДЛИНА ГРАФИКА ПО ОСИ X"
9050 PRINT #1, " K3-ВЫСОТА ГРАФИКА ПО ОСИ Y"
9054 KEY OFF: CLS
9055 COLOR 0, 0: SCREEN 2
9056 FOR K5 = 1 TO K4: K7(K5) = K5 * K0: K8(K5) = K3 * K6(K5)
9057 LINE (K7(K5) - X0, Y0)-(K7(K5) - X0, Y0 - K8(K5)): NEXT K5
9059 J6 = 0: J6 = X - 1: J7 = 0: J8 = 0: J9 = 0: K7 = 0: K8 = 0: J9 = K3 * J5
9060 FOR K5 = 1 TO J6: K7(K5) = K5 * K0: K8(K5) = K3 * K6(K5)
9061 J7(K5) = (K5 + 1) * K0: J8(K5) = K3 * K6(K5 + 1)
9062 LINE (K7(K5) - X0, Y0)-(J7(K5) - X0, Y0)
9063 LINE (K7(K5) - X0, Y0 - J9)-(J7(K5) - X0, Y0 - J9)
9065 LINE (K7(K5) - X0, Y0 - K8(K5))-(J7(K5) - X0, Y0 - J8(K5)): NEXT K5
9071 A$ = ""
9072 A$ = INKEY$: IF A$ = "" THEN 9072
9073 SCREEN 0: CLS : COLOR 2, 0
9074 PRINT "ВВОД I0=75 GOTO 9000-ПОВТОРЕНИЕ ПОСТРОЕНИЯ ГРАФИКА"
9075 PRINT "ВВОД I0=85 GOTO 7000-ПОВТОРЕНИЕ"
9076 PRINT " ВЫЧИСЛЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ Z(K5)"
9078 PRINT " С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИКЛОВ "
9079 PRINT " И ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ"

```

```

9080 PRINT "BBOД I0=95 GOTO 6830-KOHEЦ": PRINT
9081 INPUT I0
9083 IF I0 = 75 GOTO 9000
9090 IF I0 = 85 GOTO 7000
9095 IF I0 = 95 GOTO 6830
10150 PRINT #1, "1.1."; "A1="; A1; "Z(1)="; Z(1); "Z1(1)="; Z1(1)
10160 PRINT #1, "1.2."; "E1="; E1; "Z(3)="; Z(3); "Z1(3)="; Z1(3)
10170 PRINT #1, "1.3."; "B1="; B1; "Z(2)="; Z(2); "Z1(2)="; Z1(2)
10180 RETURN
10190 PRINT #1, "1.1."; "A2="; A2; "A1="; A1; "Z(1)="; Z(1); "Z1(1)="; Z1(1)
10200 PRINT #1, "1.2."; "A2="; A2; "E1="; E1; "Z(7)="; Z(7); "Z1(7)="; Z1(7)
10210 PRINT #1, "1.3."; "A2="; A2; "B1="; B1; "Z(2)="; Z(2); "Z1(2)="; Z1(2)
10220 PRINT #1, "2.1."; "E2="; E2; "A1="; A1; "Z(5)="; Z(5); "Z1(5)="; Z1(5)
10230 PRINT #1, "2.2."; "E2="; E2; "E1="; E1; "Z(9)="; Z(9); "Z1(9)="; Z1(9)
10240 PRINT #1, "2.3."; "E2="; E2; "B1="; B1; "Z(6)="; Z(6); "Z1(6)="; Z1(6)
10250 PRINT #1, "3.1."; "B2="; B2; "A1="; A1; "Z(3)="; Z(3); "Z1(3)="; Z1(3)
10260 PRINT #1, "3.2."; "B2="; B2; "E1="; E1; "Z(8)="; Z(8); "Z1(8)="; Z1(8)
10270 PRINT #1, "3.3."; "B2="; B2; "B1="; B1; "Z(4)="; Z(4); "Z1(4)="; Z1(4)
10280 PRINT #1, "4.1."; "A1="; A1; "A2="; A2; "Z(1)="; Z(1); "Z1(1)="; Z1(1)
10290 PRINT #1, "4.2."; "A1="; A1; "E2="; E2; "Z(5)="; Z(5); "Z1(5)="; Z1(5)
10300 PRINT #1, "4.3."; "A1="; A1; "B2="; B2; "Z(3)="; Z(3); "Z1(3)="; Z1(3)
10310 PRINT #1, "5.1."; "E1="; E1; "A2="; A2; "Z(7)="; Z(7); "Z1(7)="; Z1(7)
10320 PRINT #1, "5.2."; "E1="; E1; "E2="; E2; "Z(9)="; Z(9); "Z1(9)="; Z1(9)
10330 PRINT #1, "5.3."; "E1="; E1; "B2="; B2; "Z(8)="; Z(8); "Z1(8)="; Z1(8)
10340 PRINT #1, "6.1."; "B1="; B1; "A2="; A2; "Z(2)="; Z(2); "Z1(2)="; Z1(2)
10350 PRINT #1, "6.2."; "B1="; B1; "E2="; E2; "Z(6)="; Z(6); "Z1(6)="; Z1(6)
10360 PRINT #1, "6.3."; "B1="; B1; "B2="; B2; "Z(4)="; Z(4); "Z1(4)="; Z1(4)
10370 RETURN
10380 PRINT #1, "1.1."; "A2="; A2; "A3="; A3; "A1="; A1; "Z(1)="; Z(1); "Z1(1)="; Z1(1)
10390 PRINT #1, "1.2."; "A2="; A2; "A3="; A3; "E1="; E1; "Z(23)="; Z(23); "Z1(23)="; Z1(23)
10400 PRINT #1, "1.3."; "A2="; A2; "A3="; A3; "B1="; B1; "Z(2)="; Z(2); "Z1(2)="; Z1(2)
10410 PRINT #1, "2.1."; "A2="; A2; "E3="; E3; "A1="; A1; "Z(15)="; Z(15); "Z1(15)="; Z1(15)
10420 PRINT #1, "2.2."; "A2="; A2; "E3="; E3; "E1="; E1; "Z(11)="; Z(11); "Z1(11)="; Z1(11)
10430 PRINT #1, "2.3."; "A2="; A2; "E3="; E3; "B1="; B1; "Z(16)="; Z(16); "Z1(16)="; Z1(16)
10440 PRINT #1, "3.1."; "A2="; A2; "B3="; B3; "A1="; A1; "Z(5)="; Z(5); "Z1(5)="; Z1(5)
10450 PRINT #1, "3.2."; "A2="; A2; "B3="; B3; "E1="; E1; "Z(25)="; Z(25); "Z1(25)="; Z1(25)
10460 PRINT #1, "3.3."; "A2="; A2; "B3="; B3; "B1="; B1; "Z(6)="; Z(6); "Z1(6)="; Z1(6)
10470 PRINT #1, "4.1."; "E2="; E2; "A3="; A3; "A1="; A1; "Z(19)="; Z(19); "Z1(19)="; Z1(19)
10480 PRINT #1, "4.2."; "E2="; E2; "A3="; A3; "E1="; E1; "Z(13)="; Z(13); "Z1(13)="; Z1(13)
10490 PRINT #1, "4.3."; "E2="; E2; "A3="; A3; "B1="; B1; "Z(20)="; Z(20); "Z1(20)="; Z1(20)
10500 PRINT #1, "5.1."; "E2="; E2; "E3="; E3; "A1="; A1; "Z(9)="; Z(9); "Z1(9)="; Z1(9)
10510 PRINT #1, "5.2."; "E2="; E2; "E3="; E3; "E1="; E1; "Z(27)="; Z(27); "Z1(27)="; Z1(27)
10520 PRINT #1, "5.3."; "E2="; E2; "E3="; E3; "B1="; B1; "Z(10)="; Z(10); "Z1(10)="; Z1(10)
10530 PRINT #1, "6.1."; "E2="; E2; "B3="; B3; "A1="; A1; "Z(21)="; Z(21); "Z1(21)="; Z1(21)
10540 PRINT #1, "6.2."; "E2="; E2; "B3="; B3; "E1="; E1; "Z(14)="; Z(14); "Z1(14)="; Z1(14)
10550 PRINT #1, "6.3."; "E2="; E2; "B3="; B3; "B1="; B1; "Z(22)="; Z(22); "Z1(22)="; Z1(22)
10560 PRINT #1, "7.1."; "B2="; B2; "A3="; A3; "A1="; A1; "Z(3)="; Z(3); "Z1(3)="; Z1(3)
10570 PRINT #1, "7.2."; "B2="; B2; "A3="; A3; "E1="; E1; "Z(24)="; Z(24); "Z1(24)="; Z1(24)
10580 PRINT #1, "7.3."; "B2="; B2; "A3="; A3; "B1="; B1; "Z(4)="; Z(4); "Z1(4)="; Z1(4)
10590 PRINT #1, "8.1."; "B2="; B2; "E3="; E3; "A1="; A1; "Z(17)="; Z(17); "Z1(17)="; Z1(17)
10600 PRINT #1, "8.2."; "B2="; B2; "E3="; E3; "E1="; E1; "Z(12)="; Z(12); "Z1(12)="; Z1(12)
10610 PRINT #1, "8.3."; "B2="; B2; "E3="; E3; "B1="; B1; "Z(18)="; Z(18); "Z1(18)="; Z1(18)
10620 PRINT #1, "9.1."; "B2="; B2; "B3="; B3; "A1="; A1; "Z(7)="; Z(7); "Z1(7)="; Z1(7)
10630 PRINT #1, "9.2."; "B2="; B2; "B3="; B3; "E1="; E1; "Z(26)="; Z(26); "Z1(26)="; Z1(26)
10640 PRINT #1, "9.3."; "B2="; B2; "B3="; B3; "B1="; B1; "Z(8)="; Z(8); "Z1(8)="; Z1(8)
10650 PRINT #1, "10.1."; "A3="; A3; "A1="; A1; "A2="; A2; "Z(1)="; Z(1); "Z1(1)="; Z1(1)
10660 PRINT #1, "10.2."; "A3="; A3; "A1="; A1; "E2="; E2; "Z(19)="; Z(19); "Z1(19)="; Z1(19)
10670 PRINT #1, "10.3."; "A3="; A3; "A1="; A1; "B2="; B2; "Z(3)="; Z(3); "Z1(3)="; Z1(3)
10680 PRINT #1, "11.1."; "A3="; A3; "E1="; E1; "A2="; A2; "Z(23)="; Z(23); "Z1(23)="; Z1(23)
10690 PRINT #1, "11.2."; "A3="; A3; "E1="; E1; "E2="; E2; "Z(13)="; Z(13); "Z1(13)="; Z1(13)

```

```

10700 PRINT #1, "11.3."; "A3="; A3; "E1="; E1; "B2="; B2; "Z(24)="; Z(24); "Z1(24)="; Z1(24)
10710 PRINT #1, "12.1."; "A3="; A3; "B1="; B1; "A2="; A2; "Z(2)="; Z(2); "Z1(2)="; Z1(2)
10720 PRINT #1, "12.2."; "A3="; A3; "B1="; B1; "E2="; E2; "Z(20)="; Z(20); "Z1(20)="; Z1(20)
10730 PRINT #1, "12.3."; "A3="; A3; "B1="; B1; "B2="; B2; "Z(4)="; Z(4); "Z1(4)="; Z1(4)
10740 PRINT #1, "13.1."; "E3="; E3; "A1="; A1; "A2="; A2; "Z(15)="; Z(15); "Z 1(15)="; Z1(15)
10750 PRINT #1, "13.2."; "E3="; E3; "A1="; A1; "E2="; E2; "Z(9)="; Z(9); "Z 1(9)="; Z1(9)
10760 PRINT #1, "13.3."; "E3="; E3; "A1="; A1; "B2="; B2; "Z(17)="; Z(17); "Z 1(17)="; Z1(17)
10770 PRINT #1, "14.1."; "E3="; E3; "E1="; E1; "A2="; A2; "Z(11)="; Z(11); "Z 1(11)="; Z1(11)
10780 PRINT #1, "14.2."; "E3="; E3; "E1="; E1; "E2="; E2; "Z(27)="; Z(27); "Z 1(27)="; Z1(27)
10790 PRINT #1, "14.3."; "E3="; E3; "E1="; E1; "B2="; B2; "Z(12)="; Z(12); "Z 1(12)="; Z1(12)
10800 PRINT #1, "15.1."; "E3="; E3; "B1="; B1; "A2="; A2; "Z(16)="; Z(16); "Z 1(16)="; Z1(16)
10810 PRINT #1, "15.2."; "E3="; E3; "B1="; B1; "E2="; E2; "Z(10)="; Z(10); "Z 1(10)="; Z1(10)
10820 PRINT #1, "15.3."; "E3="; E3; "B1="; B1; "B2="; B2; "Z(18)="; Z(18); "Z 1(18)="; Z1(18)
10830 PRINT #1, "16.1."; "B3="; B3; "A1="; A1; "A2="; A2; "Z(5)="; Z(5); "Z 1(5)="; Z1(5)
10840 PRINT #1, "16.2."; "B3="; B3; "A1="; A1; "E2="; E2; "Z(21)="; Z(21); "Z 1(21)="; Z1(21)
10850 PRINT #1, "16.3."; "B3="; B3; "A1="; A1; "B2="; B2; "Z(7)="; Z(7); "Z 1(7)="; Z1(7)
10860 PRINT #1, "17.1."; "B3="; B3; "E1="; E1; "A2="; A2; "Z(25)="; Z(25); "Z 1(25)="; Z1(25)
10870 PRINT #1, "17.2."; "B3="; B3; "E1="; E1; "E2="; E2; "Z(14)="; Z(14); "Z 1(14)="; Z1(14)
10880 PRINT #1, "17.3."; "B3="; B3; "E1="; E1; "B2="; B2; "Z(26)="; Z(26); "Z 1(26)="; Z1(26)
10890 PRINT #1, "18.1."; "B3="; B3; "B1="; B1; "A2="; A2; "Z(6)="; Z(6); "Z 1(6)="; Z1(6)
10900 PRINT #1, "18.2."; "B3="; B3; "B1="; B1; "E2="; E2; "Z(22)="; Z(22); "Z 1(22)="; Z1(22)
10910 PRINT #1, "18.3."; "B3="; B3; "B1="; B1; "B2="; B2; "Z(8)="; Z(8); "Z 1(8)="; Z1(8)
10920 PRINT #1, "19.1."; "A1="; A1; "A2="; A2; "A3="; A3; "Z(1)="; Z(1); "Z 1(1)="; Z1(1)
10930 PRINT #1, "19.2."; "A1="; A1; "A2="; A2; "E3="; E3; "Z(15)="; Z(15); "Z 1(15)="; Z1(15)
10940 PRINT #1, "19.3."; "A1="; A1; "A2="; A2; "B3="; B3; "Z(5)="; Z(5); "Z 1(5)="; Z1(5)
10950 PRINT #1, "20.1."; "A1="; A1; "E2="; E2; "A3="; A3; "Z(19)="; Z(19); "Z 1(19)="; Z1(19)
10960 PRINT #1, "20.2."; "A1="; A1; "E2="; E2; "E3="; E3; "Z(9)="; Z(9); "Z 1(9)="; Z1(9)
10970 PRINT #1, "20.3."; "A1="; A1; "E2="; E2; "B3="; B3; "Z(21)="; Z(21); "Z 1(21)="; Z1(21)
10980 PRINT #1, "21.1."; "A1="; A1; "B2="; B2; "A3="; A3; "Z(3)="; Z(3); "Z 1(3)="; Z1(3)
10990 PRINT #1, "21.2."; "A1="; A1; "B2="; B2; "E3="; E3; "Z(17)="; Z(17); "Z 1(17)="; Z1(17)
11000 PRINT #1, "21.3."; "A1="; A1; "B2="; B2; "B3="; B3; "Z(7)="; Z(7); "Z 1(7)="; Z1(7)
11010 PRINT #1, "22.1."; "E1="; E1; "A2="; A2; "A3="; A3; "Z(23)="; Z(23); "Z 1(23)="; Z1(23)
11020 PRINT #1, "22.2."; "E1="; E1; "A2="; A2; "E3="; E3; "Z(11)="; Z(11); "Z 1(11)="; Z1(11)
11030 PRINT #1, "22.3."; "E1="; E1; "A2="; A2; "B3="; B3; "Z(25)="; Z(25); "Z 1(25)="; Z1(25)
11040 PRINT #1, "23.1."; "E1="; E1; "E2="; E2; "A3="; A3; "Z(13)="; Z(13); "Z 1(13)="; Z1(13)
11050 PRINT #1, "23.2."; "E1="; E1; "E2="; E2; "E3="; E3; "Z(27)="; Z(27); "Z 1(27)="; Z1(27)
11060 PRINT #1, "23.3."; "E1="; E1; "E2="; E2; "B3="; B3; "Z(14)="; Z(14); "Z 1(14)="; Z1(14)
11070 PRINT #1, "24.1."; "E1="; E1; "B2="; B2; "A3="; A3; "Z(24)="; Z(24); "Z 1(24)="; Z1(24)
11080 PRINT #1, "24.2."; "E1="; E1; "B2="; B2; "E3="; E3; "Z(12)="; Z(12); "Z 1(12)="; Z1(12)
11090 PRINT #1, "24.3."; "E1="; E1; "B2="; B2; "B3="; B3; "Z(26)="; Z(26); "Z 1(26)="; Z1(26)
11100 PRINT #1, "25.1."; "B1="; B1; "A2="; A2; "A3="; A3; "Z(2)="; Z(2); "Z 1(2)="; Z1(2)
11110 PRINT #1, "25.2."; "B1="; B1; "A2="; A2; "E3="; E3; "Z(16)="; Z(16); "Z 1(16)="; Z1(16)
11120 PRINT #1, "25.3."; "B1="; B1; "A2="; A2; "B3="; B3; "Z(6)="; Z(6); "Z 1(6)="; Z1(6)
11130 PRINT #1, "26.1."; "B1="; B1; "E2="; E2; "A3="; A3; "Z(20)="; Z(20); "Z 1(20)="; Z1(20)
11140 PRINT #1, "26.2."; "B1="; B1; "E2="; E2; "E3="; E3; "Z(10)="; Z(10); "Z 1(10)="; Z1(10)
11150 PRINT #1, "26.3."; "B1="; B1; "E2="; E2; "B3="; B3; "Z(22)="; Z(22); "Z 1(22)="; Z1(22)
11160 PRINT #1, "27.1."; "B1="; B1; "B2="; B2; "A3="; A3; "Z(4)="; Z(4); "Z 1(4)="; Z1(4)
11170 PRINT #1, "27.2."; "B1="; B1; "B2="; B2; "E3="; E3; "Z(18)="; Z(18); "Z 1(18)="; Z1(18)
11180 PRINT #1, "27.3."; "B1="; B1; "B2="; B2; "B3="; B3; "Z(8)="; Z(8); "Z 1(8)="; Z1(8)
11190 RETURN

```

ПРОГРАММЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ЯЗЫКЕ ТУРБО ПАСКАЛЬ

Программа NW3(три модуля tpg3, 1-я часть,
X=3, _X=9_, _X=27_, «система» после «адекватно», 1.1-18.3)...

```
program tpg3_1;
{Математическое моделирование}
uses tpg3_3, tpg3_2;
label 1,2,3,4,5;
procedure VV_DAN;
begin
  case X of
  3: begin
    VVOD31;
    GB3660(A1,E1,B1,J1,O1,V1,U1,Q1);
    writeln('Коэффициенты ортогонализации');
    writeln(F0,'Коэффициенты ортогонализации');
    writeln('V1=',V1,' U1=',U1,' Q1=',Q1);
    writeln(F0,'V1=',V1,' U1=',U1,' Q1=',Q1);
    end;
  9: begin
    VVOD31;
    GB3660(A1,E1,B1,J1,O1,V1,U1,Q1);
    writeln('Коэффициенты ортогонализации');
    writeln(F0,'Коэффициенты ортогонализации');
    writeln('V1=',V1,' U1=',U1,' Q1=',Q1);
    writeln(F0,'V1=',V1,' U1=',U1,' Q1=',Q1);
    VVOD32;
    GB3660(A2,E2,B2,J2,O2,V2,U2,Q2);
    writeln('Коэффициенты ортогонализации');
    writeln(F0,'Коэффициенты ортогонализации');
    writeln('V2=',V2,' U2=',U2,' Q2=',Q2);
    writeln(F0,'V2=',V2,' U2=',U2,' Q2=',Q2);
    end;
  27:begin
    VVOD31;
    GB3660(A1,E1,B1,J1,O1,V1,U1,Q1);
    writeln('Коэффициенты ортогонализации');
    writeln(F0,'Коэффициенты ортогонализации');
    writeln('V1=',V1,' U1=',U1,' Q1=',Q1);
    writeln(F0,'V1=',V1,' U1=',U1,' Q1=',Q1);
    VVOD32;
    GB3660(A2,E2,B2,J2,O2,V2,U2,Q2);
    writeln('Коэффициенты ортогонализации');
    writeln(F0,'Коэффициенты ортогонализации');
    writeln('V2=',V2,' U2=',U2,' Q2=',Q2);
    writeln(F0,'V2=',V2,' U2=',U2,' Q2=',Q2);
    VVOD33;
    GB3660(A3,E3,B3,J3,O3,V3,U3,Q3);
    writeln('Коэффициенты ортогонализации');
    writeln(F0,'Коэффициенты ортогонализации');
    writeln('V3=',V3,' U3=',U3,' Q3=',Q3);
    writeln(F0,'V3=',V3,' U3=',U3,' Q3=',Q3);
    end;
  end;{case}
end;{VV_DAN}
```



```

procedure OUT_Z_B;
begin
writeln('Расчетные показатели Z(J) до анализа B(J)');
writeln(F0,'Расчетные показатели Z(J) до анализа B(J)');
writeln(F0,'
      |-----|
      |                Значение                |
      |-----|');
writeln(F0,' J |-----|');
writeln(F0,' | Y(J) | Z(J) | Y(J)-Z(J) |');
for J:=1 to X do
begin
writeln(F0,'
      |-----|
      |                |                |                |
      |-----|');
write(F0,' J:2, ',Y[J]:10,' ',Z[J]:10,' ');
writeln(F0,(Y[J]-Z[J]):10,' ');
write(' ',J:2,' ',Y[J]:10,' ',Z[J]:10,' ');
writeln((Y[J]-Z[J]):10,' ');
end;
writeln(F0,'
      |-----|
      |                |                |                |
      |-----|');
end;
}
=====
                        Основная программа
=====
}

begin
1: for J:=1 to 25 do writeln;
  writeln(' Программа на языке Турбо-Паскаль состоит из трех');
  writeln(' файлов tpg3_1,tpg3_2,tpg3_3(nw3_1,nw3_2,nw3_3). Математическое');
  writeln(' моделирование на основе планирования экспериментов. ');
  writeln(' Переложение с языка Бейсик программы GGN3. ');
  writeln(' Разработка Черного А.А. ');
  writeln(' Autor Chernyy Anatoly Alekseevch');
  writeln('Введите имя файла для вывода resultant (без расширения)');
  readln(NAME);
  Assign(F0, (NAME+'.dat'));
  Rewrite(F0);
  writeln(F0,'Выполнение программы математического моделирования');
  writeln(F0,' tpg3_1 (nw3_1). (Программа на языке Турбо-Паскаль. ');
  writeln(F0,' Autor Chernyy Anatoly Alekseevch');
  writeln(' _X=3_,X=9_,X=27_ ');
  J:=0;X:=0;F3:=0;F4:=0;H3:=0;H4:=0;
  L3:=0;L4:=0;K3:=0;K4:=0;K5:=0;
  K7:=0;K8:=0;K0:=0;X0:=0;Y0:=0;J5:=0;
  J6:=0;J9:=0;S:=0;
  writeln('Если X=0, то выход из программы');
  write('X=');readln(X);
  writeln(F0,'X=',X);
  for J:=1 to X do
  begin
    F[J]:=0; H[J]:=0; L[J]:=0; Z[J]:=0; KK5[J]:=0;
    KK6[J]:=0; KK7[J]:=0; J7[J]:=0; J8[J]:=0;
    JJ9[J]:=0;
  end;
  VV_DAN;
  if X=0 then goto 2;
  PR_MOD;
3:writeln('-----<Меню 1>-----');
  writeln('Если I0=6, то переход в начало');
  writeln('Если I0=7, то продолжение и');
  writeln('ввод величин показателей Y(J)');
  write('I0='); readln(I0);
  if I0=6 then goto 1;
  writeln('Ввод величин показателей Y(J)');

```

```

writeln(F0,'Показатели Y(J)');
for J:=1 to X do
  begin
    write('Y(',J,')=');
    readln(Y[J]);
    writeln(F0,'Y(',J,')=',Y[J]);
  end;
case X of
  3: GB4150;
  9: begin
      GB4150; GB4170;
    end;
  27:begin
      GB4150; GB4170; GB4190;
    end;
end; {case}
GB1410;
case X of
  9: begin GB1480; end;
  27:begin GB1480; GB2040; end;
end;
writeln('B(J) до анализа');
writeln(F0,'B(J) до анализа');
for J:=1 to X do
  begin
    writeln('B(',J,')=',B[J]);
    writeln(F0,'B(',J,')=',B[J]);
  end;
case X of
  3: GB4390;
  9: GB4450;
  27:GB4770;
  else goto 2;
end;
OUT_Z_B;
4:writeln('-----<Меню 2>-----');
writeln('Если I0=3, то ввод результатов опытов');
writeln('на среднем уровне факторов');
writeln('Если I0=4, то ввод дисперсии опытов');
writeln('Если I0=5, то проверка точности и расчеты по модели');
writeln('Если I0=6, то переход в начало программы');
writeln('Если I0=20, то переход в конец программы');
writeln('Если I0=25, то вывод математической модели');
writeln('Если I0=27, то вычисление показателей Z(K5)');
writeln('с использованием циклов');
writeln('Если I0=30, то переход к меню 1');
write('Ввод I0=');
readln(I0);
if I0=6 then goto 1;
if I0=20 then goto 2;
if I0=30 then goto 3;
if I0=25 then begin GB4880; goto 2; end;
if I0=27 then begin GB7000; goto 2; end;
if (I0=3)or(I0=4) then
  begin
    writeln('Ввод N0-количество опытов на среднем уровне факторов');
    readln(N0);
    writeln(F0,'Количество опытов на среднем уровне факторов N0=',N0);
    writeln('Ввод F8=N0-1');
    readln(F8);
  end;

```

```

writeln(F0,'F8=N0-1=',F8);
end;
if IO=3 then
begin
writeln('Ввод G(J)-результаты опытов');
writeln('на среднем уровне факторов');
writeln(F0,'G(J)-результаты опытов');
writeln(F0,'на среднем уровне факторов');
for J:=1 to N0 do
begin
write('G(',J,')=');
readln(G[J]);
writeln(F0,'G(',J,')=',G[J]);
end;
SS:=0;
for J:=1 to N0 do SS:=SS+G[J];
S0:=SS/N0;
writeln('S0=',S0); SS:=0;
for J:=1 to N0 do SS:=SS+(G[J]-S0)*(G[J]-S0);
U9:=SS/F8;
writeln('Дисперсия опытов U9=',U9);
writeln(F0,'Дисперсия опытов U9=',U9);
end;
if IO=4 then
begin
writeln('Ввод U9-дисперсия опытов');
readln(U9);
writeln(F0,'Дисперсия опытов U9=',U9);
end;
if not(IO=5) then
begin
writeln('Расчетные величины T(J)');
writeln(F0,'Расчетные величины T(J)');
for J:=1 to X do
begin
T[J]:=abs(B[J]/sqrt(U9/O[J]));
writeln('T(',J,')=',T[J]);
writeln(F0,'T(',J,')=',T[J]);
end;
writeln('


|                          |       |       |       |       |       |  |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| Для уровня значимости 5% |       |       |       |       |       |  |
| F8                       | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |  |
| T0                       | 4,303 | 3,182 | 2,776 | 2,571 | 2,447 |  |


');
writeln('F8=N0-1=',N0,'-1=',F8:1);
writeln('Ввод T0-табличного T-критерия');
readln(T0);
writeln(F0,'Табличный T-критерий T0=',T0:5:3);
writeln('B(J) после анализа');
writeln(F0,'B(J) после анализа');
for J:=1 to X do
begin
if T[J]<T0 then B[J]:=0;
writeln('B(',J,')=',B[J]);
writeln(F0,'B(',J,')=',B[J]);
end;
K9:=0;
for J:=1 to X do

```

```

begin
  if B[J]=0 then K9:=K9+1;
  end;
writeln('Количество статистически значимых');
writeln('коэффициентов регрессии');
writeln('K9=',K9);
writeln('F9=X-1');
F9:=X-1;
writeln('F9=',F9);
writeln(F0,'Количество статистически значимых');
writeln(F0,'коэффициентов регрессии');
writeln(F0,'K9=',K9);
writeln(F0,'F9=X-1');
F9:=X-1;
writeln(F0,'F9=',F9);
tablF9;
writeln('F8=',F8:2,' F9=',F9:2);
writeln('Ввод F7-табличного F-критерия');
readln(F7);
writeln(F0,'Табличный F-критерий F7=',F7);
case X of
  3: GB4390;
  9: GB4450;
  27:GB4770;
  else goto 2;
end;
writeln('Расчетные величины показателя');
writeln('Z(J) после анализа B(J)');
writeln(F0,'Расчетные величины показателя');
writeln(F0,'Z(J) после анализа B(J)');
for J:=1 to X do
  begin
    writeln('Z(',J,')=',Z[J]);
    writeln(F0,'Z(',J,')=',Z[J]);
  end;
SS:=0;
for J:=1 to X do
  SS:=SS+(Z[J]-Y[J])*(Z[J]-Y[J]);
  F6:=SS/(F9*U9);
  writeln('Расчетная величина F-критерия F6=',F6);
  writeln(F0,'Расчетная величина F-критерия F6=',F6);
  if F6<=F7 then
    begin
      writeln('Адекватно, так как F6<=F7');
      writeln(F0,'Адекватно, так как F6<=F7');
    end;
  if F6>F7 then
    begin
      writeln('Неадекватно, так как F6>F7');
      writeln(F0,'Неадекватно, так как F6>F7');
    end;
  if X=3 then
    begin
      writeln(F0,'X=3. System, 1.1 - 1.3, finish 1.3. ');
      writeln(F0,'1.1.','A1=',A1,'Z(1)=',Z[1]);
      writeln(F0,'1.2.','E1=',E1,'Z(3)=',Z[3]);
      writeln(F0,'1.3.','B1=',B1,'Z(2)=',Z[2]);
    end;
  if X=9 then
    begin

```

```

writeln(F0,'X=9. System, 1.1 - 6.3, finish 6.3. ');
writeln(F0,'1.1.', 'A2=', A2, 'A1=', A1, 'Z(1)=' ,Z[1]);
writeln(F0,'1.2.', 'A2=', A2, 'E1=', E1, 'Z(7)=' ,Z[7]);
writeln(F0,'1.3.', 'A2=', A2, 'B1=', B1, 'Z(2)=' ,Z[2]);
writeln(F0,'2.1.', 'E2=', E2, 'A1=', A1, 'Z(5)=' ,Z[5]);
writeln(F0,'2.2.', 'E2=', E2, 'E1=', E1, 'Z(9)=' ,Z[9]);
writeln(F0,'2.3.', 'E2=', E2, 'B1=', B1, 'Z(6)=' ,Z[6]);
writeln(F0,'3.1.', 'B2=', B2, 'A1=', A1, 'Z(3)=' ,Z[3]);
writeln(F0,'3.2.', 'B2=', B2, 'E1=', E1, 'Z(8)=' ,Z[8]);
writeln(F0,'3.3.', 'B2=', B2, 'B1=', B1, 'Z(4)=' ,Z[4]);
writeln(F0,'4.1.', 'A1=', A1, 'A2=', A2, 'Z(1)=' ,Z[1]);
writeln(F0,'4.2.', 'A1=', A1, 'E2=', E2, 'Z(5)=' ,Z[5]);
writeln(F0,'4.3.', 'A1=', A1, 'B2=', B2, 'Z(3)=' ,Z[3]);
writeln(F0,'5.1.', 'E1=', E1, 'A2=', A2, 'Z(7)=' ,Z[7]);
writeln(F0,'5.2.', 'E1=', E1, 'E2=', E2, 'Z(9)=' ,Z[9]);
writeln(F0,'5.3.', 'E1=', E1, 'B2=', B2, 'Z(8)=' ,Z[8]);
writeln(F0,'6.1.', 'B1=', B1, 'A2=', A2, 'Z(2)=' ,Z[2]);
writeln(F0,'6.2.', 'B1=', B1, 'E2=', E2, 'Z(6)=' ,Z[6]);
writeln(F0,'6.3.', 'B1=', B1, 'B2=', B2, 'Z(4)=' ,Z[4]);
end;
if X=27 then
begin
writeln(F0,'X=27. System, 1.1 - 18.3, finish 27.3. ');
writeln(F0,'1.1.', 'A2=', A2, 'A3=', A3, 'A1=', A1, 'Z(1)=' ,Z[1]);
writeln(F0,'1.2.', 'A2=', A2, 'A3=', A3, 'E1=', E1, 'Z(23)=' ,Z[23]);
writeln(F0,'1.3.', 'A2=', A2, 'A3=', A3, 'B1=', B1, 'Z(2)=' ,Z[2]);
writeln(F0,'2.1.', 'A2=', A2, 'E3=', E3, 'A1=', A1, 'Z(15)=' ,Z[15]);
writeln(F0,'2.2.', 'A2=', A2, 'E3=', E3, 'E1=', E1, 'Z(11)=' ,Z[11]);
writeln(F0,'2.3.', 'A2=', A2, 'E3=', E3, 'B1=', B1, 'Z(16)=' ,Z[16]);
writeln(F0,'3.1.', 'A2=', A2, 'B3=', B3, 'A1=', A1, 'Z(5)=' ,Z[5]);
writeln(F0,'3.2.', 'A2=', A2, 'B3=', B3, 'E1=', E1, 'Z(25)=' ,Z[25]);
writeln(F0,'3.3.', 'A2=', A2, 'B3=', B3, 'B1=', B1, 'Z(6)=' ,Z[6]);
writeln(F0,'4.1.', 'E2=', E2, 'A3=', A3, 'A1=', A1, 'Z(19)=' ,Z[19]);
writeln(F0,'4.2.', 'E2=', E2, 'A3=', A3, 'E1=', E1, 'Z(13)=' ,Z[13]);
writeln(F0,'4.3.', 'E2=', E2, 'A3=', A3, 'B1=', B1, 'Z(20)=' ,Z[20]);
writeln(F0,'5.1.', 'E2=', E2, 'E3=', E3, 'A1=', A1, 'Z(9)=' ,Z[9]);
writeln(F0,'5.2.', 'E2=', E2, 'E3=', E3, 'E1=', E1, 'Z(27)=' ,Z[27]);
writeln(F0,'5.3.', 'E2=', E2, 'E3=', E3, 'B1=', B1, 'Z(10)=' ,Z[10]);
writeln(F0,'6.1.', 'E2=', E2, 'B3=', B3, 'A1=', A1, 'Z(21)=' ,Z[21]);
writeln(F0,'6.2.', 'E2=', E2, 'B3=', B3, 'E1=', E1, 'Z(14)=' ,Z[14]);
writeln(F0,'6.3.', 'E2=', E2, 'B3=', B3, 'B1=', B1, 'Z(22)=' ,Z[22]);
writeln(F0,'7.1.', 'B2=', B2, 'A3=', A3, 'A1=', A1, 'Z(3)=' ,Z[3]);
writeln(F0,'7.2.', 'B2=', B2, 'A3=', A3, 'E1=', E1, 'Z(24)=' ,Z[24]);
writeln(F0,'7.3.', 'B2=', B2, 'A3=', A3, 'B1=', B1, 'Z(4)=' ,Z[4]);
writeln(F0,'8.1.', 'B2=', B2, 'E3=', E3, 'A1=', A1, 'Z(17)=' ,Z[17]);
writeln(F0,'8.2.', 'B2=', B2, 'E3=', E3, 'E1=', E1, 'Z(12)=' ,Z[12]);
writeln(F0,'8.3.', 'B2=', B2, 'E3=', E3, 'B1=', B1, 'Z(18)=' ,Z[18]);
writeln(F0,'9.1.', 'B2=', B2, 'B3=', B3, 'A1=', A1, 'Z(7)=' ,Z[7]);
writeln(F0,'9.2.', 'B2=', B2, 'B3=', B3, 'E1=', E1, 'Z(26)=' ,Z[26]);
writeln(F0,'9.3.', 'B2=', B2, 'B3=', B3, 'B1=', B1, 'Z(8)=' ,Z[8]);
writeln(F0,'10.1.', 'A3=', A3, 'A1=', A1, 'A2=', A2, 'Z(1)=' ,Z[1]);
writeln(F0,'10.2.', 'A3=', A3, 'A1=', A1, 'E2=', E2, 'Z(19)=' ,Z[19]);
writeln(F0,'10.3.', 'A3=', A3, 'A1=', A1, 'B2=', B2, 'Z(3)=' ,Z[3]);
writeln(F0,'11.1.', 'A3=', A3, 'E1=', E1, 'A2=', A2, 'Z(23)=' ,Z[23]);
writeln(F0,'11.2.', 'A3=', A3, 'E1=', E1, 'E2=', E2, 'Z(13)=' ,Z[13]);
writeln(F0,'11.3.', 'A3=', A3, 'E1=', E1, 'B2=', B2, 'Z(24)=' ,Z[24]);
writeln(F0,'12.1.', 'A3=', A3, 'B1=', B1, 'A2=', A2, 'Z(2)=' ,Z[2]);
writeln(F0,'12.2.', 'A3=', A3, 'B1=', B1, 'E2=', E2, 'Z(20)=' ,Z[20]);
writeln(F0,'12.3.', 'A3=', A3, 'B1=', B1, 'B2=', B2, 'Z(4)=' ,Z[4]);
writeln(F0,'13.1.', 'E3=', E3, 'A1=', A1, 'A2=', A2, 'Z(15)=' ,Z[15]);

```

```

writeln(F0,'13.2.','E3=',E3,'A1=',A1,'E2=',E2,'Z(9)='Z[9]);
writeln(F0,'13.3.','E3=',E3,'A1=',A1,'B2=',B2,'Z(17)='Z[17]);
writeln(F0,'14.1.','E3=',E3,'E1=',E1,'A2=',A2,'Z(11)='Z[11]);
writeln(F0,'14.2.','E3=',E3,'E1=',E1,'E2=',E2,'Z(27)='Z[27]);
writeln(F0,'14.3.','E3=',E3,'E1=',E1,'B2=',B2,'Z(12)='Z[12]);
writeln(F0,'15.1.','E3=',E3,'B1=',B1,'A2=',A2,'Z(16)='Z[16]);
writeln(F0,'15.2.','E3=',E3,'B1=',B1,'E2=',E2,'Z(10)='Z[10]);
writeln(F0,'15.3.','E3=',E3,'B1=',B1,'B2=',B2,'Z(18)='Z[18]);
writeln(F0,'16.1.','B3=',B3,'A1=',A1,'A2=',A2,'Z(5)='Z[5]);
writeln(F0,'16.2.','B3=',B3,'A1=',A1,'E2=',E2,'Z(21)='Z[21]);
writeln(F0,'16.3.','B3=',B3,'A1=',A1,'B2=',B2,'Z(7)='Z[7]);
writeln(F0,'17.1.','B3=',B3,'E1=',E1,'A2=',A2,'Z(25)='Z[25]);
writeln(F0,'17.2.','B3=',B3,'E1=',E1,'E2=',E2,'Z(14)='Z[14]);
writeln(F0,'17.3.','B3=',B3,'E1=',E1,'B2=',B2,'Z(26)='Z[26]);
writeln(F0,'18.1.','B3=',B3,'B1=',B1,'A2=',A2,'Z(6)='Z[6]);
writeln(F0,'18.2.','B3=',B3,'B1=',B1,'E2=',E2,'Z(22)='Z[22]);
writeln(F0,'18.3.','B3=',B3,'B1=',B1,'B2=',B2,'Z(8)='Z[8]);
end;
case X of
3: OUT_F_H_L(73);
9: OUT_F_H_L(74);
27:OUT_F_H_L(75);
end;
end;
5:writeln('-----<Меню 3-----');
writeln('Если I0=7, то проверка точности');
writeln('и расчеты по модели');
writeln('Если I0=8, то переход в начало');
writeln('Если I0=17, то математическая модель');
writeln('Если I0=22, то вычисления');
writeln('показателей Z(K5) с использованием');
writeln('циклов');
writeln('Если I0=9, то выход из программы');
writeln('Если I0=25, то переход к меню 1');
writeln('Если I0=27, то переход к меню 2');
write('Ввод I0=');
readln(I0);
if I0=8 then goto 1;
if I0=9 then goto 2;
if I0=25 then goto 3;
if I0=27 then goto 4;
if I0=17 then begin GB4880; goto 2; end;
if I0=22 then begin GB7000; goto 2; end;
writeln('Проверка точности и расчеты по модели');
writeln(F(S), H(S), L(S) - 1,2,3 факторы);
writeln('где S=X=',X,'-количество опытов по плану');
writeln('расчеты по модели');
writeln(F0,'Проверка точности и расчеты по модели');
writeln(F0,F(S), H(S), L(S) - 1,2,3 факторы);
writeln(F0,'где S=X=',X,'-количество опытов по плану');
writeln(F0,'расчеты по модели');
if (X=3)or(X=4)or(X=5)then
begin
for S:=1 to X do
begin
F[S]:=0; Z[S]:=0;
writeln('Ввод F(',S,')');
readln(F[S]);
case X of
3: begin

```

```

        GB4150; GB4390;
    end;
    else goto 2;
end; {case}
writeln('Z(',S,')=',Z[S]);
end; {for}
OUT_F_H_L(73);
end; {if}
if (X=9) then
begin
    for S:=1 to X do
    begin
        F[S]:=0; Z[S]:=0; H[S]:=0;
        writeln('Ввод F(',S,'),' H(',S,')');
        readln(F[S],H[S]);
        case X of
            9: begin
                GB4150; GB4170; GB4450;
                end;
            else goto 2;
        end; {case}
        writeln('Z(',S,')=',Z[S]);
    end; {for}
    OUT_F_H_L(74);
end; {if}
if X=27 then
begin
    for S:=1 to X do
    begin
        writeln('Ввод F(',S,'),' H(',S,'),' L(',S,')');
        readln(F[S],H[S],L[S]);
        GB4150; GB4170; GB4190; GB4770;
        writeln('Z(',S,')=',Z[S]);
    end; {for}
    OUT_F_H_L(75);
end; {if}
2:writeln('-----<Меню 4-----');
writeln('Если I0=10, то проверка точности');
writeln('и расчеты по модели');
writeln('Если I0=14, то вычисления ');
writeln('показателей Z(K5) с использованием');
writeln('циклов');
writeln('Если I0=35, то переход к меню 1');
writeln('Если I0=18, то переход к меню 2');
writeln('Если I0=19, то переход к меню 3');
writeln('Если I0=50, то переход в начало программы');
writeln('Если I0=44, то выход из программы');
write('Ввод I0=');
readln(I0);
if I0=11 then goto 1;
if I0=18 then goto 4;
if (I0=19)or(I0=10) then goto 5;
if I0=35 then goto 3;
if I0=14 then
begin
    GB7000;
    goto 2;
end;
writeln('Конец работы');
close(F0);

```

end. {Конец программы}

unit TPG3_2;

Interface

type artp=array[1..50] of real;

var

J6,K5,S,J,I0,X,N0,K9,K4,F8,F9:integer;

G1,T1,A1,C1,E1,D1,B1,J1,O1,A2,E2,B2,J2,O2,A3:real;

H1,K1,L1,F1,M1,I1,P1,E3,B3,J3,O3,V1,U1,Q1,V2,U2,Q2:real;

P2,F2,I2,H2,M2,N3,N4,N5,N6,N7,R3,R4,R0,R5,R6:real;

S0,J5,S1,V3,U3,Q3,U9,F7,SO,F6:real;

J9,L3,SS,L4,H4,H3,F3,F4,C2,D2,T2:real;

T0,G2,K2,L2,K7,K8,X0,Y0,K0,K3:real;

J7,J8,J9,KK5,KK6,KK7,KK8,F,H,V,L,Y,I,K,M,P,Q,U,O,B,Z,G,T:artp;

NAME:string[8];

F0: Text;

procedure GB3660(A,B,E,N,R:real; var V0,U0,Q0:real);

var V0,U0,Q0,I0,M0,F0,G0,H0,K0,L0:real); function ste(Q,A:real):real;

procedure GB1410; procedure GB1480;

procedure GB2040; procedure GB4150;

procedure GB4170; procedure GB4190;

procedure GB4450;

procedure GB4390; procedure GB4770;

Implementation

function ste(Q,A:real):real;

{Функция возведения в степень}

begin

if A<0 then

begin

A:=abs(A);

if Q=0 then Q:=1E-5;

ste:=1/exp(A*ln(Q));

end

else

begin

if Q=0 then Q:=1E-5;

if A=0 then ste:=1

else ste:=exp(A*ln(Q));

end;

end; {ste}

procedure GB1410;

begin

SS:=0; O[1]:=0;

for J:=1 to X do

begin

SS:=SS+Y[J]; O[1]:=O[1]+1;

end;

B[1]:=SS/O[1];

SS:=0; O[2]:=0;

for J:=1 to X do

begin

SS:=SS+I[J]*Y[J]; O[2]:=O[2]+I[J]*I[J];

end;

B[2]:=SS/O[2];

SS:=0; O[3]:=0;

for J:=1 to X do

begin

SS:=SS+K[J]*Y[J]; O[3]:=O[3]+K[J]*K[J];

end;

B[3]:=SS/O[3];


```

end;{GB1410}
procedure GB1480;
begin
  SS:=0; O[4]:=0;
  for J:=1 to X do
    begin
      SS:=SS+P[J]*Y[J];
      O[4]:=O[4]+P[J]*P[J];
    end;
  B[4]:=SS/O[4]; SS:=0; O[5]:=0;
  for J:=1 to X do
    begin
      SS:=SS+I[J]*P[J]*Y[J];
      O[5]:=O[5]+(I[J]*P[J])*(I[J]*P[J]);
    end;
  B[5]:=SS/O[5]; SS:=0; O[6]:=0;
  for J:=1 to X do
    begin
      SS:=SS+Q[J]*Y[J];
      O[6]:=O[6]+Q[J]*Q[J];
    end;
  B[6]:=SS/O[6]; SS:=0; O[7]:=0;
  for J:=1 to X do
    begin
      SS:=SS+I[J]*Q[J]*Y[J];
      O[7]:=O[7]+(I[J]*Q[J])*(I[J]*Q[J]);
    end;
  B[7]:=SS/O[7]; SS:=0; O[8]:=0;
  for J:=1 to X do
    begin
      SS:=SS+P[J]*K[J]*Y[J];
      O[8]:=O[8]+(P[J]*K[J])*(P[J]*K[J]);
    end;
  B[8]:=SS/O[8]; SS:=0; O[9]:=0;
  for J:=1 to X do
    begin
      SS:=SS+K[J]*Q[J]*Y[J];
      O[9]:=O[9]+(K[J]*Q[J])*(K[J]*Q[J]);
    end;
  B[9]:=SS/O[9];
end;{GB1480}
procedure GB2040;
begin
  SS:=0; O[10]:=0;
  for J:=1 to X do
    begin
      SS:=SS+U[J]*Y[J];
      O[10]:=O[10]+U[J]*U[J];
    end;
  B[10]:=SS/O[10]; SS:=0; O[11]:=0;
  for J:=1 to X do
    begin
      SS:=SS+I[J]*U[J]*Y[J];
      O[11]:=O[11]+(I[J]*U[J])*(I[J]*U[J]);
    end;
  B[11]:=SS/O[11]; SS:=0; O[12]:=0;
  for J:=1 to X do
    begin
      SS:=SS+P[J]*U[J]*Y[J];
      O[12]:=O[12]+(P[J]*U[J])*(P[J]*U[J]);
    end;

```

```

end;
B[12]:=SS/O[12]; SS:=0; O[13]:=0;
for J:=1 to X do
begin
SS:=SS+I[J]*P[J]*U[J]*Y[J];
O[13]:=O[13]+(I[J]*P[J]*U[J])*(I[J]*P[J]*U[J]);
end;
B[13]:=SS/O[13]; SS:=0; O[14]:=0;
for J:=1 to X do
begin
SS:=SS+V[J]*Y[J];
O[14]:=O[14]+V[J]*V[J];
end;
B[14]:=SS/O[14]; SS:=0; O[15]:=0;
for J:=1 to X do
begin
SS:=SS+I[J]*V[J]*Y[J];
O[15]:=O[15]+(I[J]*V[J])*(I[J]*V[J]);
end;
B[15]:=SS/O[15]; SS:=0; O[16]:=0;
for J:=1 to X do
begin
SS:=SS+P[J]*V[J]*Y[J];
O[16]:=O[16]+(P[J]*V[J])*(P[J]*V[J]);
end;
B[16]:=SS/O[16]; SS:=0; O[17]:=0;
for J:=1 to X do
begin
SS:=SS+U[J]*K[J]*Y[J];
O[17]:=O[17]+(U[J]*K[J])*(U[J]*K[J]);
end;
B[17]:=SS/O[17]; SS:=0; O[18]:=0;
for J:=1 to X do
begin
SS:=SS+U[J]*Q[J]*Y[J];
O[18]:=O[18]+(U[J]*Q[J])*(U[J]*Q[J]);
end;
B[18]:=SS/O[18]; SS:=0; O[19]:=0;
for J:=1 to X do
begin
SS:=SS+I[J]*P[J]*V[J]*Y[J];
O[19]:=O[19]+(I[J]*P[J]*V[J])*(I[J]*P[J]*V[J]);
end;
B[19]:=SS/O[19]; SS:=0; O[20]:=0;
for J:=1 to X do
begin
SS:=SS+I[J]*U[J]*Q[J]*Y[J];
O[20]:=O[20]+(I[J]*U[J]*Q[J])*(I[J]*U[J]*Q[J]);
end;
B[20]:=SS/O[20]; SS:=0; O[21]:=0;
for J:=1 to X do
begin
SS:=SS+P[J]*U[J]*K[J]*Y[J];
O[21]:=O[21]+(P[J]*U[J]*K[J])*(P[J]*U[J]*K[J]);
end;
B[21]:=SS/O[21]; SS:=0; O[22]:=0;
for J:=1 to X do
begin
SS:=SS+K[J]*V[J]*Y[J];
O[22]:=O[22]+(K[J]*V[J])*(K[J]*V[J]);

```

```

end;
B[22]:=SS/O[22]; SS:=0; O[23]:=0;
for J:=1 to X do
begin
SS:=SS+Q[J]*V[J]*Y[J];
O[23]:=O[23]+(Q[J]*V[J])*(Q[J]*V[J]);
end;
B[23]:=SS/O[23]; SS:=0; O[24]:=0;
for J:=1 to X do
begin
SS:=SS+I[J]*Q[J]*V[J]*Y[J];
O[24]:=O[24]+(I[J]*Q[J]*V[J])*(I[J]*Q[J]*V[J]);
end;
B[24]:=SS/O[24]; SS:=0; O[25]:=0;
for J:=1 to X do
begin
SS:=SS+P[J]*K[J]*V[J]*Y[J];
O[25]:=O[25]+(P[J]*K[J]*V[J])*(P[J]*K[J]*V[J]);
end;
B[25]:=SS/O[25]; SS:=0; O[26]:=0;
for J:=1 to X do
begin
SS:=SS+U[J]*K[J]*Q[J]*Y[J];
O[26]:=O[26]+(U[J]*K[J]*Q[J])*(U[J]*K[J]*Q[J]);
end;
B[26]:=SS/O[26]; SS:=0; O[27]:=0;
for J:=1 to X do
begin
SS:=SS+K[J]*Q[J]*V[J]*Y[J];
O[27]:=O[27]+(K[J]*Q[J]*V[J])*(K[J]*Q[J]*V[J]);
end;
B[27]:=SS/O[27];
end;{GB2040}
procedure GB3660(A,B,E,N,R:real; var V0,U0,Q0:real);
var L2,N0,R0,N3,N4,N5:real;
begin
N0:=(ste(A,N)+ste(B,N)+ste(E,N))/3;
R0:=(ste(A,R)+ste(B,R)+ste(E,R))/3;
L2:=2*N;
N3:=(ste(A,L2)+ste(B,L2)+ste(E,L2))/3;
N4:=N+R;
N5:=(ste(A,N4)+ste(B,N4)+ste(E,N4))/3;
V0:=-N0;
U0:=(N0*R0-N5)/(N3-N0*N0);
Q0:=-R0+U0*N0;
end;{GB3660}
procedure GB4150;
begin
for J:=1 to X do
begin
I[J]:=ste(F[J],J1)+V1;
K[J]:=ste(F[J],O1)+U1*ste(F[J],J1)+Q1;
end;
end;{GB4150}
procedure GB4170;
begin
for J:=1 to X do
begin
P[J]:=ste(H[J],J2)+V2;
Q[J]:=ste(H[J],O2)+U2*ste(H[J],J2)+Q2;

```

```

    end;
end;{GB4170}
procedure GB4190;
begin
    for J:=1 to X do
        begin
            U[J]:=ste(L[J],J3)+V3;
            V[J]:=ste(L[J],O3)+U3*ste(L[J],J3)+Q3;
        end;
    end;{GB4190}
procedure GB4450;
begin
    for J:=1 to X do
        begin
            N3:=B[1]+B[2]*I[J]+B[3]*K[J]+B[4]*P[J];
            N4:=B[5]*I[J]*P[J]+B[6]*Q[J]+B[7]*I[J]*Q[J];
            N5:=B[8]*P[J]*K[J]+B[9]*K[J]*Q[J];
            Z[J]:=N3+N4+N5;
        end;
    end;{GB4450}
procedure GB4390;
begin
    for J:=1 to X do
        Z[J]:=B[1]+B[2]*I[J]+B[3]*K[J];
    end;{GB4390}
procedure GB4770;
begin
    for J:=1 to X do
        begin
            N3:=B[1]+B[2]*I[J]+B[3]*K[J]+B[4]*P[J];
            N4:=B[5]*I[J]*P[J]+B[6]*Q[J]+B[7]*I[J]*Q[J]+B[8]*P[J]*K[J];
            N5:=B[9]*K[J]*Q[J]+B[10]*U[J]+B[11]*I[J]*U[J]+B[12]*P[J]*U[J];
            N6:=B[13]*I[J]*P[J]*U[J]+B[14]*V[J]+B[15]*I[J]*V[J];
            N7:=B[16]*P[J]*V[J]+B[17]*U[J]*K[J]+B[18]*U[J]*Q[J];
            R0:=B[19]*I[J]*P[J]*V[J]+B[20]*I[J]*U[J]*Q[J];
            R4:=B[21]*P[J]*U[J]*K[J]+B[22]*K[J]*V[J]+B[23]*Q[J]*V[J];
            R5:=B[24]*I[J]*Q[J]*V[J]+B[25]*P[J]*K[J]*V[J];
            R6:=B[26]*U[J]*K[J]*Q[J]+B[27]*K[J]*Q[J]*V[J];
            Z[J]:=N3+N4+N5+N6+N7+R0+R4+R5+R6;
        end;
    end;{GB4770}
end.

unit TPG3_3;
Interface
uses tpg3_2;
var
    grMode: Integer;
procedure PR_MOD; procedure GB4880;
procedure GB7000; procedure VVOD31;
procedure VVOD32; procedure VVOD33;
procedure tablF9; procedure OUT_F_H_L(PR:integer);
Implementation
procedure VVOD31;
begin
    writeln('Ввод A1 E1 B1 J1 O1');
    readln(A1,E1,B1,J1,O1);
    writeln(F0,'A1=',A1,' E1=',E1,' B1=',B1);
    writeln(F0,'J1=',J1,' O1=',O1);
end;{VVOD31}

```

```

procedure VVOD32;
begin
  writeln('Ввод A2 E2 B2 J2 O2');
  readln(A2,E2,B2,J2,O2);
  writeln(F0,'A2=',A2,' E2=',E2,' B2=',B2);
  writeln(F0,'J2=',J2,' O2=',O2);
end;{VVOD32}
procedure VVOD33;
begin
  writeln('Ввод A3 E3 B3 J3 O3');
  readln(A3,E3,B3,J3,O3);
  writeln(F0,'A3=',A3,' E3=',E3,' B3=',B3);
  writeln(F0,'J3=',J3,' O3=',O3);
end;{VVOD33}
procedure PR_MOD;
begin
  case X of
  3: begin
    F[1]:=A1; F[2]:=B1; F[3]:=E1;
    end;
  9: begin
    F[1]:=A1; H[1]:=A2; F[2]:=B1; H[2]:=A2; F[3]:=A1;
    H[3]:=B2; F[4]:=B1; H[4]:=B2; F[5]:=A1; H[5]:=E2;
    F[6]:=B1; H[6]:=E2; F[7]:=E1; H[7]:=A2; F[8]:=E1;
    H[8]:=B2; F[9]:=E1; H[9]:=E2;
    end;
  27:begin
    F[1]:=A1; H[1]:=A2; L[1]:=A3; F[2]:=B1; H[2]:=A2;
    L[2]:=A3; F[3]:=A1; H[3]:=B2; L[3]:=A3; F[4]:=B1;
    H[4]:=B2; L[4]:=A3; F[5]:=A1; H[5]:=A2; L[5]:=B3;
    F[6]:=B1; H[6]:=A2; L[6]:=B3; F[7]:=A1; H[7]:=B2;
    L[7]:=B3; F[8]:=B1; H[8]:=B2; L[8]:=B3; F[9]:=A1;
    H[9]:=E2; L[9]:=E3; F[10]:=B1; H[10]:=E2; L[10]:=E3;
    F[11]:=E1; H[11]:=A2; L[11]:=E3; F[12]:=E1; H[12]:=B2;
    L[12]:=E3; F[13]:=E1; H[13]:=E2; L[13]:=A3; F[14]:=E1;
    H[14]:=E2; L[14]:=B3; F[15]:=A1; H[15]:=A2; L[15]:=E3;
    F[16]:=B1; H[16]:=A2; L[16]:=E3; F[17]:=A1; H[17]:=B2;
    L[17]:=E3; F[18]:=B1; H[18]:=B2; L[18]:=E3; F[19]:=A1;
    H[19]:=E2; L[19]:=A3; F[20]:=B1; H[20]:=E2; L[20]:=A3;
    F[21]:=A1; H[21]:=E2; L[21]:=B3; F[22]:=B1; H[22]:=E2;
    L[22]:=B3; F[23]:=E1; H[23]:=A2; L[23]:=A3; F[24]:=E1;
    H[24]:=B2; L[24]:=A3; F[25]:=E1; H[25]:=A2; L[25]:=B3;
    F[26]:=E1; H[26]:=B2; L[26]:=B3; F[27]:=E1; H[27]:=E2;
    L[27]:=E3;
    end;
  end;
end;
end;

procedure GB4880;
begin
  writeln(F0,'Математическая модель');

  if X=3 then
    begin
      writeln(F0,'Z(J)=' ,B[1]:10,'+',B[2]:10,'*I(J)+' ,B[3]:10,'*K(J),');
      end;
  if X=9 then
    begin
      writeln(F0,'Z(J)=' ,B[1]:10,'+',B[2]:10,'*I(J)+' ,B[3]:10,'*K(J)+';
      writeln(F0,'+',B[4]:10,'*P(J)+' ,B[5]:10,'*I(J)*P(J)+';
    end;
end;

```

```

writeln(F0,'+',B[6]:10,'*Q(J)'+',B[7]:10,'*I(J)*Q(J)');
writeln(F0,'+',B[8]:10,'*P(J)*K(J)'+',B[9]:10,'*K(J)*Q(J),');
  end;
  if X=27 then
    begin
      writeln(F0,'Z(J)='',B[1]:10,'+',B[2]:10,'*I(J)'+',B[3]:10,'*K(J)'+');
      writeln(F0,'+',B[4]:10,'*P(J)'+',B[5]:10,'*I(J)*P(J)'+');
      writeln(F0,'+',B[6]:10,'*Q(J)'+',B[7]:10,'*I(J)*Q(J)'+');
      writeln(F0,'+',B[8]:10,'*P(J)*K(J)'+',B[9]:10,'*K(J)*Q(J)'+');
      writeln(F0,'+',B[10]:10,'*U(J)'+',B[11]:10,'*I(J)*U(J)'+');
      writeln(F0,'+',B[12]:10,'*P(J)*U(J)'+',B[13]:10,'*I(J)*P(J)*U(J)'+');
      writeln(F0,'+',B[14]:10,'*V(J)'+',B[15]:10,'*I(J)*V(J)'+');
      writeln(F0,'+',B[16]:10,'*P(J)*V(J)'+',B[17]:10,'*U(J)*K(J)'+');
      writeln(F0,'+',B[18]:10,'*U(J)*Q(J)'+',B[19]:10,'*I(J)*P(J)*V(J)'+');
      writeln(F0,'+',B[20]:10,'*I(J)*U(J)*Q(J)'+',B[21]:10,'*P(J)*U(J)*K(J)'+');
      writeln(F0,'+',B[22]:10,'*K(J)*V(J)'+',B[23]:10,'*Q(J)*V(J)'+');
      writeln(F0,'+',B[24]:10,'*I(J)*Q(J)*V(J)'+',B[25]:10,'*P(J)*K(J)*V(J)'+');
      writeln(F0,'+',B[26]:10,'*U(J)*K(J)*Q(J)'+',B[27]:10,'*K(J)*Q(J)*V(J),');
    end;
    if (X=3) or (X=9) or (X=27) then
      begin
        writeln(F0,'ГДЕ');
        writeln(F0,'I(J)=F(J)^^',J1:10,'+',V1:10,',');
        writeln(F0,'K(J)=F(J)^^',O1:10,'+',U1:10,'*F(J)^^',J1:10,'+',Q1:10);
        end;
        if (X=9) or (X=27) then
          begin
            writeln(F0,'P(J)=H(J)^^',J2:10,'+',V2:10,',');
            writeln(F0,'Q(J)=H(J)^^',O2:10,'+',U2:10,'*H(J)^^',J2:10,'+',Q2:10);
            end;
            if X=27 then
              begin
                writeln(F0,'U(J)=L(J)^^',J3:10,'+',V3:10,',');
                write(F0,'V(J)=L(J)^^',O3:10,'+',U3:10,'*L(J)^^');
                writeln(F0,J3:10,'+',Q3:10);
              end;
            end;
            {GB4880}
          procedure GB7000;
          label 1;
          begin
            repeat
              writeln('vvod X');
              readln(X);
              writeln('X=',X);
              writeln(F0,'X=',X);
              if (X=3) then I0:=61;
              if (X=9) then I0:=62;
              if (X=27) then I0:=63;
              if I0=61 then
                begin
                  case X of
                    3: I0:=73;
                  end;
                  F3:=0; F4:=0; K5:=0;
                  writeln('Фактор F(1)=F3+F4');
                  for J:=1 to X do
                    begin
                      F[J]:=0; Z[J]:=0;
                    end;
                  writeln('F4-шаг приращения фактора');
                end;
          end;

```

```

writeln('X-количество значений фактора');
writeln('Ввод принятых величин X F3 F4');
readln(X,F3,F4);
writeln(F0,'F4-шаг приращения фактора');
writeln(F0,'X-количество значений фактора');
writeln(F0,'X=',X,' F3=',F3,' F4=',F4);
for K5:=1 to X do
begin
  F[K5]:=F3+K5*F4;
  writeln('F(',K5,')=',F[K5]);
end; {for}
case I0 of
  73:begin
    GB4150; GB4390;
    end;
  end; {case}
for K5:=1 to X do
  writeln('Z(',K5,')=',Z[K5]);
OUT_F_H_L(73);
end; {if}
if I0=62 then
begin
  case X of
    9: I0:=76;
  end;
  F3:=0; F4:=0; H3:=0;
  H4:=0; K5:=0;
  writeln('Фактор F(1)=F3+F4');
  writeln(F0,'Фактор F(1)=F3+F4');
  for J:=1 to X do
    begin
      F[J]:=0; H[J]:=0; Z[J]:=0;
    end;
  writeln('F4-шаг приращения 1-го фактора');
  writeln('Фактор H(1)=H3+H4');
  writeln('H4-шаг приращения 2-го фактора');
  writeln('X-количество значений 1,2-го фактора');
  writeln('Ввод принятых величин X F3 F4 H3 H4');
  writeln(F0,'F4-шаг приращения 1-го фактора');
  writeln(F0,'Фактор H(1)=H3+H4');
  writeln(F0,'H4-шаг приращения 2-го фактора');
  writeln(F0,'X-количество значений 1,2-го фактора');
  readln(X,F3,F4,H3,H4);
  writeln(F0,'X=',X,' F3=',F3,' F4=',F4);
  writeln(F0,'H3=',H3,' H4=',H4);
  for K5:=1 to X do
    begin
      F[K5]:=F3+K5*F4;
      writeln('F(',K5,')=',F[K5]);
      H[K5]:=H3+K5*H4;
      writeln('H(',K5,')=',H[K5]);
    case I0 of
      76:begin
        GB4150; GB4170; GB4450;
        end;
      end; {case}
      writeln('Z(',K5,')=',Z[K5]);
    end; {for}
  for K5:=1 to X do
    writeln('Z(',K5,')=',Z[K5]);

```

```

    OUT_F_H_L(74);
end; {if}
if I0=63 then
begin
    K5:=0; F3:=0; F4:=0; H3:=0;
    H4:=0; L3:=0; L4:=0;
    writeln('Факторы F(1)=F3+F4, H(1)=H3+H4, L(1)=L3+L4');
    writeln(F0,'Факторы F(1)=F3+F4, H(1)=H3+H4, L(1)=L3+L4');
    for J:=1 to X do
        begin
            F[J]:=0; H[J]:=0; L[J]:=0; Z[J]:=0;
        end;
    X:=0;
    writeln('F4,H4,L4-шаг приращения 1,2,3-го фактора');
    writeln('X-количество значений 1,2,3-го фактора');
    writeln(F0,'F4,H4,L4-шаг приращения 1,2,3-го фактора');
    writeln(F0,'X-количество значений 1,2,3-го фактора');
    writeln('Ввод принятых величин');
    writeln('X,F3,F4,H3,H4,L3,L4');
    readln(X,F3,F4,H3,H4,L3,L4);
    writeln(F0,'X=',X,' F3=',F3,' F4=',F4);
    writeln(F0,'H3=',H3,' H4=',H4);
    writeln(F0,'L3=',L3,' L4=',L4);
    for K5:=1 to X do
        begin
            F[K5]:=F3+K5*F4;
            writeln('F(',K5,')=',F[K5]);
            H[K5]:=H3+K5*H4;
            writeln('H(',K5,')=',H[K5]);
            L[K5]:=L3+K5*L4;
            writeln('L(',K5,')=',L[K5]);
            GB4150; GB4170;
            GB4190; GB4770;
        end; {for}
    for K5:=1 to X do
        writeln('Z(',K5,')=',Z[K5]);
    OUT_F_H_L(75);
end; {if}
writeln('Выявление MAX Z(K5) и MIN Z(K5)');
writeln(F0,'Выявление MAX Z(K5) и MIN Z(K5)');
K8:=0; K8:=Z[1];
for K5:=1 to X do
    if Z[K5]>=K8 then K8:=Z[K5];
writeln('MAX Z(K5)=',K8);
writeln(F0,'MAX Z(K5)=',K8);
for K5:=1 to X do
    if Z[K5]=K8 then
        begin
            writeln('MAX Z(',K5,')=',Z[K5]);
            writeln(F0,'MAX Z(',K5,')=',Z[K5]);
        end;
K7:=0; K7:=Z[1];
for K5:=1 to X do
    if Z[K5]<=K7 then K7:=Z[K5];
    begin
        writeln('MIN Z(K5)=',K7);
        writeln(F0,'MIN Z(K5)=',K7);
    end;
for K5:=1 to X do
    if Z[K5]=K7 then

```



```

begin
  writeln('MIN Z('K5,')='Z[K5]);
  writeln(F0,'MIN Z('K5,')='Z[K5]);
end;
writeln('MIN Z(K5)=K7, MAX Z(K5)=K8');
writeln('K6(K5)=(Z(K5)+abs(K7))/(abs(K7)+abs(K8))');
writeln(F0,'MIN Z(K5)=K7, MAX Z(K5)=K8');
writeln(F0,'K6(K5)=(Z(K5)+abs(K7))/(abs(K7)+abs(K8))');
for K5:=1 to X do
  begin
    KK6[K5]:=(Z[K5]+abs(K7))/(abs(K7)+abs(K8));
    writeln('K6('K5,')=',KK6[K5]);
    writeln(F0,'K6('K5,')=',KK6[K5]);
  end;
J5:=0;
J5:=abs(K7)/(abs(K7)+abs(K8));
writeln('J5:=abs(K7)/(abs(K7)+abs(K8))');
writeln('J5=',J5);
writeln(F0,'J5:=abs(K7)/(abs(K7)+abs(K8))');
writeln(F0,'J5=',J5);
writeln('Graphic. Excel');
writeln(F0,'Зависимость KK6(K5) от фактора');
writeln(F0,'KK6(K5)-относительная величина показателя');
writeln(F0,'K5-номер величины фактора и показателя');
writeln('if I0=92 then GB7000');
writeln('if I0=94 then goto 1');
write('I0=');
readln(I0);
if I0=92 then GB7000;
if I0=94 then goto 1;
1: until I0=94;
end; {GB7000}
procedure tablF9;
begin
  write('          Значения F7 для 5% уровня');
  writeln('значимости');
  write(' _____');
  writeln(' _____');
  write(' |          F9          ');
  writeln(' |');
  write(' | F8 | _____');
  writeln(' | _____');
  write(' | 2 | 3 | 4 | 8 | 11 | 14 |');
  writeln(' |15-16| 19-20 | 24 | 26-30 |');
  write(' | _____');
  writeln(' | _____');
  write(' | 2 | 19.0 | 19.16 | 19.25 | 19.37 | 19.4 | 19.42 |');
  writeln(' |19.43 | 19.44 | 19.45 | 19.46 |');
  write(' | _____');
  writeln(' | _____');
  write(' | 3 | 9.55 | 9.28 | 9.12 | 8.84 | 8.76 | 8.71 |');
  writeln(' | 8.69 | 8.66 | 8.64 | 8.62 |');
  write(' | _____');
  writeln(' | _____');
  write(' | 4 | 6.94 | 6.59 | 6.39 | 6.04 | 5.93 | 5.87 |');
  writeln(' | 5.84 | 5.8 | 5.77 | 5.74 |');
  write(' | _____');
  writeln(' | _____');
  write(' | 5 | 5.79 | 5.41 | 5.19 | 4.82 | 4.7 | 4.64 |');
  writeln(' | 4.6 | 4.56 | 4.53 | 4.5 |');

```

```

write(' | | | | | | | | ');
writeln(' | | | | | ');
write(' | 6 | 5.14 | 4.76 | 4.53 | 4.15 | 4.03 | 3.96 | ');
writeln(' | 3.92 | 3.87 | 3.84 | 3.81 | ');
write(' | | | | | | | | ');
writeln(' | | | | | ');
end;
procedure OUT_F_H_L(PR:integer);
begin
if PR=73 then
begin
writeln(F0,' | | | | | | | | ');
writeln(F0,' | | | | | | | | ');
writeln(F0,' | | | | | | | | ');
writeln(F0,' | | | | | | | | ');
end;
end;
if PR=74 then
begin
writeln(F0,' | | | | | | | | ');
writeln(F0,' | | | | | | | | ');
writeln(F0,' | | | | | | | | ');
writeln(F0,' | | | | | | | | ');
end;
end;
if PR=75 then
begin
write(F0,' | | | | | | | | ');
writeln(F0,' | | | | | | | | ');
write(F0,' | | | | | | | | ');
writeln(F0,' | | | | | | | | ');
write(F0,' | | | | | | | | ');
writeln(F0,' | | | | | | | | ');
write(F0,' | | | | | | | | ');
writeln(F0,' | | | | | | | | ');
end;
end;
if PR=73 then
begin
for J:=1 to X do
begin
writeln(F0,' | | | | | | | | ');
writeln(F0,' | | | | | | | | ');
end;
writeln(F0,' | | | | | | | | ');
end;
end;
if PR=74 then
begin
for J:=1 to X do
begin
write(F0,' | | | | | | | | ');
writeln(F0,' | | | | | | | | ');
write(F0,' | | | | | | | | ');
writeln(F0,' | | | | | | | | ');
end;
writeln(F0,' | | | | | | | | ');
end;
end;
if PR=75 then
begin
for J:=1 to X do
begin
write(F0,' | | | | | | | | ');
writeln(F0,' | | | | | | | | ');
end;
end;
end;

```

```
write(F0,' ',J:2,' ',F[J]:10,' ',H[J]:10,' ');
writeln(F0,L[J]:10,' ',Z[J]:10,' ');
end;
write(F0,' _____L');
writeln(F0,' _____');
end;
end;
end.
```

Программа NW0(три модуля tpg3, 2-я часть,
 X=3, _X=9_, _X=27_, X=4, X=5, X=12, X=15, X=16, X=20, X=25, «система»
 после «адекватно», 19.1-27.3)...

```

program tpg3_1;
{Математическое моделирование}
uses tpg3_3, tpg3_2;
label 1,2,3,4,5;
procedure VV_DAN;
begin
  case X of
    4: begin
      VVOD41;
      GB3710(A1,B1,C1,D1,J1,O1,P1,V1,U1,Q1,I1,M1,F1);
      writeln('Коэффициенты ортогонализации');
      writeln(F0,'Коэффициенты ортогонализации');
      writeln('V1=',V1,' U1=',U1,' Q1=',Q1);
      writeln('I1=',I1,' M1=',M1,' F1=',F1);
      writeln(F0,'V1=',V1,' U1=',U1,' Q1=',Q1);
      writeln(F0,'I1=',I1,' M1=',M1,' F1=',F1);
    end;
    16:begin
      VVOD41;
      GB3710(A1,B1,C1,D1,J1,O1,P1,V1,U1,Q1,I1,M1,F1);
      writeln('Коэффициенты ортогонализации');
      writeln(F0,'Коэффициенты ортогонализации');
      writeln('V1=',V1,' U1=',U1,' Q1=',Q1);
      writeln('I1=',I1,' M1=',M1,' F1=',F1);
      writeln(F0,'V1=',V1,' U1=',U1,' Q1=',Q1);
      writeln(F0,'I1=',I1,' M1=',M1,' F1=',F1);
      VVOD42;
      GB3710(A2,B2,C2,D2,J2,O2,P2,V2,U2,Q2,I2,M2,F2);
      writeln('Коэффициенты ортогонализации');
      writeln(F0,'Коэффициенты ортогонализации');
      writeln('V2=',V2,' U2=',U2,' Q2=',Q2);
      writeln('I2=',I2,' M2=',M2,' F2=',F2);
      writeln(F0,'V2=',V2,' U2=',U2,' Q2=',Q2);
      writeln(F0,'I2=',I2,' M2=',M2,' F2=',F2);
    end;
    20:begin
      VVOD41;
      GB3710(A1,B1,C1,D1,J1,O1,P1,V1,U1,Q1,I1,M1,F1);
      writeln('Коэффициенты ортогонализации');
      writeln(F0,'Коэффициенты ортогонализации');
      writeln('V1=',V1,' U1=',U1,' Q1=',Q1);
      writeln('I1=',I1,' M1=',M1,' F1=',F1);
      writeln(F0,'V1=',V1,' U1=',U1,' Q1=',Q1);
      writeln(F0,'I1=',I1,' M1=',M1,' F1=',F1);
      VVOD52;
      GB3860(A2,C2,E2,D2,B2,J2,O2,P2,T2,V2,U2,
      Q2,I2,M2,F2,G2,H2,K2,L2);
      writeln('Коэффициенты ортогонализации');
      writeln(F0,'Коэффициенты ортогонализации');
      writeln('V2=',V2,' U2=',U2,' Q2=',Q2);
      writeln('I2=',I2,' M2=',M2,' F2=',F2);
      writeln('G2=',G2,' H2=',H2,' K2=',K2);
      writeln('L2=',L2);
    end;
  end;
end;

```

```

writeln(F0,'V2=',V2,' U2=',U2,' Q2=',Q2);
writeln(F0,'I2=',I2,' M2=',M2,' F2=',F2);
writeln(F0,'G2=',G2,' H2=',H2,' K2=',K2);
writeln(F0,'L2=',L2);
end;
5: begin
  VVOD51;
  GB3860(A1,B1,C1,D1,E1,J1,O1,P1,T1,V1,U1,
  Q1,I1,M1,F1,G1,H1,K1,L1);
  writeln('Коэффициенты ортогонализации');
  writeln(F0,'Коэффициенты ортогонализации');
  writeln('V1=',V1,' U1=',U1,' Q1=',Q1);
  writeln('I1=',I1,' M1=',M1,' F1=',F1);
  writeln('G1=',G1,' H1=',H1,' K1=',K1);
  writeln('L1=',L1);
  writeln(F0,'V1=',V1,' U1=',U1,' Q1=',Q1);
  writeln(F0,'I1=',I1,' M1=',M1,' F1=',F1);
  writeln(F0,'G1=',G1,' H1=',H1,' K1=',K1);
  writeln(F0,'L1=',L1);
end;
25:begin
  VVOD51;
  GB3860(A1,B1,C1,D1,E1,J1,O1,P1,T1,V1,U1,
  Q1,I1,M1,F1,G1,H1,K1,L1);
  writeln('Коэффициенты ортогонализации');
  writeln(F0,'Коэффициенты ортогонализации');
  writeln('V1=',V1,' U1=',U1,' Q1=',Q1);
  writeln('I1=',I1,' M1=',M1,' F1=',F1);
  writeln('G1=',G1,' H1=',H1,' K1=',K1);
  writeln('L1=',L1);
  writeln(F0,'V1=',V1,' U1=',U1,' Q1=',Q1);
  writeln(F0,'I1=',I1,' M1=',M1,' F1=',F1);
  writeln(F0,'G1=',G1,' H1=',H1,' K1=',K1);
  writeln(F0,'L1=',L1);
  VVOD52;
  GB3860(A2,C2,E2,D2,B2,J2,O2,P2,T2,V2,U2,
  Q2,I2,M2,F2,G2,H2,K2,L2);
  writeln('Коэффициенты ортогонализации');
  writeln(F0,'Коэффициенты ортогонализации');
  writeln('V2=',V2,' U2=',U2,' Q2=',Q2);
  writeln('I2=',I2,' M2=',M2,' F2=',F2);
  writeln('G2=',G2,' H2=',H2,' K2=',K2);
  writeln('L2=',L2);
  writeln(F0,'V2=',V2,' U2=',U2,' Q2=',Q2);
  writeln(F0,'I2=',I2,' M2=',M2,' F2=',F2);
  writeln(F0,'G2=',G2,' H2=',H2,' K2=',K2);
  writeln(F0,'L2=',L2);
end;
15:begin
  VVOD31;
  GB3660(A1,E1,B1,J1,O1,V1,U1,Q1);
  writeln('Коэффициенты ортогонализации');
  writeln(F0,'Коэффициенты ортогонализации');
  writeln('V1=',V1,' U1=',U1,' Q1=',Q1);
  writeln(F0,'V1=',V1,' U1=',U1,' Q1=',Q1);
  VVOD52;
  GB3860(A2,C2,E2,D2,B2,J2,O2,P2,T2,V2,U2,
  Q2,I2,M2,F2,G2,H2,K2,L2);
  writeln('Коэффициенты ортогонализации');
  writeln(F0,'Коэффициенты ортогонализации');

```

```

writeln('V2=',V2,' U2=',U2,' Q2=',Q2);
writeln('I2=',I2,' M2=',M2,' F2=',F2);
writeln('G2=',G2,' H2=',H2,' K2=',K2);
writeln('L2=',L2);
writeln(F0,'V2=',V2,' U2=',U2,' Q2=',Q2);
writeln(F0,'I2=',I2,' M2=',M2,' F2=',F2);
writeln(F0,'G2=',G2,' H2=',H2,' K2=',K2);
writeln(F0,'L2=',L2);
end;
3: begin
  VVOD31;
  GB3660(A1,E1,B1,J1,O1,V1,U1,Q1);
  writeln('Коэффициенты ортогонализации');
  writeln(F0,'Коэффициенты ортогонализации');
  writeln('V1=',V1,' U1=',U1,' Q1=',Q1);
  writeln(F0,'V1=',V1,' U1=',U1,' Q1=',Q1);
end;
12:begin
  VVOD31;
  GB3660(A1,E1,B1,J1,O1,V1,U1,Q1);
  writeln('Коэффициенты ортогонализации');
  writeln(F0,'Коэффициенты ортогонализации');
  writeln('V1=',V1,' U1=',U1,' Q1=',Q1);
  writeln(F0,'V1=',V1,' U1=',U1,' Q1=',Q1);
  VVOD42;
  GB3710(A2,C2,D2,B2,J2,O2,P2,V2,U2,Q2,I2,M2,F2);
  writeln('Коэффициенты ортогонализации');
  writeln(F0,'Коэффициенты ортогонализации');
  writeln('V2=',V2,' U2=',U2,' Q2=',Q2);
  writeln('I2=',I2,' M2=',M2,' F2=',F2);
  writeln(F0,'V2=',V2,' U2=',U2,' Q2=',Q2);
  writeln(F0,'I2=',I2,' M2=',M2,' F2=',F2);
end;
9: begin
  VVOD31;
  GB3660(A1,E1,B1,J1,O1,V1,U1,Q1);
  writeln('Коэффициенты ортогонализации');
  writeln(F0,'Коэффициенты ортогонализации');
  writeln('V1=',V1,' U1=',U1,' Q1=',Q1);
  writeln(F0,'V1=',V1,' U1=',U1,' Q1=',Q1);
  VVOD32;
  GB3660(A2,E2,B2,J2,O2,V2,U2,Q2);
  writeln('Коэффициенты ортогонализации');
  writeln(F0,'Коэффициенты ортогонализации');
  writeln('V2=',V2,' U2=',U2,' Q2=',Q2);
  writeln(F0,'V2=',V2,' U2=',U2,' Q2=',Q2);
end;
27:begin
  VVOD31;
  GB3660(A1,E1,B1,J1,O1,V1,U1,Q1);
  writeln('Коэффициенты ортогонализации');
  writeln(F0,'Коэффициенты ортогонализации');
  writeln('V1=',V1,' U1=',U1,' Q1=',Q1);
  writeln(F0,'V1=',V1,' U1=',U1,' Q1=',Q1);
  VVOD32;
  GB3660(A2,E2,B2,J2,O2,V2,U2,Q2);
  writeln('Коэффициенты ортогонализации');
  writeln(F0,'Коэффициенты ортогонализации');
  writeln('V2=',V2,' U2=',U2,' Q2=',Q2);
  writeln(F0,'V2=',V2,' U2=',U2,' Q2=',Q2);

```

```

VVD33;
GB3660(A3,E3,B3,J3,O3,V3,U3,Q3);
writeln('Коэффициенты ортогонализации');
writeln(F0,'Коэффициенты ортогонализации');
writeln('V3=',V3,' U3=',U3,' Q3=',Q3);
writeln(F0,'V3=',V3,' U3=',U3,' Q3=',Q3);
end;
end;{case}
end;{VV_DAN}
procedure OUT_Z_B;
begin
writeln('Расчетные показатели Z(J) до анализа B(J)');
writeln(F0,'Расчетные показатели Z(J) до анализа B(J)');
writeln(F0,' _____ ');
writeln(F0,' |           Значение           | ');
writeln(F0,' J | _____ | ');
writeln(F0,' | Y(J) | Z(J) | Y(J)-Z(J) | ');
for J:=1 to X do
begin
writeln(F0,' | _____ | ');
write(F0,' | ',J:2,' | ',Y[J]:10,' | ',Z[J]:10,' | ');
writeln(F0,(Y[J]-Z[J]):10,' | ');
write(' | ',J:2,' | ',Y[J]:10,' | ',Z[J]:10,' | ');
writeln((Y[J]-Z[J]):10,' | ');
end;
writeln(F0,' _____ ');
end;
}
=====
                    Основная программа
=====
begin
1: for J:=1 to 25 do writeln;
writeln(' Программа на языке Турбо-Паскаль состоит из трех');
writeln(' файлов tpg3_1,tpg3_2,tpg3_3(nw0_1,nw0_2,nw0_3). Математическое');
writeln(' моделирование на основе планирования экспериментов. ');
writeln(' Переложение с языка Бейсик программы GGN3. ');
writeln(' Разработка Черного А.А. ');
writeln(' Автор Chernyy Anatoly Alekseevch');
writeln('Введите имя файла для вывода resultant (без расширения)');
readln(NAME);
Assign(F0, (NAME+'.dat'));
Rewrite(F0);
writeln(F0,'Выполнение программы математического моделирования');
writeln(F0,' tpg3_1 (nw0_1). (Программа на языке Турбо-Паскаль). ');
writeln(F0,' Автор Chernyy Anatoly Alekseevch');
writeln(' _X=3_ ,_X=9_ ,_X=27_ ');
writeln(' _X=3_ ,_X=4,_X=5, _X=9_ ,_X=12,_X=15,_X=16,_X=20,_X=25, _X=27_ ');
J:=0;X:=0;F3:=0;F4:=0;H3:=0;H4:=0;
L3:=0;L4:=0;K3:=0;K4:=0;K5:=0;
K7:=0;K8:=0;K0:=0;X0:=0;Y0:=0;J5:=0;
J6:=0;J9:=0;S:=0;
writeln('Если X=0, то выход из программы');
write('X=');readln(X);
writeln(F0,'X=',X);
for J:=1 to X do
begin
F[J]:=0; H[J]:=0; L[J]:=0; Z[J]:=0; KK5[J]:=0;
KK6[J]:=0; KK7[J]:=0; J7[J]:=0; J8[J]:=0;
JJ9[J]:=0;
end;

```

```

VV_DAN;
if X=0 then goto 2;
PR_MOD;
3:writeln('-----<Меню 1>-----');
writeln('Если I0=6, то переход в начало');
writeln('Если I0=7, то продолжение и');
writeln('ввод величин показателей Y(J)');
write('I0='); readln(I0);
if I0=6 then goto 1;
writeln('Ввод величин показателей Y(J)');
writeln(F0,'Показатели Y(J)');
for J:=1 to X do
begin
write('Y(',J,')=');
readln(Y[J]);
writeln(F0,'Y(',J,')=',Y[J]);
end;
case X of
3: GB4150;
4: GB4210;
5: GB4290;
9: begin
GB4150; GB4170;
end;
12:begin
GB4150; GB4250;
end;
15:begin
GB4150; GB4340;
end;
16:begin
GB4210; GB4250;
end;
20:begin
GB4210; GB4340;
end;
25:begin
GB4290; GB4340;
end;
27:begin
GB4150; GB4170; GB4190;
end;
end; {case}
GB1410;
case X of
4: GB2000;
5: begin GB2000; GB2020; end;
9: begin GB1480; end;
12:begin GB1480; GB1600; end;
15:begin GB1480; GB1600; GB1670; end;
16:begin GB1480; GB1600; GB1930; end;
20:begin GB1480; GB1600; GB1670; GB1730; end;
25:begin GB1480; GB1600; GB1670; GB1730; GB1830; end;
27:begin GB1480; GB2040; end;
end;
writeln('B(J) до анализа');
writeln(F0,'B(J) до анализа');
for J:=1 to X do
begin
writeln('B(',J,')=',B[J]);

```



```

    writeln(F0,'B(',J,')=' ,B[J]);
end;
case X of
3: GB4390;
4: GB4400;
5: GB4420;
9: GB4450;
12:GB4490;
15:GB4530;
16:GB4580;
20:GB4630;
25:GB4690;
27:GB4770;
else goto 2;
end;
OUT_Z_B;
4:writeln('-----<Меню 2>-----');
writeln('Если I0=3, то ввод результатов опытов');
writeln('на среднем уровне факторов');
writeln('Если I0=4, то ввод дисперсии опытов');
writeln('Если I0=5, то проверка точности и расчеты по модели');
writeln('Если I0=6, то переход в начало программы');
writeln('Если I0=20, то переход в конец программы');
writeln('Если I0=25, то вывод математической модели');
writeln('Если I0=27, то вычисление показателей Z(K5)');
writeln('с использованием циклов');
writeln('Если I0=30, то переход к меню 1');
write('Ввод I0=');
readln(I0);
if I0=6 then goto 1;
if I0=20 then goto 2;
if I0=30 then goto 3;
if I0=25 then begin GB4880; goto 2; end;
if I0=27 then begin GB7000; goto 2; end;
if (I0=3)or(I0=4) then
begin
writeln('Ввод N0-количество опытов на среднем уровне факторов');
readln(N0);
writeln(F0,'Количество опытов на среднем уровне факторов N0=',N0);
writeln('Ввод F8=N0-1');
readln(F8);
writeln(F0,'F8=N0-1=',F8);
end;
if I0=3 then
begin
writeln('Ввод G(J)-результаты опытов');
writeln('на среднем уровне факторов');
writeln(F0,'G(J)-результаты опытов');
writeln(F0,'на среднем уровне факторов');
for J:=1 to N0 do
begin
write('G(',J,')=');
readln(G[J]);
writeln(F0,'G(',J,')=',G[J]);
end;
SS:=0;
for J:=1 to N0 do SS:=SS+G[J];
S0:=SS/N0;
writeln('S0=',S0); SS:=0;
for J:=1 to N0 do SS:=SS+(G[J]-S0)*(G[J]-S0);

```

```

U9:=SS/F8;
writeln('Дисперсия опытов U9=',U9);
writeln(F0,'Дисперсия опытов U9=',U9);
end;
if I0=4 then
begin
writeln('Ввод U9-дисперсия опытов');
readln(U9);
writeln(F0,'Дисперсия опытов U9=',U9);
end;
if not(I0=5) then
begin
writeln('Расчетные величины T(J)');
writeln(F0,'Расчетные величины T(J)');
for J:=1 to X do
begin
T[J]:=abs(B[J]/sqrt(U9/O[J]));
writeln('T(,J,)',T[J]);
writeln(F0,'T(,J,)',T[J]);
end;
writeln('


|                          |       |       |       |       |       |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Для уровня значимости 5% |       |       |       |       |       |
| F8                       | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
| T0                       | 4,303 | 3,182 | 2,776 | 2,571 | 2,447 |


');
writeln('F8=N0-1=',N0,'-1=',F8:1);
writeln('Ввод T0-табличного T-критерия');
readln(T0);
writeln(F0,'Табличный T-критерий T0=',T0:5:3);
writeln('B(J) после анализа');
writeln(F0,'B(J) после анализа');
for J:=1 to X do
begin
if T[J]<T0 then B[J]:=0;
writeln('B(,J,)',B[J]);
writeln(F0,'B(,J,)',B[J]);
end;
K9:=0;
for J:=1 to X do
begin
if B[J]=0 then K9:=K9+1;
end;
writeln('Количество статистически значимых');
writeln('коэффициентов регрессии');
writeln('K9=',K9);
writeln('F9=X-1');
F9:=X-1;
writeln('F9=',F9);
writeln(F0,'Количество статистически значимых');
writeln(F0,'коэффициентов регрессии');
writeln(F0,'K9=',K9);
writeln(F0,'F9=X-1');
F9:=X-1;
writeln(F0,'F9=',F9);
tablF9;
writeln('F8=',F8:2,' F9=',F9:2);
writeln('Ввод F7-табличного F-критерия');
readln(F7);

```

```

writeln(F0,'Табличный F-критерий F7=',F7);
case X of
  3: GB4390;
  4: GB4400;
  5: GB4420;
  9: GB4450;
  12:GB4490;
  15:GB4530;
  16:GB4580;
  20:GB4630;
  25:GB4690;
  27:GB4770;
  else goto 2;
end;
writeln('Расчетные величины показателя');
writeln('Z(J) после анализа B(J)');
writeln(F0,'Расчетные величины показателя');
writeln(F0,'Z(J) после анализа B(J)');
for J:=1 to X do
  begin
    writeln('Z(',J,')=',Z[J]);
    writeln(F0,'Z(',J,')=',Z[J]);
  end;
SS:=0;
for J:=1 to X do
  SS:=SS+(Z[J]-Y[J])*(Z[J]-Y[J]);
F6:=SS/(F9*U9);
writeln('Расчетная величина F-критерия F6=',F6);
writeln(F0,'Расчетная величина F-критерия F6=',F6);
if F6<=F7 then
  begin
    writeln('Адекватно, так как F6<=F7');
    writeln(F0,'Адекватно, так как F6<=F7');
  end;
if F6>F7 then
  begin
    writeln('Неадекватно, так как F6>F7');
    writeln(F0,'Неадекватно, так как F6>F7');
  end;
if X=3 then
  begin
    writeln(F0,'X=3. System, 1.1 - 1.3, finish 1.3. ');
    writeln(F0,'1.1.', 'A1=',A1,'Z(1)=',Z[1]);
    writeln(F0,'1.2.', 'E1=',E1,'Z(3)=',Z[3]);
    writeln(F0,'1.3.', 'B1=',B1,'Z(2)=',Z[2]);
  end;
if X=9 then
  begin
    writeln(F0,'X=9. System, 1.1 - 6.3, finish 6.3. ');
    writeln(F0,'1.1.', 'A2=',A2,'A1=',A1,'Z(1)=',Z[1]);
    writeln(F0,'1.2.', 'A2=',A2,'E1=',E1,'Z(7)=',Z[7]);
    writeln(F0,'1.3.', 'A2=',A2,'B1=',B1,'Z(2)=',Z[2]);
    writeln(F0,'2.1.', 'E2=',E2,'A1=',A1,'Z(5)=',Z[5]);
    writeln(F0,'2.2.', 'E2=',E2,'E1=',E1,'Z(9)=',Z[9]);
    writeln(F0,'2.3.', 'E2=',E2,'B1=',B1,'Z(6)=',Z[6]);
    writeln(F0,'3.1.', 'B2=',B2,'A1=',A1,'Z(3)=',Z[3]);
    writeln(F0,'3.2.', 'B2=',B2,'E1=',E1,'Z(8)=',Z[8]);
    writeln(F0,'3.3.', 'B2=',B2,'B1=',B1,'Z(4)=',Z[4]);
    writeln(F0,'4.1.', 'A1=',A1,'A2=',A2,'Z(1)=',Z[1]);
    writeln(F0,'4.2.', 'A1=',A1,'E2=',E2,'Z(5)=',Z[5]);
  end;

```

```

writeln(F0,'4.3.','A1=',A1,'B2=',B2,'Z(3)=',Z[3]);
writeln(F0,'5.1.','E1=',E1,'A2=',A2,'Z(7)=',Z[7]);
writeln(F0,'5.2.','E1=',E1,'E2=',E2,'Z(9)=',Z[9]);
writeln(F0,'5.3.','E1=',E1,'B2=',B2,'Z(8)=',Z[8]);
writeln(F0,'6.1.','B1=',B1,'A2=',A2,'Z(2)=',Z[2]);
writeln(F0,'6.2.','B1=',B1,'E2=',E2,'Z(6)=',Z[6]);
writeln(F0,'6.3.','B1=',B1,'B2=',B2,'Z(4)=',Z[4]);
end;
if X=27 then
begin
writeln(F0,'X=27. System, 19.1 - 27.2, finish 27.2.');
```

```

writeln(F0,'19.1.','A1=',A1,'A2=',A2,'A3=',A3,'Z(1)=',Z[1]);
writeln(F0,'19.2.','A1=',A1,'A2=',A2,'E3=',E3,'Z(15)=',Z[15]);
writeln(F0,'19.3.','A1=',A1,'A2=',A2,'B3=',B3,'Z(5)=',Z[5]);
writeln(F0,'20.1.','A1=',A1,'E2=',E2,'A3=',A3,'Z(19)=',Z[19]);
writeln(F0,'20.2.','A1=',A1,'E2=',E2,'E3=',E3,'Z(9)=',Z[9]);
writeln(F0,'20.3.','A1=',A1,'E2=',E2,'B3=',B3,'Z(21)=',Z[21]);
writeln(F0,'21.1.','A1=',A1,'B2=',B2,'A3=',A3,'Z(3)=',Z[3]);
writeln(F0,'21.2.','A1=',A1,'B2=',B2,'E3=',E3,'Z(17)=',Z[17]);
writeln(F0,'21.3.','A1=',A1,'B2=',B2,'B3=',B3,'Z(7)=',Z[7]);
writeln(F0,'22.1.','E1=',E1,'A2=',A2,'A3=',A3,'Z(23)=',Z[23]);
writeln(F0,'22.2.','E1=',E1,'A2=',A2,'E3=',E3,'Z(11)=',Z[11]);
writeln(F0,'22.3.','E1=',E1,'A2=',A2,'B3=',B3,'Z(25)=',Z[25]);
writeln(F0,'23.1.','E1=',E1,'E2=',E2,'A3=',A3,'Z(13)=',Z[13]);
writeln(F0,'23.2.','E1=',E1,'E2=',E2,'E3=',E3,'Z(27)=',Z[27]);
writeln(F0,'23.3.','E1=',E1,'E2=',E2,'B3=',B3,'Z(14)=',Z[14]);
writeln(F0,'24.1.','E1=',E1,'B2=',B2,'A3=',A3,'Z(24)=',Z[24]);
writeln(F0,'24.2.','E1=',E1,'B2=',B2,'E3=',E3,'Z(12)=',Z[12]);
writeln(F0,'24.3.','E1=',E1,'B2=',B2,'B3=',B3,'Z(26)=',Z[26]);
writeln(F0,'25.1.','B1=',B1,'A2=',A2,'A3=',A3,'Z(2)=',Z[2]);
writeln(F0,'25.2.','B1=',B1,'A2=',A2,'E3=',E3,'Z(16)=',Z[16]);
writeln(F0,'25.3.','B1=',B1,'A2=',A2,'B3=',B3,'Z(6)=',Z[6]);
writeln(F0,'26.1.','B1=',B1,'E2=',E2,'A3=',A3,'Z(20)=',Z[20]);
writeln(F0,'26.2.','B1=',B1,'E2=',E2,'E3=',E3,'Z(10)=',Z[10]);
writeln(F0,'26.3.','B1=',B1,'E2=',E2,'B3=',B3,'Z(22)=',Z[22]);
writeln(F0,'27.1.','B1=',B1,'B2=',B2,'A3=',A3,'Z(4)=',Z[4]);
writeln(F0,'27.2.','B1=',B1,'B2=',B2,'E3=',E3,'Z(18)=',Z[18]);
writeln(F0,'27.3.','B1=',B1,'B2=',B2,'B3=',B3,'Z(8)=',Z[8]);
end;
case X of
3: OUT_F_H_L(73);
4: OUT_F_H_L(73);
5: OUT_F_H_L(73);
9: OUT_F_H_L(74);
12:OUT_F_H_L(74);
15:OUT_F_H_L(74);
16:OUT_F_H_L(74);
20:OUT_F_H_L(74);
25:OUT_F_H_L(74);
27:OUT_F_H_L(75);
end;
end;
5:writeln('-----<Меню 3-----');
writeln('Если I0=7, то проверка точности');
writeln('и расчеты по модели');
writeln('Если I0=8, то переход в начало');
writeln('Если I0=17, то математическая модель');
writeln('Если I0=22, то вычисления');
writeln('показателей Z(K5) с использованием');
writeln('циклов');

```

```

writeln('Если I0=9, то выход из программы');
writeln('Если I0=25, то переход к меню 1');
writeln('Если I0=27, то переход к меню 2');
write('Ввод I0=');
readln(I0);
if I0=8 then goto 1;
if I0=9 then goto 2;
if I0=25 then goto 3;
if I0=27 then goto 4;
if I0=17 then begin GB4880; goto 2; end;
if I0=22 then begin GB7000; goto 2; end;
writeln('Проверка точности и расчеты по модели');
writeln('F(S), H(S), L(S) - 1,2,3 факторы');
writeln('где S=X=',X,'-количество опытов по плану');
writeln('расчеты по модели');
writeln(F0,'Проверка точности и расчеты по модели');
writeln(F0,'F(S), H(S), L(S) - 1,2,3 факторы');
writeln(F0,'где S=X=',X,'-количество опытов по плану');
writeln(F0,'расчеты по модели');
if (X=3)or(X=4)or(X=5)then
begin
for S:=1 to X do
begin
F[S]:=0; Z[S]:=0;
writeln('Ввод F(',S,')');
readln(F[S]);
case X of
3: begin
GB4150; GB4390;
end;
4: begin
GB4210; GB4400;
end;
5: begin
GB4290; GB4420;
end;
else goto 2;
end;{case}
writeln('Z(',S,')=',Z[S]);
end;{for}
OUT_F_H_L(73);
end;{if}
if (X=9)or(X=12)or(X=15)or(X=16)or(X=20)or(X=25)then
begin
for S:=1 to X do
begin
F[S]:=0; Z[S]:=0; H[S]:=0;
writeln('Ввод F(',S,'),' H(',S,')');
readln(F[S],H[S]);
case X of
9: begin
GB4150; GB4170; GB4450;
end;
12:begin
GB4150; GB4250; GB4490;
end;
15:begin
GB4150; GB4340; GB4530;
end;
16:begin

```

```

        GB4210; GB4250; GB4580;
    end;
20:begin
    GB4210; GB4340; GB4630;
    end;
25:begin
    GB4290; GB4340; GB4690;
    end;
    else goto 2;
end; {case}
writeln('Z(',S,')=',Z[S]);
end; {for}
OUT_F_H_L(74);
end; {if}
if X=27 then
begin
for S:=1 to X do
begin
writeln('Ввод F(',S,')', ' H(',S,')', ' L(',S,')');
readln(F[S],H[S],L[S]);
GB4150; GB4170; GB4190; GB4770;
writeln('Z(',S,')=',Z[S]);
end; {for}
OUT_F_H_L(75);
end; {if}
2:writeln('-----<Меню 4-----');
writeln('Если I0=10, то проверка точности');
writeln('и расчеты по модели');
writeln('Если I0=14, то вычисления ');
writeln('показателей Z(K5) с использованием');
writeln('циклов');
writeln('Если I0=35, то переход к меню 1');
writeln('Если I0=18, то переход к меню 2');
writeln('Если I0=19, то переход к меню 3');
writeln('Если I0=50, то переход в начало программы');
writeln('Если I0=44, то выход из программы');
write('Ввод I0=');
readln(I0);
if I0=11 then goto 1;
if I0=18 then goto 4;
if (I0=19)or(I0=10) then goto 5;
if I0=35 then goto 3;
if I0=14 then
begin
GB7000;
goto 2;
end;
writeln('Конец работы');
close(F0);
end. {Конец программы}

unit TPG3_2;
Interface
type artp=array[1..50] of real;
var
J6,K5,S,J,I0,X,N0,K9,K4,F8,F9:integer;
G1,T1,A1,C1,E1,D1,B1,J1,O1,A2,E2,B2,J2,O2,A3:real;
H1,K1,L1,F1,M1,I1,P1,E3,B3,J3,O3,V1,U1,Q1,V2,U2,Q2:real;
P2,F2,I2,H2,M2,N3,N4,N5,N6,N7,R3,R4,R0,R5,R6:real;
S0,J5,S1,V3,U3,Q3,U9,F7,SO,F6:real;

```

```

J9,L3,SS,L4,H4,H3,F3,F4,C2,D2,T2:real;
T0,G2,K2,L2,K7,K8,X0,Y0,K0,K3:real;
J7,J8,J9,KK5,KK6,KK7,KK8,F,H,V,L,Y,I,K,M,P,Q,U,O,B,Z,G,T:artp;
NAME:string[8];
F0: Text;
procedure GB3660(A,B,E,N,R:real; var V0,U0,Q0:real);
procedure GB3710(A,B,C,D,N,R,S:real; var V0,U0,Q0,I0,M0,F0:real);
procedure GB3860(A,B,C,D,E,N,R,S,W:real;
var V0,U0,Q0,I0,M0,F0,G0,H0,K0,L0:real); function ste(Q,A:real):real;
procedure GB1410; procedure GB1480; procedure GB1600;
procedure GB1670; procedure GB1730; procedure GB1830;
procedure GB1930; procedure GB2000; procedure GB2020;
procedure GB2040; procedure GB4150; procedure GB4210;
procedure GB4290; procedure GB4170; procedure GB4190;
procedure GB4250; procedure GB4340; procedure GB4400;
procedure GB4420; procedure GB4450; procedure GB4490;
procedure GB4530; procedure GB4580; procedure GB4630;
procedure GB4690; procedure GB4390; procedure GB4770;

```

Implementation

```

function ste(Q,A:real):real;
{Функция возведения в степень}
begin
  if A<0 then
    begin
      A:=abs(A);
      if Q=0 then Q:=1E-5;
      ste:=1/exp(A*ln(Q));
    end
  else
    begin
      if Q=0 then Q:=1E-5;
      if A=0 then ste:=1
        else ste:=exp(A*ln(Q));
    end;
end; {ste}
procedure GB1410;
begin
  SS:=0; O[1]:=0;
  for J:=1 to X do
    begin
      SS:=SS+Y[J]; O[1]:=O[1]+1;
    end;
  B[1]:=SS/O[1];
  SS:=0; O[2]:=0;
  for J:=1 to X do
    begin
      SS:=SS+I[J]*Y[J]; O[2]:=O[2]+I[J]*I[J];
    end;
  B[2]:=SS/O[2];
  SS:=0; O[3]:=0;
  for J:=1 to X do
    begin
      SS:=SS+K[J]*Y[J]; O[3]:=O[3]+K[J]*K[J];
    end;
  B[3]:=SS/O[3];
end; {GB1410}
procedure GB1480;
begin
  SS:=0; O[4]:=0;
  for J:=1 to X do

```

```

begin
  SS:=SS+P[J]*Y[J];
  O[4]:=O[4]+P[J]*P[J];
end;
B[4]:=SS/O[4]; SS:=0; O[5]:=0;
for J:=1 to X do
begin
  SS:=SS+I[J]*P[J]*Y[J];
  O[5]:=O[5]+(I[J]*P[J])*(I[J]*P[J]);
end;
B[5]:=SS/O[5]; SS:=0; O[6]:=0;
for J:=1 to X do
begin
  SS:=SS+Q[J]*Y[J];
  O[6]:=O[6]+Q[J]*Q[J];
end;
B[6]:=SS/O[6]; SS:=0; O[7]:=0;
for J:=1 to X do
begin
  SS:=SS+I[J]*Q[J]*Y[J];
  O[7]:=O[7]+(I[J]*Q[J])*(I[J]*Q[J]);
end;
B[7]:=SS/O[7]; SS:=0; O[8]:=0;
for J:=1 to X do
begin
  SS:=SS+P[J]*K[J]*Y[J];
  O[8]:=O[8]+(P[J]*K[J])*(P[J]*K[J]);
end;
B[8]:=SS/O[8]; SS:=0; O[9]:=0;
for J:=1 to X do
begin
  SS:=SS+K[J]*Q[J]*Y[J];
  O[9]:=O[9]+(K[J]*Q[J])*(K[J]*Q[J]);
end;
B[9]:=SS/O[9];
end;{GB1480}
procedure GB1600;
begin
  SS:=0; O[10]:=0;
  for J:=1 to X do
  begin
    SS:=SS+U[J]*Y[J];
    O[10]:=O[10]+U[J]*U[J];
  end;
  B[10]:=SS/O[10]; SS:=0; O[11]:=0;
  for J:=1 to X do
  begin
    SS:=SS+I[J]*U[J]*Y[J];
    O[11]:=O[11]+(I[J]*U[J])*(I[J]*U[J]);
  end;
  B[11]:=SS/O[11]; SS:=0; O[12]:=0;
  for J:=1 to X do
  begin
    SS:=SS+K[J]*U[J]*Y[J];
    O[12]:=O[12]+K[J]*U[J]*K[J]*U[J];
  end;
  B[12]:=SS/O[12];
end;{GB1600}
procedure GB1670;
begin

```



```

SS:=0; O[13]:=0;
for J:=1 to X do
  begin
    SS:=SS+V[J]*Y[J];
    O[13]:=O[13]+V[J]*V[J];
  end;
B[13]:=SS/O[13]; SS:=0; O[14]:=0;
for J:=1 to X do
  begin
    SS:=SS+I[J]*V[J]*Y[J];
    O[14]:=O[14]+I[J]*V[J]*I[J]*V[J];
  end;
B[14]:=SS/O[14]; SS:=0; O[15]:=0;
for J:=1 to X do
  begin
    SS:=SS+K[J]*V[J]*Y[J];
    O[15]:=O[15]+K[J]*V[J]*K[J]*V[J];
  end;
B[15]:=SS/O[15];
end;{GB1670}
procedure GB1730;
begin
  SS:=0; O[16]:=0;
  for J:=1 to X do
    begin
      SS:=SS+L[J]*Y[J];
      O[16]:=O[16]+L[J]*L[J];
    end;
  B[16]:=SS/O[16]; SS:=0; O[17]:=0;
  for J:=1 to X do
    begin
      SS:=SS+P[J]*L[J]*Y[J];
      O[17]:=O[17]+(P[J]*L[J])*(P[J]*L[J]);
    end;
  B[17]:=SS/O[17]; SS:=0; O[18]:=0;
  for J:=1 to X do
    begin
      SS:=SS+Q[J]*L[J]*Y[J];
      O[18]:=O[18]+(Q[J]*L[J])*(Q[J]*L[J]);
    end;
  B[18]:=SS/O[18]; SS:=0; O[19]:=0;
  for J:=1 to X do
    begin
      SS:=SS+L[J]*U[J]*Y[J];
      O[19]:=O[19]+(L[J]*U[J])*(L[J]*U[J]);
    end;
  B[19]:=SS/O[19]; SS:=0; O[20]:=0;
  for J:=1 to X do
    begin
      SS:=SS+L[J]*V[J]*Y[J];
      O[20]:=O[20]+(L[J]*V[J])*(L[J]*V[J]);
    end;
  B[20]:=SS/O[20];
end;{GB1730}
procedure GB1830;
begin
  SS:=0; O[21]:=0;
  for J:=1 to X do
    begin
      SS:=SS+M[J]*Y[J];

```

```

    O[21]:=O[21]+M[J]*M[J];
end;
B[21]:=SS/O[21]; SS:=0; O[22]:=0;
for J:=1 to X do
begin
    SS:=SS+P[J]*M[J]*Y[J];
    O[22]:=O[22]+(P[J]*M[J])*(P[J]*M[J]);
end;
B[22]:=SS/O[22]; SS:=0; O[23]:=0;
for J:=1 to X do
begin
    SS:=SS+Q[J]*M[J]*Y[J];
    O[23]:=O[23]+(Q[J]*M[J])*(Q[J]*M[J]);
end;
B[23]:=SS/O[23]; SS:=0; O[24]:=0;
for J:=1 to X do
begin
    SS:=SS+U[J]*M[J]*Y[J];
    O[24]:=O[24]+(U[J]*M[J])*(U[J]*M[J]);
end;
B[24]:=SS/O[24]; SS:=0; O[25]:=0;
for J:=1 to X do
begin
    SS:=SS+M[J]*V[J]*Y[J];
    O[25]:=O[25]+(M[J]*V[J])*(M[J]*V[J]);
end;
B[25]:=SS/O[25];
end;{GB1830}
procedure GB1930;
begin
    SS:=0; O[13]:=0;
    for J:=1 to X do
    begin
        SS:=SS+L[J]*Y[J];
        O[13]:=O[13]+L[J]*L[J];
    end;
    B[13]:=SS/O[13]; SS:=0; O[14]:=0;
    for J:=1 to X do
    begin
        SS:=SS+P[J]*L[J]*Y[J];
        O[14]:=O[14]+(P[J]*L[J])*(P[J]*L[J]);
    end;
    B[14]:=SS/O[14]; SS:=0; O[15]:=0;
    for J:=1 to X do
    begin
        SS:=SS+Q[J]*L[J]*Y[J];
        O[15]:=O[15]+(Q[J]*L[J])*(Q[J]*L[J]);
    end;
    B[15]:=SS/O[15]; SS:=0; O[16]:=0;
    for J:=1 to X do
    begin
        SS:=SS+L[J]*U[J]*Y[J];
        O[16]:=O[16]+(L[J]*U[J])*(L[J]*U[J]);
    end;
    B[16]:=SS/O[16];
end;{GB1930}
procedure GB2000;
begin
    SS:=0; O[4]:=0;
    for J:=1 to X do

```

```

begin
  SS:=SS+L[J]*Y[J];
  O[4]:=O[4]+L[J]*L[J];
end;
B[4]:=SS/O[4];
end;{GB2000}
procedure GB2020;
begin
  SS:=0; O[5]:=0;
  for J:=1 to X do
  begin
    SS:=SS+M[J]*Y[J];
    O[5]:=O[5]+M[J]*M[J];
  end;
  B[5]:=SS/O[5];
end;{GB2020}
procedure GB2040;
begin
  SS:=0; O[10]:=0;
  for J:=1 to X do
  begin
    SS:=SS+U[J]*Y[J];
    O[10]:=O[10]+U[J]*U[J];
  end;
  B[10]:=SS/O[10]; SS:=0; O[11]:=0;
  for J:=1 to X do
  begin
    SS:=SS+I[J]*U[J]*Y[J];
    O[11]:=O[11]+(I[J]*U[J])*(I[J]*U[J]);
  end;
  B[11]:=SS/O[11]; SS:=0; O[12]:=0;
  for J:=1 to X do
  begin
    SS:=SS+P[J]*U[J]*Y[J];
    O[12]:=O[12]+(P[J]*U[J])*(P[J]*U[J]);
  end;
  B[12]:=SS/O[12]; SS:=0; O[13]:=0;
  for J:=1 to X do
  begin
    SS:=SS+I[J]*P[J]*U[J]*Y[J];
    O[13]:=O[13]+(I[J]*P[J]*U[J])*(I[J]*P[J]*U[J]);
  end;
  B[13]:=SS/O[13]; SS:=0; O[14]:=0;
  for J:=1 to X do
  begin
    SS:=SS+V[J]*Y[J];
    O[14]:=O[14]+V[J]*V[J];
  end;
  B[14]:=SS/O[14]; SS:=0; O[15]:=0;
  for J:=1 to X do
  begin
    SS:=SS+I[J]*V[J]*Y[J];
    O[15]:=O[15]+(I[J]*V[J])*(I[J]*V[J]);
  end;
  B[15]:=SS/O[15]; SS:=0; O[16]:=0;
  for J:=1 to X do
  begin
    SS:=SS+P[J]*V[J]*Y[J];
    O[16]:=O[16]+(P[J]*V[J])*(P[J]*V[J]);
  end;
end;

```

```

B[16]:=SS/O[16]; SS:=0; O[17]:=0;
for J:=1 to X do
  begin
    SS:=SS+U[J]*K[J]*Y[J];
    O[17]:=O[17]+(U[J]*K[J])*(U[J]*K[J]);
  end;
B[17]:=SS/O[17]; SS:=0; O[18]:=0;
for J:=1 to X do
  begin
    SS:=SS+U[J]*Q[J]*Y[J];
    O[18]:=O[18]+(U[J]*Q[J])*(U[J]*Q[J]);
  end;
B[18]:=SS/O[18]; SS:=0; O[19]:=0;
for J:=1 to X do
  begin
    SS:=SS+I[J]*P[J]*V[J]*Y[J];
    O[19]:=O[19]+(I[J]*P[J]*V[J])*(I[J]*P[J]*V[J]);
  end;
B[19]:=SS/O[19]; SS:=0; O[20]:=0;
for J:=1 to X do
  begin
    SS:=SS+I[J]*U[J]*Q[J]*Y[J];
    O[20]:=O[20]+(I[J]*U[J]*Q[J])*(I[J]*U[J]*Q[J]);
  end;
B[20]:=SS/O[20]; SS:=0; O[21]:=0;
for J:=1 to X do
  begin
    SS:=SS+P[J]*U[J]*K[J]*Y[J];
    O[21]:=O[21]+(P[J]*U[J]*K[J])*(P[J]*U[J]*K[J]);
  end;
B[21]:=SS/O[21]; SS:=0; O[22]:=0;
for J:=1 to X do
  begin
    SS:=SS+K[J]*V[J]*Y[J];
    O[22]:=O[22]+(K[J]*V[J])*(K[J]*V[J]);
  end;
B[22]:=SS/O[22]; SS:=0; O[23]:=0;
for J:=1 to X do
  begin
    SS:=SS+Q[J]*V[J]*Y[J];
    O[23]:=O[23]+(Q[J]*V[J])*(Q[J]*V[J]);
  end;
B[23]:=SS/O[23]; SS:=0; O[24]:=0;
for J:=1 to X do
  begin
    SS:=SS+I[J]*Q[J]*V[J]*Y[J];
    O[24]:=O[24]+(I[J]*Q[J]*V[J])*(I[J]*Q[J]*V[J]);
  end;
B[24]:=SS/O[24]; SS:=0; O[25]:=0;
for J:=1 to X do
  begin
    SS:=SS+P[J]*K[J]*V[J]*Y[J];
    O[25]:=O[25]+(P[J]*K[J]*V[J])*(P[J]*K[J]*V[J]);
  end;
B[25]:=SS/O[25]; SS:=0; O[26]:=0;
for J:=1 to X do
  begin
    SS:=SS+U[J]*K[J]*Q[J]*Y[J];
    O[26]:=O[26]+(U[J]*K[J]*Q[J])*(U[J]*K[J]*Q[J]);
  end;

```

```

B[26]:=SS/O[26]; SS:=0; O[27]:=0;
for J:=1 to X do
begin
SS:=SS+K[J]*Q[J]*V[J]*Y[J];
O[27]:=O[27]+(K[J]*Q[J]*V[J])*(K[J]*Q[J]*V[J]);
end;
B[27]:=SS/O[27];
end;{GB2040}
procedure GB3660(A,B,E,N,R:real; var V0,U0,Q0:real);
var L2,N0,R0,N3,N4,N5:real;
begin
N0:=(ste(A,N)+ste(B,N)+ste(E,N))/3;
R0:=(ste(A,R)+ste(B,R)+ste(E,R))/3;
L2:=2*N;
N3:=(ste(A,L2)+ste(B,L2)+ste(E,L2))/3;
N4:=N+R;
N5:=(ste(A,N4)+ste(B,N4)+ste(E,N4))/3;
V0:=-N0;
U0:=(N0*R0-N5)/(N3-N0*N0);
Q0:=-R0+U0*N0;
end;{GB3660}
procedure GB3710(A,B,C,D,N,R,S:real; var V0,U0,Q0,I0,M0,F0:real);
var
N0,R0,S0,L2,N3,K2,R3,N4,N5,N6,N7,R4,R5,P0,Z1,Z2,Z3:real;
begin
N0:=(ste(A,N)+ste(B,N)+ste(C,N)+ste(D,N))/4;
R0:=(ste(A,R)+ste(B,R)+ste(C,R)+ste(D,R))/4;
S0:=(ste(A,S)+ste(B,S)+ste(C,S)+ste(D,S))/4;
L2:=2*N;
N3:=(ste(A,L2)+ste(B,L2)+ste(C,L2)+ste(D,L2))/4;
K2:=2*R;
R3:=(ste(A,K2)+ste(B,K2)+ste(C,K2)+ste(D,K2))/4;
N4:=N+R;
N5:=(ste(A,N4)+ste(B,N4)+ste(C,N4)+ste(D,N4))/4;
N6:=N+S;
N7:=(ste(A,N6)+ste(B,N6)+ste(C,N6)+ste(D,N6))/4;
R4:=R+S;
R5:=(ste(A,R4)+ste(B,R4)+ste(C,R4)+ste(D,R4))/4;
V0:=-N0;
U0:=(N0*R0-N5)/(N3-N0*N0);
Q0:=-R0+U0*N0;
P0:=(N0*S0-N7)/(N3-N0*N0);
Z1:=R0*S0-R5+P0*(N0*R0-N5);
Z2:=U0*(N0*S0-N7)+U0*P0*(N0*N0-N3);
Z3:=R3-R0*R0+2*U0*(N5-N0*R0);
I0:=(Z1+Z2)/(Z3+(N3-N0*N0)*U0*U0);
M0:=I0*U0+P0;
F0:=-S0+I0*R0+M0*N0;
end;{GB3710}
procedure GB3860(A,B,C,D,E,N,R,S,W:real;
var V0,U0,Q0,I0,M0,F0,G0,H0,K0,L0:real);
var
N0,R0,S0,W0,L2,N3,K2,R3,M2,S3,N4,N5:real;
N6,N7,N8,N9,R4,R5,R6,R7,S4,S5,P0:real;
Z1,Z2,Z3,Z4,Z5,Z6,Z7,Z0,Z8,Z9,T7:real;
T8,T9,G3,G4,G5,G6,G7:real;
begin
N0:=(ste(A,N)+ste(B,N)+ste(C,N)+ste(D,N)+ste(E,N))/5;
R0:=(ste(A,R)+ste(B,R)+ste(C,R)+ste(D,R)+ste(E,R))/5;
S0:=(ste(A,S)+ste(B,S)+ste(C,S)+ste(D,S)+ste(E,S))/5;

```

```

W0:=(ste(A,W)+ste(B,W)+ste(C,W)+ste(D,W)+ste(E,W))/5;
L2:=2*N;
N3:=(ste(A,L2)+ste(B,L2)+ste(C,L2)+ste(D,L2)+ste(E,L2))/5;
K2:=2*R;
R3:=(ste(A,K2)+ste(B,K2)+ste(C,K2)+ste(D,K2)+ste(E,K2))/5;
M2:=2*S;
S3:=(ste(A,M2)+ste(B,M2)+ste(C,M2)+ste(D,M2)+ste(E,M2))/5;
N4:=N+R;
N5:=(ste(A,N4)+ste(B,N4)+ste(C,N4)+ste(D,N4)+ste(E,N4))/5;
N6:=N+S;
N7:=(ste(A,N6)+ste(B,N6)+ste(C,N6)+ste(D,N6)+ste(E,N6))/5;
N8:=N+W;
N9:=(ste(A,N8)+ste(B,N8)+ste(C,N8)+ste(D,N8)+ste(E,N8))/5;
R4:=R+S;
R5:=(ste(A,R4)+ste(B,R4)+ste(C,R4)+ste(D,R4)+ste(E,R4))/5;
R6:=R+W;
R7:=(ste(A,R6)+ste(B,R6)+ste(C,R6)+ste(D,R6)+ste(E,R6))/5;
S4:=S+W;
S5:=(ste(A,S4)+ste(B,S4)+ste(C,S4)+ste(D,S4)+ste(E,S4))/5;
V0:=-N0;
U0:=(N0*R0-N5)/(N3-N0*N0);
Q0:=-R0+U0*N0;
P0:=(N0*S0-N7)/(N3-N0*N0);
Z1:=R0*S0-R5+P0*(N0*R0-N5);
Z2:=U0*(N0*S0-N7)+U0*P0*(N0*N0-N3);
Z3:=R3-R0*R0+2*U0*(N5-N0*R0);
I0:=(Z1+Z2)/(Z3+(N3-N0*N0)*U0*U0);
M0:=I0*U0+P0;
F0:=-S0+I0*R0+M0*N0;
Z4:=R0+U0*N0;
Z5:=Z4*N0-N5-U0*N3;
Z6:=R3+U0*N5-Z4*R0-Z5*U0;
Z7:=Z4*S0+Z5*P0-R5-U0*N7;
Z0:=(N0*W0-N9)/(N3-N0*N0);
Z8:=Z5*Z0+Z4*W0-R7-U0*N9;
Z9:=S3+I0*R5+M0*N7;
T7:=R5+I0*R3+M0*N5;
T8:=N7+I0*N5+M0*N3;
T9:=S0+I0*R0+M0*N0;
G3:=S5+I0*R7+M0*N9;
G4:=T9*N0-T8;
G5:=Z9-T9*S0-G4*P0;
G6:=T9*R0-T7+G4*U0;
G7:=G4*Z0+T9*W0-G3;
G0:=(Z6*G7+Z8*G6)/(Z6*G5-Z7*G6);
H0:=(G0*Z7+Z8)/Z6;
K0:=G0*P0+H0*U0+Z0;
L0:=-W0+G0*S0+H0*R0+K0*N0;
end;{GB3860}
procedure GB4150;
begin
for J:=1 to X do
begin
I[J]:=ste(F[J],J1)+V1;
K[J]:=ste(F[J],O1)+U1*ste(F[J],J1)+Q1;
end;
end;{GB4150}
procedure GB4210;
begin
for J:=1 to X do

```

```

begin
  I[J]:=ste(F[J],J1)+V1;
  K[J]:=ste(F[J],O1)+U1*ste(F[J],J1)+Q1;
  L[J]:=ste(F[J],P1)+I1*ste(F[J],O1)+M1*ste(F[J],J1)+F1;
end;
end;{Gb4210}
procedure GB4290;
begin
  for J:=1 to X do
  begin
    I[J]:=ste(F[J],J1)+V1;
    K[J]:=ste(F[J],O1)+U1*ste(F[J],J1)+Q1;
    L[J]:=ste(F[J],P1)+I1*ste(F[J],O1)+M1*ste(F[J],J1)+F1;
    M[J]:=ste(F[J],T1)+G1*ste(F[J],P1)+H1*ste(F[J],O1)
    +K1*ste(F[J],J1)+L1;
  end;
end;{GB4290}
procedure GB4170;
begin
  for J:=1 to X do
  begin
    P[J]:=ste(H[J],J2)+V2;
    Q[J]:=ste(H[J],O2)+U2*ste(H[J],J2)+Q2;
  end;
end;{GB4170}
procedure GB4190;
begin
  for J:=1 to X do
  begin
    U[J]:=ste(L[J],J3)+V3;
    V[J]:=ste(L[J],O3)+U3*ste(L[J],J3)+Q3;
  end;
end;{GB4190}
procedure GB4250;
begin
  for J:=1 to X do
  begin
    P[J]:=ste(H[J],J2)+V2;
    Q[J]:=ste(H[J],O2)+U2*ste(H[J],J2)+Q2;
    U[J]:=ste(H[J],P2)+I2*ste(H[J],O2)+M2*ste(H[J],J2)+F2;
  end;
end;{GB4250}
procedure GB4340;
begin
  for J:=1 to X do
  begin
    P[J]:=ste(H[J],J2)+V2;
    Q[J]:=ste(H[J],O2)+U2*ste(H[J],J2)+Q2;
    U[J]:=ste(H[J],P2)+I2*ste(H[J],O2)+M2*ste(H[J],J2)+F2;
    V[J]:=ste(H[J],T2)+G2*ste(H[J],P2)+H2*ste(H[J],O2)
    +K2*ste(H[J],J2)+L2;
  end;
end;{GB4340}
procedure GB4400;
begin
  for J:=1 to X do
  Z[J]:=B[1]+B[2]*I[J]+B[3]*K[J]+B[4]*L[J];
end;{GB4400}
procedure GB4420;
begin

```

```

for J:=1 to X do
  Z[J]:=B[1]+B[2]*I[J]+B[3]*K[J]+B[4]*L[J]+B[5]*M[J];
end;{GB4420}
procedure GB4450;
begin
  for J:=1 to X do
    begin
      N3:=B[1]+B[2]*I[J]+B[3]*K[J]+B[4]*P[J];
      N4:=B[5]*I[J]*P[J]+B[6]*Q[J]+B[7]*I[J]*Q[J];
      N5:=B[8]*P[J]*K[J]+B[9]*K[J]*Q[J];
      Z[J]:=N3+N4+N5;
    end;
  end;{GB4450}
procedure GB4490;
begin
  for J:=1 to X do
    begin
      N3:=B[1]+B[2]*I[J]+B[3]*K[J]+B[4]*P[J];
      N4:=B[5]*I[J]*P[J]+B[6]*Q[J]+B[7]*I[J]*Q[J]+B[8]*P[J]*K[J];
      N5:=B[9]*K[J]*Q[J]+B[10]*U[J]+B[11]*I[J]*U[J];
      Z[J]:=N3+N4+N5+B[12]*K[J]*U[J];
    end;
  end;{GB4490}
procedure GB4530;
begin
  for J:=1 to X do
    begin
      N3:=B[1]+B[2]*I[J]+B[3]*K[J]+B[4]*P[J];
      N4:=B[5]*I[J]*P[J]+B[6]*Q[J]+B[7]*I[J]*Q[J]+B[8]*P[J]*K[J];
      N5:=B[9]*K[J]*Q[J]+B[10]*U[J]+B[11]*I[J]*U[J];
      N6:=B[12]*K[J]*U[J]+B[13]*V[J]+B[14]*I[J]*V[J];
      Z[J]:=N3+N4+N5+N6+B[15]*K[J]*V[J];
    end;
  end;{GB4530}
procedure GB4580;
begin
  for J:=1 to X do
    begin
      N3:=B[1]+B[2]*I[J]+B[3]*K[J]+B[4]*P[J];
      N4:=B[5]*I[J]*P[J]+B[6]*Q[J]+B[7]*I[J]*Q[J]+B[8]*P[J]*K[J];
      N5:=B[9]*K[J]*Q[J]+B[10]*U[J]+B[11]*I[J]*U[J]+B[12]*K[J]*U[J];
      N6:=B[13]*L[J]+B[14]*P[J]*L[J]+B[15]*Q[J]*L[J];
      Z[J]:=N3+N4+N5+N6+B[16]*L[J]*U[J];
    end;
  end;{GB4580}
procedure GB4630;
begin
  for J:=1 to X do
    begin
      N3:=B[1]+B[2]*I[J]+B[3]*K[J]+B[4]*P[J];
      N4:=B[5]*I[J]*P[J]+B[6]*Q[J]+B[7]*I[J]*Q[J]+B[8]*P[J]*K[J];
      N5:=B[9]*K[J]*Q[J]+B[10]*U[J]+B[11]*I[J]*U[J];
      N6:=B[12]*K[J]*U[J]+B[13]*V[J]+B[14]*I[J]*V[J]+B[15]*K[J]*V[J];
      N7:=B[16]*L[J]+B[17]*P[J]*L[J]+B[18]*Q[J]*L[J]+B[19]*L[J]*U[J];
      Z[J]:=N3+N4+N5+N6+N7+B[20]*L[J]*V[J];
    end;
  end;{GB4630}
procedure GB4690;
begin
  for J:=1 to X do

```



```

begin
  N3:=B[1]+B[2]*I[J]+B[3]*K[J]+B[4]*P[J];
  N4:=B[5]*I[J]*P[J]+B[6]*Q[J]+B[7]*I[J]*Q[J]+B[8]*P[J]*K[J];
  N5:=B[9]*K[J]*Q[J]+B[10]*U[J]+B[11]*I[J]*U[J];
  N6:=B[12]*K[J]*U[J]+B[13]*V[J]+B[14]*I[J]*V[J]+B[15]*K[J]*V[J];
  N7:=B[16]*L[J]+B[17]*P[J]*L[J]+B[18]*Q[J]*L[J]+B[19]*L[J]*U[J];
  R3:=B[20]*L[J]*V[J]+B[21]*M[J]+B[22]*P[J]*M[J];
  R4:=B[23]*Q[J]*M[J]+B[24]*U[J]*M[J]+B[25]*M[J]*V[J];
  Z[J]:=N3+N4+N5+N6+N7+R3+R4;
end;
end;{GB4690}
procedure GB4390;
begin
  for J:=1 to X do
    Z[J]:=B[1]+B[2]*I[J]+B[3]*K[J];
  end;{GB4390}
procedure GB4770;
begin
  for J:=1 to X do
    begin
      N3:=B[1]+B[2]*I[J]+B[3]*K[J]+B[4]*P[J];
      N4:=B[5]*I[J]*P[J]+B[6]*Q[J]+B[7]*I[J]*Q[J]+B[8]*P[J]*K[J];
      N5:=B[9]*K[J]*Q[J]+B[10]*U[J]+B[11]*I[J]*U[J]+B[12]*P[J]*U[J];
      N6:=B[13]*I[J]*P[J]*U[J]+B[14]*V[J]+B[15]*I[J]*V[J];
      N7:=B[16]*P[J]*V[J]+B[17]*U[J]*K[J]+B[18]*U[J]*Q[J];
      R0:=B[19]*I[J]*P[J]*V[J]+B[20]*I[J]*U[J]*Q[J];
      R4:=B[21]*P[J]*U[J]*K[J]+B[22]*K[J]*V[J]+B[23]*Q[J]*V[J];
      R5:=B[24]*I[J]*Q[J]*V[J]+B[25]*P[J]*K[J]*V[J];
      R6:=B[26]*U[J]*K[J]*Q[J]+B[27]*K[J]*Q[J]*V[J];
      Z[J]:=N3+N4+N5+N6+N7+R0+R4+R5+R6;
    end;
  end;{GB4770}
end.

unit TPG3_3;
Interface
uses tpg3_2;
var
  grDriver: Integer;
  grMode: Integer;
procedure PR_MOD; procedure GB4880;
procedure GB7000; procedure VVOD31;
procedure VVOD32; procedure VVOD33;
procedure VVOD41; procedure VVOD42;
procedure VVOD51; procedure VVOD52;
procedure tablF9; procedure OUT_F_H_L(PR:integer);
Implementation
procedure VVOD31;
begin
  writeln('Ввод A1 E1 B1 J1 O1');
  readln(A1,E1,B1,J1,O1);
  writeln(F0,'A1=',A1,' E1=',E1,' B1=',B1);
  writeln(F0,'J1=',J1,' O1=',O1);
end;{VVOD31}
procedure VVOD32;
begin
  writeln('Ввод A2 E2 B2 J2 O2');
  readln(A2,E2,B2,J2,O2);
  writeln(F0,'A2=',A2,' E2=',E2,' B2=',B2);
  writeln(F0,'J2=',J2,' O2=',O2);

```

```

end;{VVOD32}
procedure VVOD33;
begin
  writeln('Ввод A3 E3 B3 J3 O3');
  readln(A3,E3,B3,J3,O3);
  writeln(F0,'A3=',A3,' E3=',E3,' B3=',B3);
  writeln(F0,'J3=',J3,' O3=',O3);
end;{VVOD33}
procedure VVOD41;
begin
  writeln('Ввод A1 C1 D1 B1 J1 O1 P1');
  readln(A1,C1,D1,B1,J1,O1,P1);
  writeln(F0,'A1=',A1,' C1=',C1,' D1=',D1);
  writeln(F0,'B1=',B1,' J1=',J1,' O1=',O1);
  writeln(F0,'P1=',P1);
end;{VVOD41}
procedure VVOD42;
begin
  writeln('Ввод A2 C2 D2 B2 J2 O2 P2');
  readln(A2,C2,D2,B2,J2,O2,P2);
  writeln(F0,'A2=',A2,' C2=',C2,' D2=',D2);
  writeln(F0,'B2=',B2,' J2=',J2,' O2=',O2);
  writeln(F0,'P2=',P2);
end;{VVOD42}
procedure VVOD51;
begin
  writeln('Ввод A1 C1 E1 D1 B1 J1 O1 P1 T1');
  readln(A1,C1,E1,D1,B1,J1,O1,P1,T1);
  writeln(F0,'A1=',A1,' C1=',C1,' E1=',E1);
  writeln(F0,'D1=',D1,' B1=',B1,' J1=',J1);
  writeln(F0,'O1=',O1,' P1=',P1,' T1=',T1);
end;{VVOD51}
procedure VVOD52;
begin
  writeln('Ввод A2 C2 E2 D2 B2 J2 O2 P2 T2');
  readln(A2,C2,E2,D2,B2,J2,O2,P2,T2);
  writeln(F0,'A2=',A2,' C2=',C2,' E2=',E2);
  writeln(F0,'D2=',D2,' B2=',B2,' J2=',J2);
  writeln(F0,'O2=',O2,' P2=',P2,' T2=',T2);
end;{VVOD52}
procedure PR_MOD;
begin
  case X of
  3: begin
    F[1]:=A1; F[2]:=B1; F[3]:=E1;
    end;
  4: begin
    F[1]:=A1; F[2]:=B1; F[3]:=C1; F[4]:=D1;
    end;
  5: begin
    F[1]:=A1; F[2]:=B1; F[3]:=C1; F[4]:=D1; F[5]:=E1;
    end;
  9: begin
    F[1]:=A1; H[1]:=A2; F[2]:=B1; H[2]:=A2; F[3]:=A1;
    H[3]:=B2; F[4]:=B1; H[4]:=B2; F[5]:=A1; H[5]:=E2;
    F[6]:=B1; H[6]:=E2; F[7]:=E1; H[7]:=A2; F[8]:=E1;
    H[8]:=B2; F[9]:=E1; H[9]:=E2;
    end;
  12:begin
    F[1]:=A1; H[1]:=A2; F[2]:=B1; H[2]:=A2; F[3]:=A1;

```

```

H[3]:=B2; F[4]:=B1; H[4]:=B2; F[5]:=E1; H[5]:=A2;
F[6]:=E1; H[6]:=B2; F[7]:=A1; H[7]:=C2; F[8]:=B1;
H[8]:=D2; F[9]:=A1; H[9]:=D2; F[10]:=B1; H[10]:=C2;
F[11]:=E1; H[11]:=C2; F[12]:=E1; H[12]:=D2;
end;
15:begin
F[1]:=A1; H[1]:=A2; F[2]:=B1; H[2]:=A2; F[3]:=A1;
H[3]:=B2; F[4]:=B1; H[4]:=B2; F[5]:=A1; H[5]:=E2;
F[6]:=B1; H[6]:=E2; F[7]:=E1; H[7]:=A2; F[8]:=E1;
H[8]:=B2; F[9]:=E1; H[9]:=E2; F[10]:=A1; H[10]:=C2;
F[11]:=B1; H[11]:=D2; F[12]:=A1; H[12]:=D2; F[13]:=B1;
H[13]:=C2; F[14]:=E1; H[14]:=C2; F[15]:=E1; H[15]:=D2;
end;
16:begin
F[1]:=A1; H[1]:=A2; F[2]:=B1; H[2]:=A2; F[3]:=A1;
H[3]:=B2; F[4]:=B1; H[4]:=B2; F[5]:=A1; H[5]:=C2;
F[6]:=B1; H[6]:=C2; F[7]:=A1; H[7]:=D2; F[8]:=B1;
H[8]:=D2; F[9]:=C1; H[9]:=A2; F[10]:=C1; H[10]:=C2;
F[11]:=C1; H[11]:=D2; F[12]:=C1; H[12]:=B2; F[13]:=D1;
H[13]:=A2; F[14]:=D1; H[14]:=C2; F[15]:=D1; H[15]:=D2;
F[16]:=D1; H[16]:=B2;
end;
20:begin
F[1]:=A1; H[1]:=A2; F[2]:=B1; H[2]:=A2; F[3]:=A1;
H[3]:=B2; F[4]:=B1; H[4]:=B2; F[5]:=A1; H[5]:=E2;
F[6]:=B1; H[6]:=E2; F[7]:=A1; H[7]:=C2; F[8]:=B1;
H[8]:=D2; F[9]:=A1; H[9]:=D2; F[10]:=B1; H[10]:=C2;
F[11]:=C1; H[11]:=A2; F[12]:=C1; H[12]:=C2; F[13]:=C1;
H[13]:=E2; F[14]:=C1; H[14]:=D2; F[15]:=C1; H[15]:=B2;
F[16]:=D1; H[16]:=A2; F[17]:=D1; H[17]:=C2; F[18]:=D1;
H[18]:=E2; F[19]:=D1; H[19]:=D2; F[20]:=D1; H[20]:=B2;
end;
25:begin
F[1]:=A1; H[1]:=A2; F[2]:=B1; H[2]:=A2; F[3]:=A1;
H[3]:=B2; F[4]:=B1; H[4]:=B2; F[5]:=A1; H[5]:=E2;
F[6]:=B1; H[6]:=E2; F[7]:=E1; H[7]:=A2; F[8]:=E1;
H[8]:=B2; F[9]:=E1; H[9]:=E2; F[10]:=A1; H[10]:=C2;
F[11]:=B1; H[11]:=D2; F[12]:=A1; H[12]:=D2; F[13]:=B1;
H[13]:=C2; F[14]:=E1; H[14]:=C2; F[15]:=E1; H[15]:=D2;
F[16]:=C1; H[16]:=A2; F[17]:=C1; H[17]:=C2; F[18]:=C1;
H[18]:=E2; F[19]:=C1; H[19]:=D2; F[20]:=C1; H[20]:=B2;
F[21]:=D1; H[21]:=A2; F[22]:=D1; H[22]:=C2; F[23]:=D1;
H[23]:=E2; F[24]:=D1; H[24]:=D2; F[25]:=D1; H[25]:=B2;
end;
27:begin
F[1]:=A1; H[1]:=A2; L[1]:=A3; F[2]:=B1; H[2]:=A2;
L[2]:=A3; F[3]:=A1; H[3]:=B2; L[3]:=A3; F[4]:=B1;
H[4]:=B2; L[4]:=A3; F[5]:=A1; H[5]:=A2; L[5]:=B3;
F[6]:=B1; H[6]:=A2; L[6]:=B3; F[7]:=A1; H[7]:=B2;
L[7]:=B3; F[8]:=B1; H[8]:=B2; L[8]:=B3; F[9]:=A1;
H[9]:=E2; L[9]:=E3; F[10]:=B1; H[10]:=E2; L[10]:=E3;
F[11]:=E1; H[11]:=A2; L[11]:=E3; F[12]:=E1; H[12]:=B2;
L[12]:=E3; F[13]:=E1; H[13]:=E2; L[13]:=A3; F[14]:=E1;
H[14]:=E2; L[14]:=B3; F[15]:=A1; H[15]:=A2; L[15]:=E3;
F[16]:=B1; H[16]:=A2; L[16]:=E3; F[17]:=A1; H[17]:=B2;
L[17]:=E3; F[18]:=B1; H[18]:=B2; L[18]:=E3; F[19]:=A1;
H[19]:=E2; L[19]:=A3; F[20]:=B1; H[20]:=E2; L[20]:=A3;
F[21]:=A1; H[21]:=E2; L[21]:=B3; F[22]:=B1; H[22]:=E2;
L[22]:=B3; F[23]:=E1; H[23]:=A2; L[23]:=A3; F[24]:=E1;
H[24]:=B2; L[24]:=A3; F[25]:=E1; H[25]:=A2; L[25]:=B3;

```

```

F[26]:=E1; H[26]:=B2; L[26]:=B3; F[27]:=E1; H[27]:=E2;
L[27]:=E3;
end;
end;
end;
procedure GB4880;
begin
writeln(F0,'Математическая модель');
if X=3 then
writeln(F0,'Z(J)=' ,B[1]:10,'+',B[2]:10,'*I(J)+' ,B[3]:10,'*K(J),');
if X=9 then
begin
writeln(F0,'Z(J)=' ,B[1]:10,'+',B[2]:10,'*I(J)+' ,B[3]:10,'*K(J)+' );
writeln(F0,'+',B[4]:10,'*P(J)+' ,B[5]:10,'*I(J)*P(J)+' );
writeln(F0,'+',B[6]:10,'*Q(J)+' ,B[7]:10,'*I(J)*Q(J)+' );
writeln(F0,'+',B[8]:10,'*P(J)*K(J)+' ,B[9]:10,'*K(J)*Q(J),');
end;
if X=27 then
begin
writeln(F0,'Z(J)=' ,B[1]:10,'+',B[2]:10,'*I(J)+' ,B[3]:10,'*K(J)+' );
writeln(F0,'+',B[4]:10,'*P(J)+' ,B[5]:10,'*I(J)*P(J)+' );
writeln(F0,'+',B[6]:10,'*Q(J)+' ,B[7]:10,'*I(J)*Q(J)+' );
writeln(F0,'+',B[8]:10,'*P(J)*K(J)+' ,B[9]:10,'*K(J)*Q(J)+' );
writeln(F0,'+',B[10]:10,'*U(J)+' ,B[11]:10,'*I(J)*U(J)+' );
writeln(F0,'+',B[12]:10,'*P(J)*U(J)+' ,B[13]:10,'*I(J)*P(J)*U(J)+' );
writeln(F0,'+',B[14]:10,'*V(J)+' ,B[15]:10,'*I(J)*V(J)+' );
writeln(F0,'+',B[16]:10,'*P(J)*V(J)+' ,B[17]:10,'*U(J)*K(J)+' );
writeln(F0,'+',B[18]:10,'*U(J)*Q(J)+' ,B[19]:10,'*I(J)*P(J)*V(J)+' );
writeln(F0,'+',B[20]:10,'*I(J)*U(J)*Q(J)+' ,B[21]:10,'*P(J)*U(J)*K(J)+' );
writeln(F0,'+',B[22]:10,'*K(J)*V(J)+' ,B[23]:10,'*Q(J)*V(J)+' );
writeln(F0,'+',B[24]:10,'*I(J)*Q(J)*V(J)+' ,B[25]:10,'*P(J)*K(J)*V(J)+' );
writeln(F0,'+',B[26]:10,'*U(J)*K(J)*Q(J)+' ,B[27]:10,'*K(J)*Q(J)*V(J),');
end;
if (X=3) or (X=27) or (X=9) then
begin
writeln(F0,'ГДЕ');
writeln(F0,'I(J)=F(J)^(J1:10,'+',V1:10,',');
writeln(F0,'K(J)=F(J)^(O1:10,'+',U1:10,'*F(J)^(J1:10,'+',Q1:10);
end;
if (X=9) or (X=27) then
begin
writeln(F0,'P(J)=H(J)^(J2:10,'+',V2:10,',');
writeln(F0,'Q(J)=H(J)^(O2:10,'+',U2:10,'*H(J)^(J2:10,'+',Q2:10);
end;
if X=27 then
begin
writeln(F0,'U(J)=L(J)^(J3:10,'+',V3:10,',');
write(F0,'V(J)=L(J)^(O3:10,'+',O3:10,'+',U3:10,'*L(J)^(');
writeln(F0,J3:10,'+',Q3:10);
end;
if X=4 then
begin
writeln(F0,'Z(J)=' ,B[1]:10,'+',B[2]:10,'*I(J)+' ,B[3]:10,'*K(J)+' );
writeln(F0,'+',B[4]:10,'*L(J),');
end;
if X=5 then
begin
writeln(F0,'Z(J)=' ,B[1]:10,'+',B[2]:10,'*I(J)+' ,B[3]:10,'*K(J)+' );
writeln(F0,'+',B[4]:10,'*L(J)+' ,B[5]:10,'*M(J),');
end;
end;

```

```

if X=12 then
  begin
    writeln(F0,'Z(J)=';B[1]:10,'+',B[2]:10,'*I(J)+';B[3]:10,'*K(J)+';
    writeln(F0,'+',B[4]:10,'*P(J)+';B[5]:10,'*I(J)*P(J)+';
    writeln(F0,'+',B[6]:10,'*Q(J)+';B[7]:10,'*I(J)*Q(J)+';
    writeln(F0,'+',B[8]:10,'*P(J)*K(J)+';B[9]:10,'*K(J)*Q(J)+';
    writeln(F0,'+',B[10]:10,'*U(J)+';B[11]:10,'*I(J)*U(J)+';
    writeln(F0,'+',B[12]:10,'*K(J)*U(J),');
    end;
  if X=15 then
    begin
      writeln(F0,'Z(J)=';B[1]:10,'+',B[2]:10,'*I(J)+';B[3]:10,'*K(J)+';
      writeln(F0,'+',B[4]:10,'*P(J)+';B[5]:10,'*I(J)*P(J)+';
      writeln(F0,'+',B[6]:10,'*Q(J)+';B[7]:10,'*I(J)*Q(J)+';
      writeln(F0,'+',B[8]:10,'*P(J)*K(J),';B[9]:10,'*K(J)*Q(J)+';
      writeln(F0,'+',B[10]:10,'*U(J)+';B[11]:10,'*I(J)*U(J)+';
      writeln(F0,'+',B[12]:10,'*K(J)*U(J)+';B[13]:10,'*V(J)+';
      writeln(F0,'+',B[14]:10,'*I(J)*V(J)+';B[15]:10,'*K(J)*V(J),');
      end;
    if X=16 then
      begin
        writeln(F0,'Z(J)=';B[1]:10,'+',B[2]:10,'*I(J)+';B[3]:10,'*K(J)+';
        writeln(F0,'+',B[4]:10,'*P(J)+';B[5]:10,'I(J)*P(J)+';
        writeln(F0,'+',B[6]:10,'*Q(J)+';B[7]:10,'*I(J)*Q(J)+';
        writeln(F0,'+',B[8]:10,'*P(J)*K(J)+';B[9]:10,'*K(J)*Q(J)+';
        writeln(F0,'+',B[10]:10,'*U(J)+';B[11]:10,'*I(J)*U(J)+';
        writeln(F0,'+',B[12]:10,'*K(J)*U(J)+';B[13]:10,'*L(J)+';
        writeln(F0,'+',B[14]:10,'*P(J)*L(J)+';B[15]:10,'*Q(J)*L(J)+';
        writeln(F0,'+',B[16]:10,'*L(J)*U(J),');
        end;
      if X=20 then
        begin
          writeln(F0,'Z(J)=';B[1]:10,'+',B[2]:10,'*I(J)+';B[3]:10,'*K(J)+';
          writeln(F0,'+',B[4]:10,'*P(J)+';B[5]:10,'*I(J)*P(J)+';
          writeln(F0,'+',B[6]:10,'*Q(J)+';B[7]:10,'*I(J)+Q(J)+';
          writeln(F0,'+',B[8]:10,'*P(J)*K(J)+';B[9]:10,'*K(J)*Q(J)+';
          writeln(F0,'+',B[10]:10,'*U(J)+';B[11]:10,'*I(J)*U(J)+';
          writeln(F0,'+',B[12]:10,'*K(J)*U(J)+';B[13]:10,'*V(J)+';
          writeln(F0,'+',B[14]:10,'*I(J)*V(J)+';B[15]:10,'*I(J)*V(J)+';
          writeln(F0,'+',B[16]:10,'*L(J)+';B[17]:10,'*P(J)*L(J)+';
          writeln(F0,'+',B[18]:10,'*Q(J)*L(J)+';B[19]:10,'*L(J)*U(J)+';
          writeln(F0,'+',B[20]:10,'*L(J)*V(J),');
          end;
        if X=25 then
          begin
            writeln(F0,'Z(J)=';B[1]:10,'+',B[2]:10,'*I(J)+';B[3]:10,'*K(J)+';
            writeln(F0,'+',B[4]:10,'*P(J)+';B[5]:10,'*I(J)*P(J)+';
            writeln(F0,'+',B[6]:10,'*Q(J)+';B[7]:10,'*I(J)*Q(J)+';
            writeln(F0,'+',B[8]:10,'*P(J)*Q(J)+';B[9]:10,'*K(J)*Q(J)+';
            writeln(F0,'+',B[10]:10,'*U(J)+';B[11]:10,'*I(J)*U(J)+';
            writeln(F0,'+',B[12]:10,'*K(J)*U(J)+';B[13]:10,'*V(J)+';
            writeln(F0,'+',B[14]:10,'*I(J)*V(J)+';B[15]:10,'*I(J)*V(J)+';
            writeln(F0,'+',B[16]:10,'*L(J)+';B[17]:10,'*P(J)*L(J)+';
            writeln(F0,'+',B[18]:10,'*Q(J)*L(J)+';B[19]:10,'*L(J)*U(J)+';
            writeln(F0,'+',B[20]:10,'*L(J)*V(J)+';B[21]:10,'*M(J)+';
            writeln(F0,'+',B[22]:10,'*P(J)*M(J)+';B[23]:10,'*Q(J)*M(J)+';
            writeln(F0,'+',B[24]:10,'*U(J)*M(J)+';B[25]:10,'*M(J)*V(J),');
            end;
          if (X=4)or(X=5)or(X=12)or(X=15)or(X=16)or
            (X=20)or(X=20)or(X=25) then

```

```

begin
writeln(F0,ГДЕ');
writeln(F0,I(J)=F(J)^(J1:10,'+',V1:10,','));
writeln(F0,K(J)=F(J)^(O1:10,'+',U1:10,'*F(J)^(J1:10,'+',Q1:10));
end;
if (X=4)or(X=5)or(X=16)or(X=20)or(X=25)then
begin
writeln(F0,L(J)=F(J)^(P1:10,'+',I1:10,'*F(J)^(O1:10,'+');
writeln(F0,'+',M1:10,'F(J)^(J1:10,'+',F1:10));
end;
if (X=5)or(X=25) then
begin
writeln(F0,M(J)=F(J)^(T1:10,'+',G1:10,'*F(J)^(P1:10,'+');
writeln(F0,'+',H1:10,'*F(J)^(O1:10,'+',K1:10,'*F(J)^(I1:10,'+',L1:10));
end;
if (X=12)or(X=15) or (X=16) or (X=20) or (X=25) then
begin
writeln(F0,P(J)=H(J)^(J2:10,'+',V2:10,','));
writeln(F0,Q(J)=H(J)^(O2:10,'+',U2:10,'*H(J)^(J2:10,'+',Q2:10,','));
writeln(F0,U(J)=H(J)^(P2:10,'+',I2:10,'*H(J)^(O2:10,'+');
writeln(F0,'+',M2:10,'*H(J)^(J2:10,'+',F2:10));
end;
if (X=12) or (X=15) or (X=20) or (X=25) then
begin
writeln(F0,V(J)=H(J)^(T2:10,'+',G2:10,'*H(J)^(P2:10,'+');
writeln(F0,'+',H2:10,'*H(J)^(O2:10,'+',K2:10,'*H(J)^(J2:10,'+');
writeln(F0,'+',L2:10));
end;
end; {GB4880}
procedure GB7000;
label 1;
begin
repeat
writeln('vvod X');
readln(X);
writeln('X=',X);
writeln(F0,'X=',X);
if (X=3)or(X=4)or(X=5) then I0:=61;
if (X=9)or(X=12)or(X=15)or(X=16)or(X=20)or(X=25) then I0:=62;
if X=27 then I0:=63;
if I0=61 then
begin
case X of
3: I0:=73;
4: I0:=74;
5: I0:=75;
end;
F3:=0; F4:=0; K5:=0;
writeln('Фактор F(1)=F3+F4');
for J:=1 to X do
begin
F[J]:=0; Z[J]:=0;
end;
writeln('F4-шаг приращения фактора');
writeln('X-количество значений фактора');
writeln('Ввод принятых величин X F3 F4');
readln(X,F3,F4);
writeln(F0,'F4-шаг приращения фактора');
writeln(F0,'X-количество значений фактора');
writeln(F0,'X=',X,' F3=',F3,' F4=',F4);

```

```

for K5:=1 to X do
begin
  F[K5]:=F3+K5*F4;
  writeln('F(',K5,')=',F[K5]);
end; {for}
case I0 of
73:begin
  GB4150; GB4390;
  end;
74:begin
  GB4210; GB4400;
  end;
75:begin
  GB4290; GB4420;
  end;
end; {case}
for K5:=1 to X do
  writeln('Z(',K5,')=',Z[K5]);
OUT_F_H_L(73);
end; {if}
if I0=62 then
begin
  case X of
    9: I0:=76;
    12:I0:=77;
    15:I0:=78;
    16:I0:=79;
    20:I0:=80;
    25:I0:=81;
  end;
F3:=0; F4:=0; H3:=0;
H4:=0; K5:=0;
writeln('Фактор F(1)=F3+F4');
writeln(F0,'Фактор F(1)=F3+F4');
for J:=1 to X do
begin
  F[J]:=0; H[J]:=0; Z[J]:=0;
  end;
writeln('F4-шаг приращения 1-го фактора');
writeln('Фактор H(1)=H3+H4');
writeln('H4-шаг приращения 2-го фактора');
writeln('X-количество значений 1,2-го фактора');
writeln('Ввод принятых величин X F3 F4 H3 H4');
writeln(F0,'F4-шаг приращения 1-го фактора');
writeln(F0,'Фактор H(1)=H3+H4');
writeln(F0,'H4-шаг приращения 2-го фактора');
writeln(F0,'X-количество значений 1,2-го фактора');
readln(X,F3,F4,H3,H4);
writeln(F0,'X=',X,' F3=',F3,' F4=',F4);
writeln(F0,'H3=',H3,' H4=',H4);
for K5:=1 to X do
begin
  F[K5]:=F3+K5*F4;
  writeln('F(',K5,')=',F[K5]);
  H[K5]:=H3+K5*H4;
  writeln('H(',K5,')=',H[K5]);
  case I0 of
76:begin
  GB4150; GB4170; GB4450;
  end;

```

```

77:begin
  GB4150; GB4250; GB4490;
end;
78:begin
  GB4150; GB4340; GB4530;
end;
79:begin
  GB4210; GB4250; GB4580;
end;
80:begin
  GB4210; GB4340; GB4630;
end;
81:begin
  GB4290; GB4340; GB4690;
end;
end; {case}
writeln('Z(',K5,')=',Z[K5]);
end; {for}
for K5:=1 to X do
  writeln('Z(',K5,')=',Z[K5]);
OUT_F_H_L(74);
end; {if}
if I0=63 then
begin
  K5:=0; F3:=0; F4:=0; H3:=0;
  H4:=0; L3:=0; L4:=0;
  writeln('Факторы F(1)=F3+F4, H(1)=H3+H4, L(1)=L3+L4');
  writeln(F0,'Факторы F(1)=F3+F4, H(1)=H3+H4, L(1)=L3+L4');
  for J:=1 to X do
  begin
    F[J]:=0; H[J]:=0; L[J]:=0; Z[J]:=0;
  end;
  X:=0;
  writeln('F4,H4,L4-шаг приращения 1,2,3-го фактора');
  writeln('X-количество значений 1,2,3-го фактора');
  writeln(F0,'F4,H4,L4-шаг приращения 1,2,3-го фактора');
  writeln(F0,'X-количество значений 1,2,3-го фактора');
  writeln('Ввод принятых величин');
  writeln('X,F3,F4,H3,H4,L3,L4');
  readln(X,F3,F4,H3,H4,L3,L4);
  writeln(F0,'X=',X,' F3=',F3,' F4=',F4);
  writeln(F0,'H3=',H3,' H4=',H4);
  writeln(F0,'L3=',L3,' L4=',L4);
  for K5:=1 to X do
  begin
    F[K5]:=F3+K5*F4;
    writeln('F(',K5,')=',F[K5]);
    H[K5]:=H3+K5*H4;
    writeln('H(',K5,')=',H[K5]);
    L[K5]:=L3+K5*L4;
    writeln('L(',K5,')=',L[K5]);
    GB4150; GB4170;
    GB4190; GB4770;
  end; {for}
  for K5:=1 to X do
    writeln('Z(',K5,')=',Z[K5]);
  OUT_F_H_L(75);
end; {if}
writeln('Выявление MAX Z(K5) и MIN Z(K5)');
writeln(F0,'Выявление MAX Z(K5) и MIN Z(K5)');

```



```

writeln('Ввод I0=90-продолжение');
K8:=0; K8:=Z[1];
readln(I0);
for K5:=1 to X do
  if Z[K5]>=K8 then K8:=Z[K5];
writeln('MAX Z(K5)=';K8);
writeln(F0,'MAX Z(K5)=';K8);
for K5:=1 to X do
  if Z[K5]=K8 then
    begin
      writeln('MAX Z(',K5,')=';Z[K5]);
      writeln(F0,'MAX Z(',K5,')=';Z[K5]);
    end;
K7:=0; K7:=Z[1];
for K5:=1 to X do
  if Z[K5]<=K7 then K7:=Z[K5];
writeln('MIN Z(K5)=';K7);
writeln(F0,'MIN Z(K5)=';K7);
for K5:=1 to X do
  if Z[K5]=K7 then
    begin
      writeln('MIN Z(',K5,')=';Z[K5]);
      writeln(F0,'MIN Z(',K5,')=';Z[K5]);
    end;
writeln('MIN Z(K5)=K7, MAX Z(K5)=K8');
writeln('K6(K5)=(Z(K5)+abs(K7))/(abs(K7)+abs(K8))');
writeln(F0,'MIN Z(K5)=K7, MAX Z(K5)=K8');
writeln(F0,'K6(K5)=(Z(K5)+abs(K7))/(abs(K7)+abs(K8))');
for K5:=1 to X do
  begin
    KK6[K5]:=Z[K5]+abs(K7)/(abs(K7)+abs(K8));
    writeln('K6(',K5,')=';KK6[K5]);
    writeln(F0,'K6(',K5,')=';KK6[K5]);
  end;
J5:=0;
J5:=abs(K7)/(abs(K7)+abs(K8));
writeln('J5:=abs(K7)/(abs(K7)+abs(K8))');
writeln('J5=';J5);
writeln(F0,'J5:=abs(K7)/(abs(K7)+abs(K8))');
writeln(F0,'J5=';J5);
writeln(F0,'Построение графика. Excel');
writeln(F0,'Зависимость KK6(K5) от фактора');
writeln(F0,'KK6(K5)-относительная величина показателя');
writeln(F0,'K5-номер величины фактора и показателя');
writeln('if I0=92 then GB7000');
writeln('if I0=94 then goto 1');
write('I0=');
readln(I0);
if I0=92 then GB7000;
if I0=94 then goto 1;
1: until I0=94;
end; {GB7000}
procedure tablF9;
begin
  write('          Значения F7 для 5% уровня');
  writeln('значимости');
  write(' |-----| ');
  writeln(' |-----| ');
  write(' |          F9      ');
  writeln(' | ');

```

```

write(' F8 |-----|');
writeln(' ');
write(' | 2 | 3 | 4 | 8 | 11 | 14 |');
writeln('15-16 | 19-20 | 24 | 26-30 |');
write(' |-----|');
writeln(' ');
write(' | 2 | 19.0 | 19.16 | 19.25 | 19.37 | 19.4 | 19.42 |');
writeln('19.43 | 19.44 | 19.45 | 19.46 |');
write(' |-----|');
writeln(' ');
write(' | 3 | 9.55 | 9.28 | 9.12 | 8.84 | 8.76 | 8.71 |');
writeln(' 8.69 | 8.66 | 8.64 | 8.62 |');
write(' |-----|');
writeln(' ');
write(' | 4 | 6.94 | 6.59 | 6.39 | 6.04 | 5.93 | 5.87 |');
writeln(' 5.84 | 5.8 | 5.77 | 5.74 |');
write(' |-----|');
writeln(' ');
write(' | 5 | 5.79 | 5.41 | 5.19 | 4.82 | 4.7 | 4.64 |');
writeln(' 4.6 | 4.56 | 4.53 | 4.5 |');
write(' |-----|');
writeln(' ');
write(' | 6 | 5.14 | 4.76 | 4.53 | 4.15 | 4.03 | 3.96 |');
writeln(' 3.92 | 3.87 | 3.84 | 3.81 |');
write(' |-----|');
writeln(' ');
end;
procedure OUT_F_H_L(PR:integer);
begin
if PR=73 then
begin
writeln(F0,' |-----|');
writeln(F0,' | Значение |');
writeln(F0,' | J |-----|');
writeln(F0,' | F(J) | Z(J) |');
end;
if PR=74 then
begin
writeln(F0,' |-----|');
writeln(F0,' | Значение |');
writeln(F0,' | J |-----|');
writeln(F0,' | F(J) | H(J) | Z(J) |');
end;
if PR=75 then
begin
write(F0,' |-----|');
writeln(F0,' |-----|');
write(F0,' | Значение');
writeln(F0,' |');
write(F0,' | J |-----|');
writeln(F0,' |-----|');
write(F0,' | F(J) | H(J) |');
writeln(F0,' | L(J) | Z(J) |');
end;
if PR=73 then
begin
for J:=1 to X do
begin
writeln(F0,' |-----|');
writeln(F0,' | J:2, | F[J]:10, | Z[J]:10, |');

```

```

end;
  writeln(F0,' |-----| ');
end;
if PR=74 then
begin
  for J:=1 to X do
  begin
    write(F0,' |-----| ');
    writeln(F0,' |-----| ');
    write(F0,' |',J:2,' |',F[J]:10,' |',H[J]:10);
    writeln(F0,' |',Z[J]:10,' | ');
  end;
  writeln(F0,' |-----| ');
end;
if PR=75 then
begin
  for J:=1 to X do
  begin
    write(F0,' |-----| ');
    writeln(F0,' |-----| ');
    write(F0,' |',J:2,' |',F[J]:10,' |',H[J]:10,' | ');
    writeln(F0,L[J]:10,' |',Z[J]:10,' | ');
  end;
  write(F0,' |-----| ');
  writeln(F0,' |-----| ');
end;
end;
end.

```

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Почему математическое моделирование стало возможным в условиях применения компьютерной техники?
2. Что дает ортогонализация матриц при математическом моделировании, почему надо выполнять ортогонализацию матрицы для каждого фактора отдельно?
3. Можно ли рассчитать независимо друг от друга коэффициенты регрессии и дисперсии в их определении, если матрицы не обладают ортогональностью?
4. Как сделать матрицы ортогональными и как рассчитываются коэффициенты ортогонализации?
5. Почему уравнение регрессии – многочлен, от чего зависит количество членов в уравнении регрессии, количество коэффициентов регрессии, количество опытов в плане?
6. Какие условия должны соблюдаться при выборе интервалов варьирования факторов?
7. Как выявляется существенное влияние фактора на показатель процесса, можно ли использовать при моделировании комплексные факторы?
8. Если факторы носят качественный характер, то как их выражать при математическом моделировании?
9. Почему рационально выявлять дисперсию опытов на среднем уровне факторов и сколько надо в этом случае производить экспериментов?
10. Как определяется статистическая значимость коэффициентов регрессии и что надо делать с теми коэффициентами, которые статистически незначимы?
11. В каких случаях коэффициенты регрессии становятся статистическими незначимыми, о чем свидетельствует незначимость коэффициентов?
12. Почему надо несколько раз выполнять математическое моделирование, меняя величины показателей степени факторов?
13. Если математическая модель – адекватна, то зачем надо выявлять ее точность, как это делается?
14. Как анализируются математические модели и результаты расчетов по ним, надо ли сравнивать результаты расчетов с практическими данными?
15. Какие преимущества достигаются при математическом моделировании?
16. Можно ли оптимизировать, прогнозировать, изобретать на основе моделирования?
17. В чем преимущества применения языка Бейсик для математического моделирования?
18. Каков алгоритм математического моделирования и каково построение программ математического моделирования?
19. В каких случаях надо применять разные методы моделирования?

20. Какие компьютеры рациональны для выполнения работ по математическому моделированию?
21. Достигается ли экономический эффект при применении моделирования?
22. Почему надо изучать разные методы моделирования, сравнивать их, производить выбор требуемых методов моделирования?
23. В каких случаях методика моделирования становится приемлемой для практического использования?
24. Для чего используются пароли на ЭВМ?
25. Как записываются имена файлов и каталогов на ЭВМ?
26. Чем завершается математическое описание задачи, подлежащей решению на ЭВМ?
27. В каких случаях рационально применять более сложные, чем Бейсик, языки программирования?
28. Почему выполнено переложение программ математического моделирования с Бейсика на Турбо Паскаль?
29. Может ли быть следующим этапом программирования в среде визуального программирования под Windows – Delphi?
30. Лежит ли в основе Delphi язык программирования Object Pascal?

ЛИТЕРАТУРА

1. Черный А.А. Математическое моделирование применительно к литейному производству: учебн. пособие/ А.А. Черный. – Пенза: Изд-во Пенз.гос.ун-та, 1998. – 121 с.
2. Математическое моделирование в литейном производстве: рабочая программа и метод. указ. к практическим работам./ Сост. А.А. Черный.–Пенза: Изд-во Пенз.гос.ун-та, 2005.–20 с.
3. Смирнов Н.В. Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений/ Н.В. Смирнов, И.В. Дунин-Барковский. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Наука. Гл.ред.физ.-мат.лит., 1965. – 512 с.
4. Вычислительная техника в инженерных расчетах: рабочая программа и метод.указ. к лабораторным, практическим и курсовым работам./ Сост. А.а. Черный. – Пенза: Изд-во Пенз.гос.ун-та, 2005. – 39 с.
5. Принципы инженерного творчества: рабочая программа и метод.указ. к практическим работам./ Сост. А.А. Черный. – Пенза: Изд-во Пенз.гос.ун-та, 2005. – 16 с.
6. Задания по математическому моделированию в литейном производстве: метод.указ./ Сост. А.А. Черный. – Пенза: Изд-во пенз.гос.ун-та, 2005. – 27 с.
7. Новик Ф.С. Оптимизация процессов технологии металлов методом планирования экспериментов/ Ф.С. Новик, А.Б. Арсов. – М.: Машиностроение; София: техника, 1980. – 304 с.
8. Черный А.А. Математическое моделирование в литейном производстве: учебное пособие/А.А. Черный.-Пенза:Информационно-издательский центр ПГУ, 2007.-192с.
9. Черный А.А.Системный анализ результатов расчетов по математическим моделям: учебное пособие/А.А. Черный.- Пенза: Информационно-издательский центр ПГУ, 2008.-192с.
- 10.Черный А.А. Компьютерные дополненные программы математического моделирования и расчетов по математическим моделям: учебное пособие/А.А. Черный.-Пенза: Информационно-издательский центр ПГУ, 2008.-356с.
- 11.Фаронов В.В. Турбо Паскаль (в 3-х книгах). Книга 1. Основы Турбо Паскаля/В.В. Фаронов.-М.: Учебно-инженерный центр «МВТУ-ФЕСТО ДИДАКТИК», 1992.-304с.
- 12.Рапаков Г.Г. Turbo Pascal для студентов и школьников/Г.Г. Рапаков, С.Ю. Ржеуцкая. – Спб.: БХВ-Петербург, 2009.-352с.
- 13.Меженный О.А. Turbo Pascal. Самоучитель.: М.: Издательский дом «Вильямс», 2008.-336с.
- 14.Алексеев Е.Р. Турбо Паскаль 7.0/Е.Р. Алексеев, О.В. Чеснокова –М.: НТ Пресс, 2009.-320с.

- 15.Культин Н.Б. Turbo Pascal в задачах и примерах.-СПб.: БВХ-Петербург, 2008.-256с.
- 16.Кетков Ю.Л., Кетков А.Ю. Практика программирования: Бейсик, Си, Паскаль. Самоучитель.-СПб: БХВ-Петербург, 2002.-480с.
- 17.Гаевский А.Ю. 100% самоучитель Windows. Все версии от 98 до XP: Установка, настройка и успешная работа: учеб.пособие/А.Ю.Гаевский.- М.: «ИТ Пресс», «ТЕХНОЛОДЖИ-300», 2006.-400с.
- 18.Дэн Гукин. Microsoft Word и Excel/Гукин Дэн: пер.с англ. О.Б. Вереина.-М.: ИТ Пресс, 2007.-432с.
- 19.Кронан Д. Microsoft office Excel 2003/Джон Кронан: пер.с англ. О.Б.Вереиной.-М.: ИТ Пресс, 2005.-224с.
- 20.Столяров А.М. Microsoft Excel 2003/А.М. Столяров, Е.С. Столярова.- М.: ИТ Пресс, 2007.-191с.

СОДЕРЖАНИЕ

В В Е Д Е Н И Е	3
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ z^1	5
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ z^2	8
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ z^3	11
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ МИНИМАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА ОПЫТОВ	18
ВЫЯВЛЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ЗНАЧИМОСТИ КОЭФФИЦИЕНТОВ РЕГРЕССИИ, АДЕКВАТНОСТИ И ТОЧНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ	29
ПЛАНЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ z^1, z^2, z^3 ПРИМЕНИТЕЛЬНО К КОМПЬЮТЕРНЫМ ПРОГРАММАМ	34
АЛГОРИТМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	36
ПРОГРАММА NW3 (планы $z^1, z^2, z^3, X = 3, X = 9, X = 27$).....	37
ПРОГРАММЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ЯЗЫКЕ ТУРБО ПАСКАЛЬ.....	48
Программа NW3(три модуля trg3, 1-я часть, _X=3_, _X=9_, _X=27_, «система» после «адекватно», 1.1-18.3)....	48
Программа NW0(три модуля trg3, 2-я часть, _X=3_, _X=9_, _X=27_, X=4, X=5, X=12, X=15, X=16, X=20, X=25, «система» после «адекватно», 19.1-27.3).....	68
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	100
ЛИТЕРАТУРА	102

Анатолий Алексеевич Черный

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ТРЕХ УРОВНЯХ
ФАКТОРОВ ПО ПРОГРАММАМ НА ЯЗЫКАХ БЕЙСИК И ТУРБО
ПАСКАЛЬ

Учебное пособие

Пензенский государственный университет.
440026, Пенза, Красная, 40.