Міністерство освіти і науки України
Міжнародний економіко-гуманітарний університет
ім. Академіка С. Дем'янчука

Л.М.Андрощук

ДОСЛІДЖЕННЯ
точності впливу ситуативної тривожності на характеристики пам'яті методом статистичних випробувань Монте Карло
Апроксимація поліномом першого степеня

Модель ППС 051- 1

Науковий керівник:
кандидат технічних наук,
доцент Р.М. Літнарович

Рівне, 2006

УДК 303.7.032.2

Андрощук Л.М. Дослідження точності впливу ситуативної тривожності на характеристики пам'яті методом статистичних випробувань МонтеКарло. Апроксимація поліномом першого степеня. Модель ППС О51 – 1.Науковий керівник Р.М.Літнарович.МЕГУ, Рівне, 2006, -37 с.

Рецензент: С.В. Лісова, доктор педагогічних наук, професор.

Відповідальний за випуск: Й.В. Джунь, доктор фізико-математичних наук, професор.

Дослідження проведені в рамках роботи наукової школи МЕГУ

На основі результатів психологічного експерименту побудована математична модель залежності ситуативної тривожності на характеристики пам'яті у вигляді поліному першого степеня по способу найменших квадратів.

В даній роботі генеруються середні квадратичні похибки, які приводяться до заданих нормованих, будується спотворена модель, зрівноважується по способу найменших квадратів. Знаходяться ймовірніші значення коефіцієнтів а, в, поліному першого степеня апроксимуючої математичної моделі.

Робиться оцінка точності і даються узагальнюючі висновки. Застосований метод статистичних випробовувань Монте Карло дав можливість провести широкомасштабні дослідження і набрати велику статистику.

Для студентів і аспірантів педагогічних вузів

Зміст

Передмова

За результатами психолого-педагогічного експерименту при дослідженні впливу ситуативної тривожності на характеристики пам'яті, будується математична модель у вигляді поліному першого степеня.

Вихідними даними для проведення досліджень в даній роботі беруться результати психолого-педагогічного експерименту – бали тесту самооцінки тривожності по шкалі Спілбергера (X_i) і характеристики пам'яті – кількість правильних відповідей на запитання вікторини ($У_i$).

За цими даними була побудована математична модель у вигляді поліному першого степеня способом найменших квадратів. Дана модель приймалась за істинну модель.

Генерувались випадкові числа, знаходився коефіцієнт пропорційності К і дані випадкові числа приводилися до середньої квадратичної похибки 0,1 і 0,05, що відповідає ціні найменшої поділки шкали Спілбергера і половині поділки даної шкали.

Будується спотворена модель, яка зрівноважується по способу найменших квадратів.

Дається оцінка точності елементів, зрівноважених процедурою способу найменших квадратів. Робляться узагальнюючі висновки.

1. Представлення істинної моделі

За результатами строгого зрівноваження [6,с.33] отримана емпірична формула залежності характеристик пам'яті Х від ситуативної тривожності У (істинна модель)

$y = -4{,}717425\ X^3 + 33{,}731505\ X^2 – 85{,}78331\ X + 88{,}244437.$ (1.1)

Таблиця 1. Вихідні дані істинної моделі у табличному вигляді [6,с.28]

X	1,6	2	2,1	2,3	2,5	2,8	2,9	3	3,1	3,3
y	18,021	13,864	13,167	11,986	10,898	8,949	8,101	7,108	5,939	2,965

За даними табл.. 1 побудуємо точкову діаграму і графік

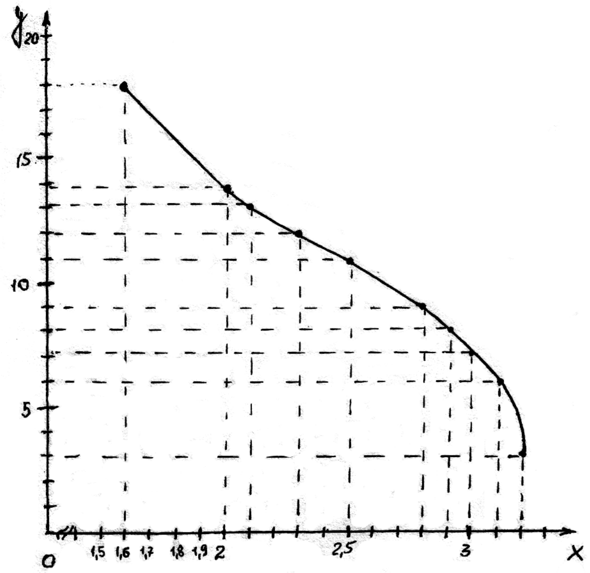


Рис.1. Точкова діаграма і графік

Побудувавши ймовірнішу модель по способу найменших квадратів і зробивши оцінку точності її елементів, в подальшому необхідно провести дослідження точності впливу ситуативної тривожності на характеристики пам'яті методом статистичних випробувань Монте Карло. Для цього

необхідно генерувати істинні похибки за допомогою генератора випадкових чисел.

2. Генерування істинних похибок для дослідження математичної моделі методом статистичних випробувань Монте Карло

По шкалі Спілбергера [1] незалежні змінні представляються з точністю 0,1. Прийнято, що точність спостережень дорівнює половині шкали.

Тому логічно генерувати випадкові похибки з точністю, яка б дорівнювала 0,05, тобто половині шкали з якою ми працюємо. Але поставимо перед собою задачу ще дослідити математичні моделі з граничною точністю, яку приймемо вдвічі більшу за 0,05, тобто рівну 0,1. При цьому непарні моделі генерують середню квадратичну похибку 0,1, а парні – 0,05.

Сучасні калькулятори мають "вшиті" генератори для генерування випадкових чисел від 0 до 1. але вони генерують числа тільки зі знаком "плюс".

Приведемо методику розрахунку випадкових чисел, які приймемо в подальшому як істинні похибки для побудови спотвореної моделі.

1. Отримавши ряд випадкових (а точніше псевдовипадкових) чисел ξ_i, натиском клавіш К, Сч, розраховують середнє арифметичне генерованих псевдовипадкових чисел ξ_{ip} .

$$\xi_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \xi_i}{n}, \tag{2.1}$$

де n – сума випадкових чисел.

2. Розраховуються попередні значення істинних похибок Δ'_i за формулою

$$\Delta'_i = \xi_i - \xi_{cp}, \tag{2.2}$$

3. Знаходять середню квадратичну похибку попередніх істинних похибок за формулою Гаусса

$$m_{\Delta'} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{m} \Delta'^2 i}{n}} \quad , \qquad (2.3)$$

4. Вичисляють коефіцієнт пропорційності K для визначення істинних похибок необхідної точності

$$K = \frac{c}{m'_\Delta} \, , \qquad (2.4)$$

де С – необхідна нормована константа.

Так, наприклад, при $m_{\Delta'}$ = 0,28 і необхідності побудови математичної моделі з точністю *c=0,1*, будемо мати

$$\mathrm{K}_{0,1} = \frac{0{,}1}{0{,}28} = 0{,}357,$$

а при *C=0,05*, отримаємо $K_{0,05}$= 0,05/0,28 =0,178.

5. Істинні похибки розраховуються за формулою

$$\Delta_i = \Delta'_i \cdot K \, , \qquad (2.5)$$

6. Заключним контролем служить розрахунок середньої квадратичної похибки m_Δ генерованих істинних похибок Δ

$$m_\Delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{m} \Delta^2}{n}} \quad , \qquad (2.6)$$

і порівняння

$$m_\Delta = C \qquad (2.7)$$

Таблиця 2. Генерування псевдо-випадкових чисел і розрахунок істинних похибок

№	ξ_i	ξ_{cp}	Δ'ᵢ = ξᵢ-ξср	$\Delta_i'^2$	Δᵢ =Δ'ᵢ · K	Δ_i^2
1	0,51	0,417	0,093	0,008649	0,03026	0,00091581
2	0,1		-0,317	0,100489	-0,103	0,01064040
3	0,08		-0,337	0,113569	-0,1097	0,01202539
4	0,11		-0,307	0,094249	-0,100	0,00997967
5	0,06		-0,357	0,127449	-0,1162	0,01349509
6	0,74		0,323	0,104329	0,105	0,01104700
7	0,65		0,233	0,054289	0,07582	0,00574846
8	0,88		0,463	0,214369	0,151	0,02269872
9	0,29		-0,127	0,016129	-0,0413	0,00170784
10	0,75		0,333	0,110889	0,10836	0,00091581
n=10	Σ4,17		Σ0	Σ 0,94441	Σ 0	Σ0,1000000

Середня квадратична похибка попередніх істинних похибок

$$\Delta'_m = \sqrt{\frac{0{,}94441}{10}} = 0{,}3073$$

Коефіцієнт пропорційності

$$\mathrm{K} = \frac{0{,}1}{0{,}3073} = 0{,}325 \, .$$

Середня квадратична похибка при генеруванні випадкових чисел з точністю $c = 0{,}1$

$$m_{\Delta_i} = \sqrt{\frac{0{,}1000000}{10}} = 0{,}1$$

Таблиця 3. Побудова спотвореної моделі

№	Істинна модель		Δ_i	$x_{спотв.} = x_{іст.} + \Delta_i$
	$x_{іст}$	$y_{іст}$		
1	1,6	18,021	0,03026	1,630
2	2	13,864	-0,103	1,897
3	2,1	13,167	-0,1097	1,990
4	2,3	11,986	-0,100	2,200
5	2,5	10,898	-0,1162	2,384
6	2,8	8,949	0,105	2,905
7	2,9	8,101	0,07582	2,976
8	3	7,108	0,151	3,151
9	3,1	5,939	-0,0413	3,059
10	3,3	2,965	0,10836	3,408
	$\Sigma 25{,}6$	$\Sigma 100{,}998$	$\Sigma 0$	$\Sigma 25{,}6$

По даним спотвореної моделі виконують строге зрівноваження методом найменших квадратів і отримують ймовірніші моделі, яким роблять оцінку точності зрівноважених елементів і дають порівняльний аналіз на основі якого заключають на предмет поширення даної моделі для рішення даної проблеми в цілому.

1. Представлення системи нормальних рівнянь

У результаті проведеного експерименту ми маємо ряд результатів X_i, Y_i, функціональну залежність між якими будемо шукати за допомогою поліному степені К, де коефіцієнти a_i являються невідомими.

Тоді, система нормальних рівнянь буде

$$
\begin{aligned}
&na_0 + a_3[x] + a_2[x^2] + \ldots + a_m[x^m] - [y] = 0,\\
&a_0[x] + a_3[x^2] + a_2[x^3] + \ldots + a_m[x^{m+1}] - [xy] = 0,\\
&a_0[x^2] + a_1[x^3] + a_2[x^4] + \ldots + a_m[x^{m+1}] - [x^2 y] = 0,\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\\
&a_0[x^m] + a_1[x^{m+1}] + a_2[x^{m+2}] + \ldots + a_m[x^{2m}] - [x^m y] = 0,
\end{aligned}
\qquad (3.1)
$$

де знаком [ ] позначена сума відповідного елемента.
Для поліному першого степеня виду

$$y = a + вx \qquad (3.2)$$

Система нормальних рівнянь буде

$$
\begin{aligned}
&в[x^2] + a[x] - [yx] = 0,\\
&в[x] + na - [y] = 0,
\end{aligned}
\qquad (3.3)
$$

В подальшому будемо рішати систему лінійних нормальних рівнянь (3.3) одним із відомих в математиці способів.

4. Встановлення коефіцієнтів нормальних рівнянь

Приведемо розрахункову таблицю, на основі якої отримують коефіцієнти нормальних рівнянь.

Таблиця 4. Розрахунок коефіцієнтів нормальних рівнянь.

№	$x_{спотв}$	$y_{іст}$	x^0	x^2	xy	y^2	
1	1,630	18,021	1	2,658	29,37896	324,756	
2	1,897	13,864	1	3,598	26,2979	192,210	
3	1,990	13,167	1	3,961	26,2068	173,370	
4	2,200	11,986	1	4,840	26,37042	143,664	
5	2,384	10,898	1	5,683	25,979	118,766	
6	2,905	8,949	1	8,440	25,99778	80,085	
7	2,976	8,101	1	8,855	24,10711	65,626	
8	3,151	7,108	1	9,927	22,3949	50,524	
9	3,059	5,939	1	9,355	18,16546	35,272	
10	3,408	2,965	1	11,617	10,10578	8,791	
Σ	25,6	100,998	10	68,935	235,004	1193,065	

Таким чином, на основі проведених розрахунків нами отримана наступна система нормальних рівнянь

b[X ^{2}] + a[X] –[УX] =0, (4.1)

b[X] + na – [У] =0.

68.935b + 25.6a - 235.004 =0, (4.1‘)
25.600b + 10.0a -100.998 =0.

5. **Рішення системи лінійних рівнянь способом Крамера**

Нехай, маємо систему лінійних рівнянь

$$\begin{aligned} &a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \ldots + a_{1n}x_{1n} = b_1, \\ &a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \ldots + a_{2n}x_n = b_2, \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ &a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \ldots + a_{nn}x_n = b_n. \end{aligned} \qquad (5.1)$$

Для того, щоб із цієї системи визначити невідомі c, складемо із коефіцієнтів при невідомих визначних Δ, який називається визначником системи рівнянь (5.1).

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \ldots a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \ldots a_{2n} \\ \ldots a_{n1} & \ldots a_{n2} & \ldots a_{nn} \end{vmatrix} \qquad (5.2)$$

Помножимо ліву і праву частини рівності (5.2) на x_i. В лівій частині будемо мати Δx_i, в правій же частині введемо у всі члени i-го стовпчика визначника $a_К$ і множник x_i

$$\Delta \cdot x_i = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \ldots a_{1i}x_i \ldots a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \ldots a_{2i}x_i \ldots a_{2n} \\ \ldots a_{n1} & \ldots a_{n2} & \ldots a_{ni}x_i \ldots a_{nn} \end{vmatrix} \qquad (5.3)$$

Потім до i-го стовпчика визначника (5.3) додамо всі інші стовпчики, помножені відповідно на $x_1, x_2, \ldots, x_n$. Величина визначника від цього не зміниться. Тоді i -стовпчик представить собою ліву частину системи рівнянь (5.1).

Замінимо його вільними членами цієї системи і позначимо через Δ_i

$$\Delta \cdot x_i = \Delta = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & ...b_1...a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & ...b_2...a_{2n} \\ ...a_{n1} & ...a_{n2} & ...b_n...a_{nn} \end{vmatrix} \qquad (5.4)$$

Звідки, $$x_i = \frac{\Delta_i}{\Delta} = \frac{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & ...b_1...a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & ...b_2...a_{2n} \\ ...a_{n1} & ...a_{n2} & ...b_n...a_{nn} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13}...a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23}...a_{2n} \\ ...a_{n1} & ...a_{n2} & a_{n3}...a_{nn} \end{vmatrix}}. \qquad (5.5)$$

Формула (5.5) дає можливість визначити кожне невідоме системи лінійних рівнянь (5.1).

Якщо вільні члени системи лінійних рівнянь рівні нулю, то вона буде системою лінійних однорідних рівнянь.

Система лінійних однорідних рівнянь може мати рішення відмінне від нульового, якщо визначник системи Δ не рівний нулю.

Нехай,

A=[xy]-1/n([x][y]),
B=[X^2]-1/n([x]^2), **(5.6)**
C=[У^2]-1/n([У]^2).

І в нашому випадку

A=	[XY]-[X][Y]/n=	-23,550773
B=	[X^2]-[x]^2/n=	3,3985291
C=	[Y^2]-[Y]^2/n =	173,005238

При цьому коефіцієнт кореляції r

r^2=A^2/BC , (5.7)

тобто

r= A/√(BC). (5.8)

При цьому

r= 0,971248,

що говорить про надто високий зв'язок між факторною Х і результуючою ознакою У. А це дає нам підстави вивести емпіричну формулу математичної моделі впливу ціни товару на його попит.

Таким чином, невідомий коефіцієнт b буде

b= A/B . (5.9)

І в нашому випадку

b= -23,550773/3,3985291=-6,929696.

Коефіцієнт а знайдемо за формулою

a= 1/n([У] – b[X]). (5.10)

При цьому

а = 1/10(**100,998 – (-** 6,929696)* **25,6)=** 27,839821,

тобто математична модель, розроблена в даній монографії, буде

$$y' = 27,839821 - 6.929696x \ . \qquad (5.11)$$

6. **Контроль зрівноваження**

Контроль зрівноваження виконується за формулою

$$[У^2] – b[УХ] – a[У] = [εε] \qquad (6.1)$$

І в нашому випадку

1193,065 - -6,929696*235,004107 - 27,839821***100,998=**9,8055493,

а з другої сторони

[εε] = 9,8055493,

що говорить про коректність виконаної процедури строгого зрівноваження за способом найменших квадратів.

7. **Оцінка точності параметрів, отриманих із рішення системи нормальних рівнянь**

Середня квадратична похибка одиниці ваги розраховується за формулою

$$\mu = \sqrt{\frac{[\varepsilon\varepsilon]}{n-K}} \qquad (7.1)$$

У формулі (7.1) n - число початкових рівнянь, K - число невідомих. В нашому випадку $n = 10; K = 2$. ε- різниця між вирахуваним значенням y' і вихідним значенням y_i

$$\varepsilon_i = y_i' - y_i \qquad (7.2)$$

Підставляючи у виведену нами, формулу (5.11) значення X спотвореної моделі отримаємо розрахункові значення y', які будуть дещо відрізнятися від вихідних значень Y.

Середня квадратична похибка одиниці ваги за результатами наших досліджень

$$\mu = \sqrt{(9,8055493/8)} = 1,10711$$

Середня квадратична похибка коефіцієнта b

$$m_b = \mu\sqrt{(1/B)} \quad , \qquad (7.3)$$

де вага Р коефіцієнта b розраховується за фомулою

$$P_b = (n[X^2] – [X][X])/n),$$

тобто

$$P_b = B. \qquad (7.4)$$

І в нашому випадку

$$m_b = 1,10711\sqrt{(1/3,3985291)} = 0,6005.$$

Середня квадратична похибка коефіцієнта а

$$m_a = \mu\sqrt{([X^2]/B*n)}, \qquad (7.5)$$

де вага Р коефіцієнта а розраховується за формулою

$$P\ a = (n[X^2] – [X][X])/[X^2]), \qquad (7.6)$$

тобто

$$P\ a = B*n/[X^2]. \qquad (7.7)$$

І в нашому випадку

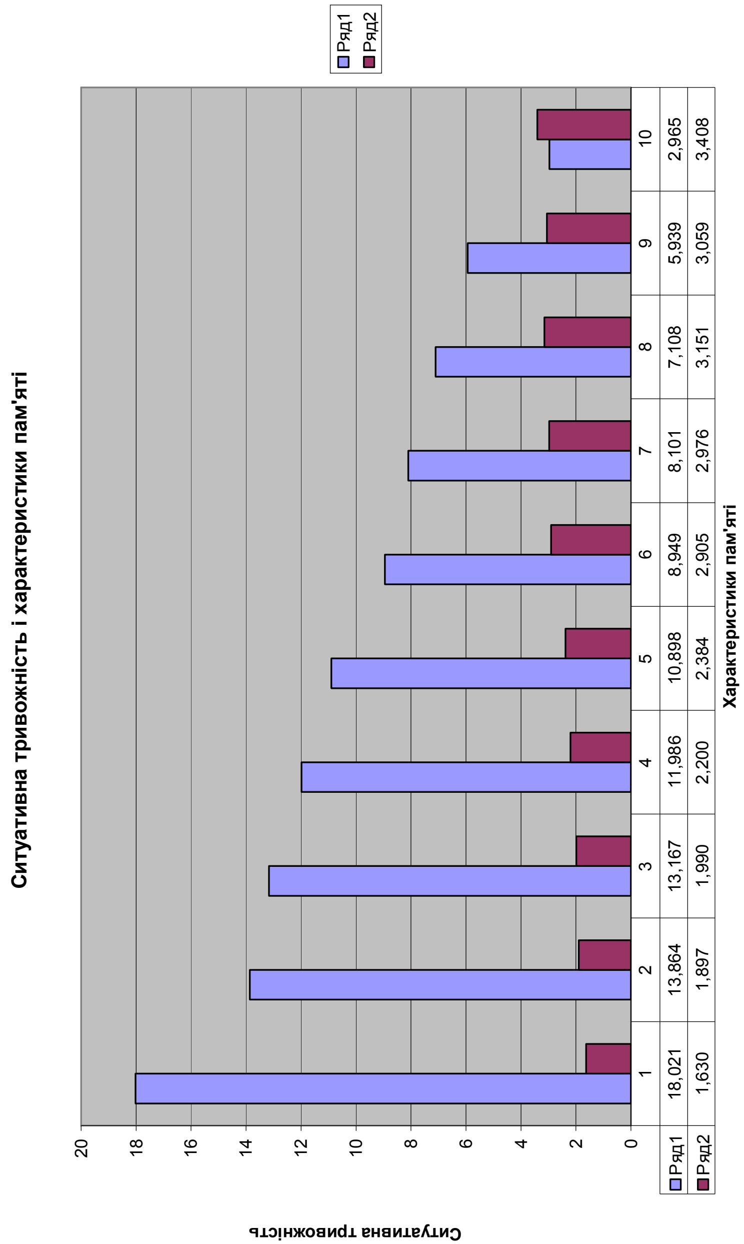
m_a = 1,10711√(68,935/3,3985291*10)= 1,5768

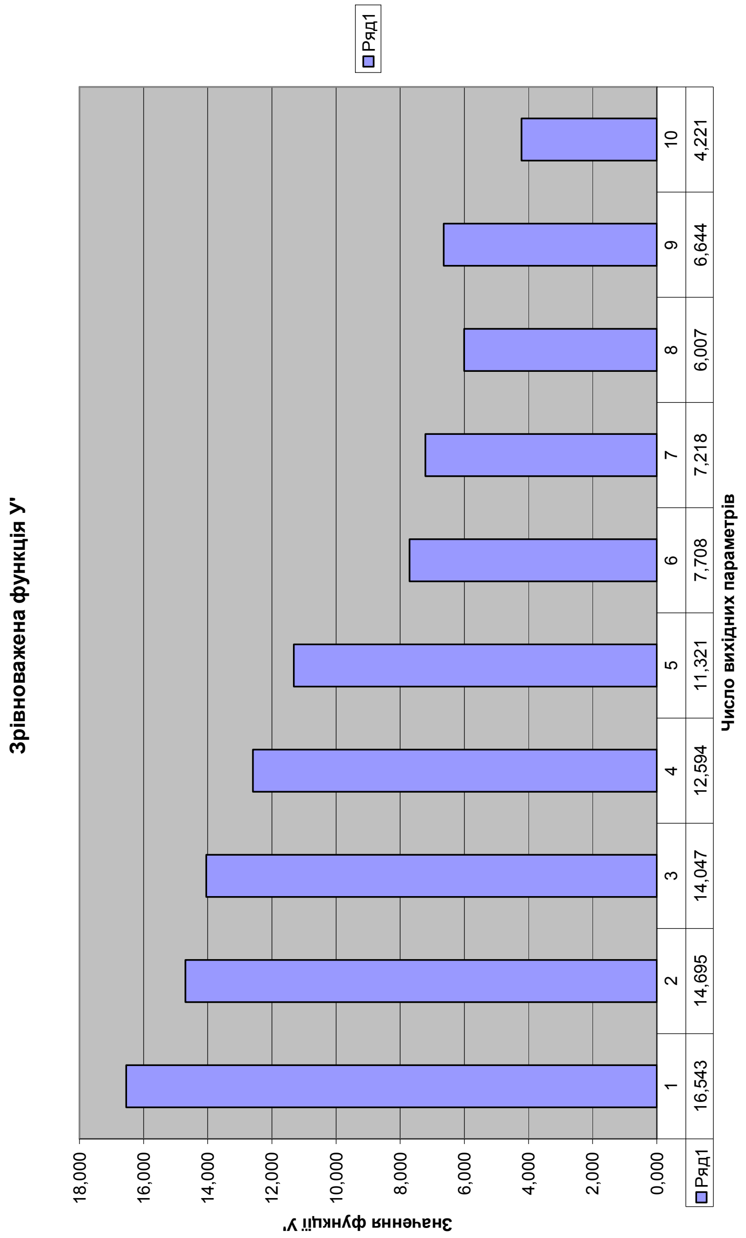
Середню квадратичну похибку зрівноваженої функції У′ розраховують за формулою

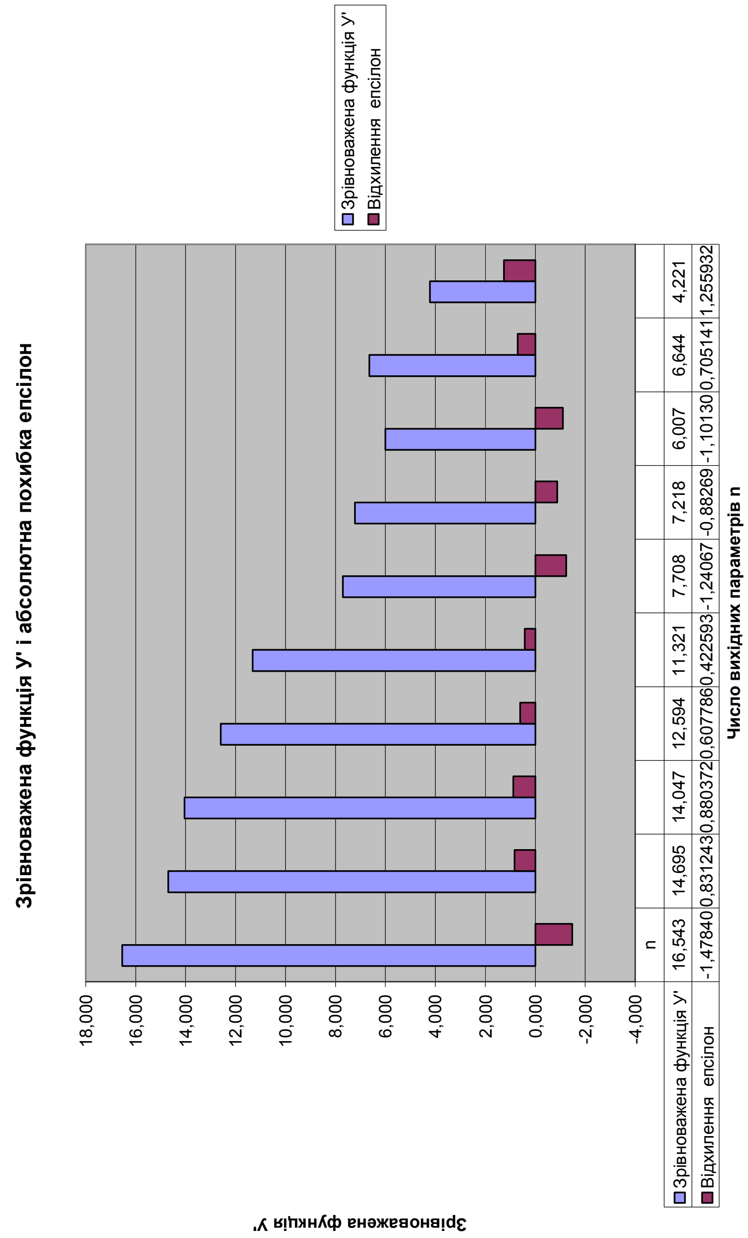
$$m_{y'} = \sqrt{(m_b^2 (X_{сп.} - [X]/n)^2 + \mu^2/n))}. \qquad (7.8)$$

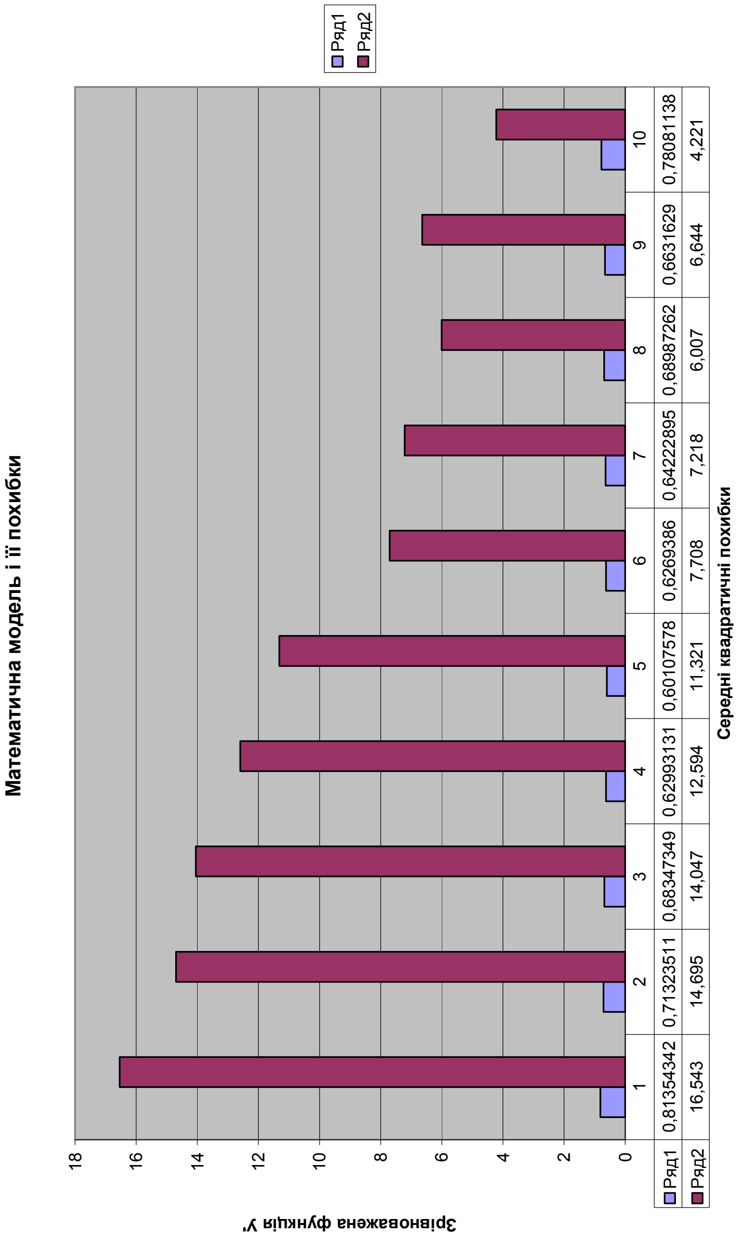
Таблиця 5. Порівняльний аналіз результатів строгого зрівноваження

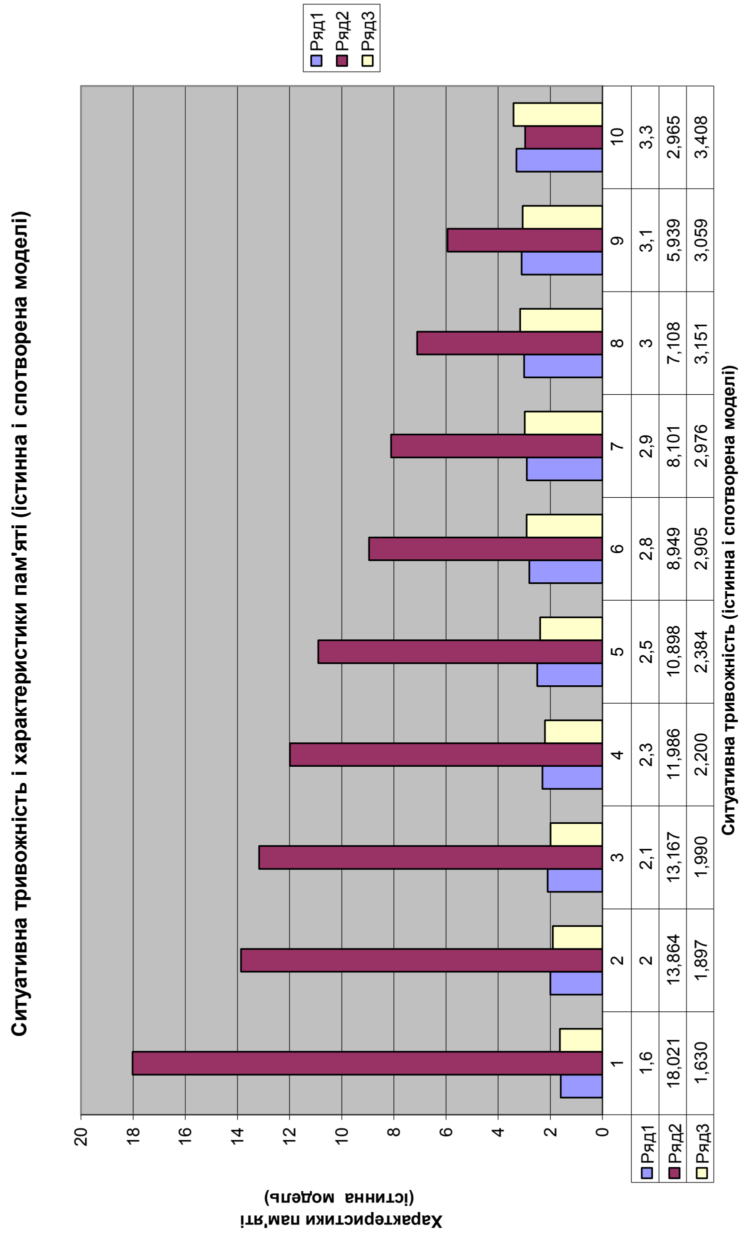
№	$x_{спотв}$	$y_{іст}$	$y'_{зрівноваж}$	$\varepsilon = y'_i - y_i$	ε^2
1	1,630	18,021	16,543	-1,478401	2,1856695
2	1,897	13,864	14,695	0,8312438	0,6909662
3	1,990	13,167	14,047	0,8803729	0,7750564
4	2,200	11,986	12,594	0,607786	0,3694035
5	2,384	10,898	11,321	0,422593	0,1785851
6	2,905	8,949	7,708	-1,240671	1,5392639
7	2,976	8,101	7,218	-0,882696	0,7791526
8	3,151	7,108	6,007	-1,101301	1,2128632
9	3,059	5,939	6,644	0,7051410	0,4972238
10	3,408	2,965	4,221	1,2559321	1,5773654
n=10	25,6	100,998	100,998	0,000	9,8055493



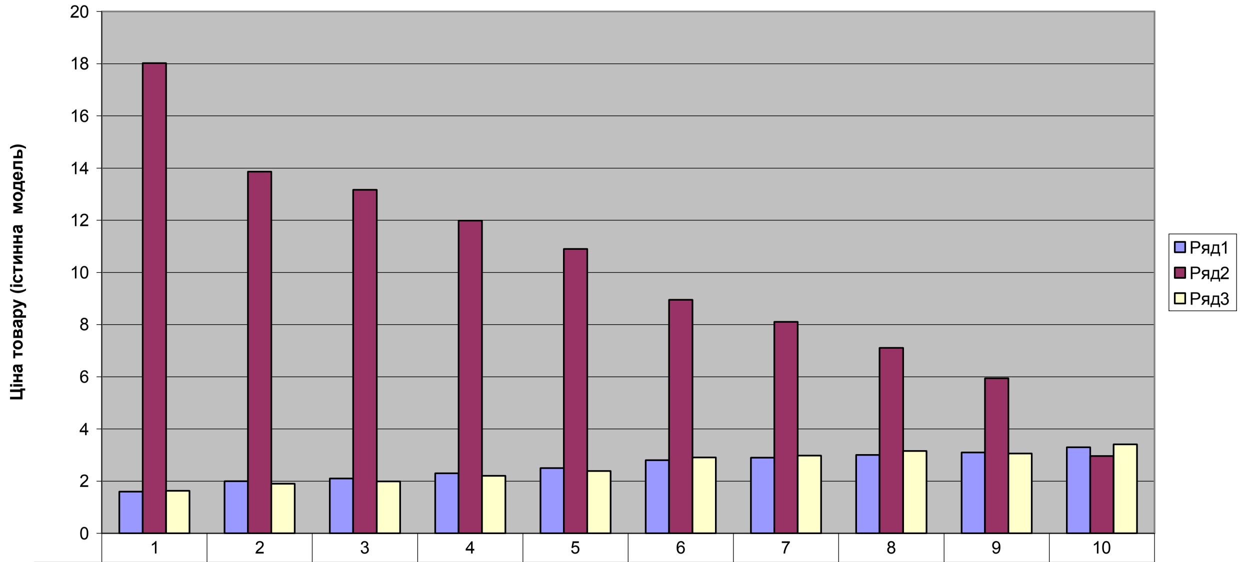

Зрівноважена функція У'
Ряд1
Значення функції У'
18,000
16,000
14,000
12,000
10,000
8,000
6,000
4,000
2,000
0,000
Число вихідних параметрів
Ряд1
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
16,543 14,695 14,047 12,594 11,321 7,708 7,218 6,007 6,644 4,221


Зрівноважена функція У' і абсолютна похибка епсілон
Зрівноважена функція У'
Відхилення епсілон
Зрівноважена функція У'
18,000
16,000
14,000
12,000
10,000
8,000
6,000
4,000
2,000
0,000
-2,000
-4,000
Число вихідних параметрів n
n
Зрівноважена функція У' 16,543 14,695 14,047 12,594 11,321 7,708 7,218 6,007 6,644 4,221
Відхилення епсілон -1,47840 0,831243 0,880372 0,607786 0,422593 -1,24067 -0,88269 -1,10130 0,705141 1,255932


Математична модель і її похибки
Зрівноважена функція Y'
Середні квадратичні похибки
Ряд1
Ряд2
Ряд1 0,81354342 0,71323511 0,68347349 0,62993131 0,60107578 0,6269386 0,64222895 0,68987262 0,6631629 0,78081138
Ряд2 16,543 14,695 14,047 12,594 11,321 7,708 7,218 6,007 6,644 4,221


Ситуативна тривожність і характеристики пам'яті (істинна і спотворена моделі)
Характеристики пам'яті (істинна модель)
Ситуативна тривожність (істинна і спотворена моделі)
Ряд1
Ряд2
Ряд3
Ряд1 1,6 2 2,1 2,3 2,5 2,8 2,9 3 3,1 3,3
Ряд2 18,021 13,864 13,167 11,986 10,898 8,949 8,101 7,108 5,939 2,965
Ряд3 1,630 1,897 1,990 2,200 2,384 2,905 2,976 3,151 3,059 3,408

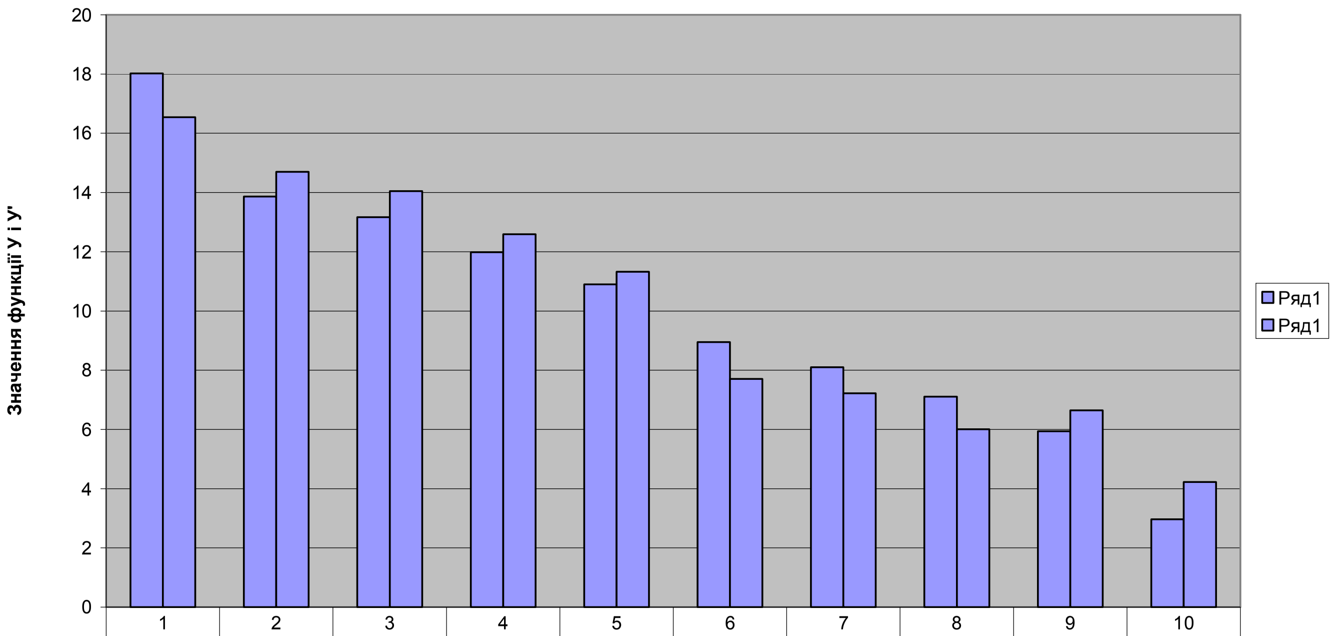
Ціна товару і попит на нього (істинна і спотворена моделі)



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ряд1	1,6	2	2,1	2,3	2,5	2,8	2,9	3	3,1	3,3
Ряд2	18,021	13,864	13,167	11,986	10,898	8,949	8,101	7,108	5,939	2,965
Ряд3	1,630	1,897	1,990	2,200	2,384	2,905	2,976	3,151	3,059	3,408

Попит на товар (істинна і спотворена моделі)

Істинна (зліва) і побудована (справа) математичні моделі)



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ряд1	18,021	13,864	13,167	11,986	10,898	8,949	8,101	7,108	5,939	2,965
Ряд1	16,543	14,695	14,047	12,594	11,321	7,708	7,218	6,007	6,644	4,221

Число вихідних параметрів

На першій діаграмі «Ситуативна тривожність і характеристики пам'яті» першим рядом (лівим стовпчиком) представлені характеристики пам'яті істинної математичної моделі, розробленої Р.М.Літнаровичем і приведеної значеннями «У» табл1

Другим рядом (правим стовпчиком) представлені значення «Х» спотвореної математичної моделі, побудованої автором даної монографії. Як бачимо, пам'ять обернено пропорційна ситуативній тривожності , тобто із зниженням тривожності зростає пам'ять людини.

На другій діаграмі приведені значення «У'» пам'яті зрівноваженої моделі, побудованої автором даної монографії.

На третій діаграмі представлена зрівноважена функція У' і абсолютні похибки (відхилення) даної функції від її істинної моделі.

На четвертій діаграмі представлена побудована автором даної монографії математична модель і середні квадратичні похибки даної моделі.

На п'ятій діаграмі приведено порівняння істинної і зрівноваженої математичної моделі «Вплив ситуативної тривожності на характеристики пам'яті ».

Шоста діаграма ілюструє порівняння істинної і зрівноваженої математичної моделі.

Висновки

На основі проведених досліджень в даній роботі:

1. Генеровані випадкові числа, які приведено до нормованої досліджуваної точності.
2. На основі істинної моделі і генерованих істинних похибок побудована спотворена модель залежності ситуативної тривожності і характеристик пам'яті.
3. Математична модель апроксимована по способу найменших квадратів поліномом першого степеня.
4. Отримана формула

Y'=a+bX= 27,83982107 -6,929696 X

залежності хпрпктеристик пам'яті **У** від ситуативної тривожності **Х**.

5. Встановлено, що середня квадратична похибка одиниці ваги за результатами зрівноваження складає 1,10711 балів по шкалі Спілбергера;
   - середня квадратична похибка визначення коефіцієнта a $m_a = 1{,}5768;$
   - середня квадратична похибка визначення коефіцієнта b при x $m_b = 0{,}6005$
   - середні квадратичні похибки зрівноваженої функції m $_{\varphi}$

     0,659032
     0,530259
     0,489496
     0,4114411
     0,3657354
     0,4068443
     0,4300329
     0,4983919
     0,4607117
     0,6181721

6. Розроблена методика підготовки істинних похибок наперед заданої точності.
7. Дана робота відкриває дорогу для проведення досліджень методом статистичних випробувань Монте Карло.
8. Вона дає можливість охопити велику аудиторію, тому що генеруються похибки індивідуально і вони не повторюються в других моделях.
9. Робота виконується вперше. Нам не відомі літературні джерела, де б виконувались аналогічні дослідження в психології.

Література.

1. Максименко С.Д., Е.Л. Носенко Експериментальна психологія (дидактичний тезаурус). Навчальний посібник –К.: МАУП, 2004, - 128 с.

2. Літнарович Р.М. Основи математики. Дослідження впливу ситуативної тривожності на характеристики пам'яті. Навчальний посібник для студентів Педагогічного факультету. Частина 2. МЕГУ, Рівне, 2006,-27 с.
3. Літнарович Р.М. Основи математики. Дослідження результатів психолого-педагогічного експерименту логарифмічною функцією. Частина 3. МЕГУ, Рівне, 2006, –19с.
4. Літнарович Р.М. Основи математики. Дослідження результатів психолого-педагогічного експерименту експоненціальною функцією. Частина 4. МЕГУ, Рівне, 2006, –17с.
5. Літнарович Р.М. Основи математики. Дослідження результатів психолого-педагогічного експерименту степеневою функцією. Частина 5. МЕГУ, Рівне, 2006, - 17с.
6. Літнарович Р.М. Дослідження точності апроксимації результатів психолого-педагогічного експерименту методом статистичних випробувань Монте Карло.Ч.1.МЕГУ, Рівне,2006,-45с.

Додаток 1
Генерування псевдовипадкових чисел, підпорядкування їх нормальному закону розподілу і розрахунок істинних похибок.

0,51	**0,417**	**0,093**	**0,008649**	**0,03026**	**0,00091581**
0,1	**0,417**	**-0,317**	**0,100489**	**-0,103**	**0,01064040**
0,08	**0,417**	**-0,337**	**0,113569**	**-0,1097**	**0,01202539**
0,11	**0,417**	**-0,307**	**0,094249**	**-0,100**	**0,00997967**
0,06	**0,417**	**-0,357**	**0,127449**	**-0,1162**	**0,01349509**
0,74	**0,417**	**0,323**	**0,104329**	**0,105**	**0,01104700**
0,65	**0,417**	**0,233**	**0,054289**	**0,07582**	**0,00574846**
0,88	**0,417**	**0,463**	**0,214369**	**0,151**	**0,02269872**
0,29	**0,417**	**-0,127**	**0,016129**	**-0,0413**	**0,00170784**
0,75	**0,417**	**0,333**	**0,110889**	**0,10836**	**0,01174162**

4,17	**Суми**	**0**	**0,94441**	**1,4E-16**	**0,10000000**
A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**

Додаток 2. Побудова спотвореної моделі.

0,03026	**1,630**	**1,6**	**18,021**	**1,630**
-0,103	**1,897**	**2**	**13,864**	**1,897**
-0,1097	**1,990**	**2,1**	**13,167**	**1,990**
-0,100	**2,200**	**2,3**	**11,986**	**2,200**
-0,1162	**2,384**	**2,5**	**10,898**	**2,384**
0,105	**2,905**	**2,8**	**8,949**	**2,905**
0,07582	**2,976**	**2,9**	**8,101**	**2,976**
0,151	**3,151**	**3**	**7,108**	**3,151**
-0,0413	**3,059**	**3,1**	**5,939**	**3,059**
0,10836	**3,408**	**3,3**	**2,965**	**3,408**
1,4E-16	**25,600**	**25,6**	**100,998**	**25,600**
E	**I**	**G**	**H**	**I**
Істинні похиб.	**Хспотв.**	**Хіст.**	**Уіст.**	**Хспотв.**

Додаток 3. Розрахункова таблиця.

18,021	**1,630**	1	2,658	29,37895782	324,756
13,864	**1,897**	1	3,598	26,29789632	192,210
13,167	**1,990**	1	3,961	26,20680222	173,370
11,986	**2,200**	1	4,840	26,37041901	143,664
10,898	**2,384**	1	5,683	25,97899701	118,766
8,949	**2,905**	1	8,440	25,99778217	80,085
8,101	**2,976**	1	8,855	24,10710630	65,626
7,108	**3,151**	1	9,927	22,39489803	50,524
5,939	**3,059**	1	9,355	18,16546485	35,272
2,965	**3,408**	1	11,617	10,10578366	8,791
100,998	**25,600**	10	68,935	235,004107	1193,065
H	**I**	**J**	**K**	**L**	**M**
Уіст.	**Хспотв.**	**X0**	**X^2**	**Y*X**	**Y^2**

Додаток 4. Розрахунок коефіцієнта кореляції

Розраху	нок коефіці	єнта A=	[XY]-[X][Y]/n=	-23,550773
Розраху	нок коефіці	єнта B=	[X^2]-[x]^2/n=	3,3985291
Розраху	нок коефіці	єнта C=	[Y^2]-1/n*[Y]^2=	173,005238
Розраху	нок коефіці	єнта коре	ляції r^2=A^2/BC=	0,9433222
	r=√r^2=	0,971248		

Додаток 5. Вільні члени нормальних рівнянь.

[УХ]= 235.004

[У]=100.998

Додаток 6. Розрахунок коефіцієнтів апроксимуючого поліному.

Розраху	нок коефіці	єнта b	
	b=A/B=	-6,929696	
Розраху	нок коефіці	єнта a	
	a=1/n([Y]-b[X])=		27,839821

Нами виведена формула за результатами теоретичних досліджень.

Формула	побудованої моделі	математи	чної
Y'=a+bX=	**27,83982107**	**-6,929696**	**X**

Додаток 7. Оцінка точності функції φ У'

$$m_{\varphi}=\sqrt{m_b^2\left[X_{cn.}-\frac{1}{n}\left[X\right]\right]^2+\mu^2/n}$$

mφ=

0,659032
0,530259
0,489496
0,4114411
0,3657354
0,4068443
0,4300329
0,4983919
0,4607117
0,6181721

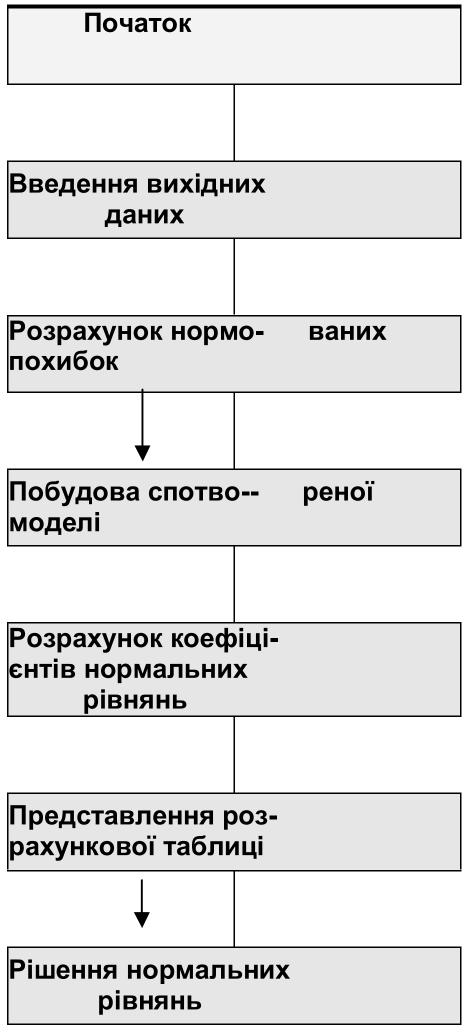
Додаток 8. Контроль зрівноваження.

Контроль	зрівноважен	ня	
[Y^2]-	b[YX]-	a[Y]=	9,8055493
[εε]=	9,8055493		

Додаток 9. Оцінки точності зрівноважених елементів.

Середня	квадратична похибка одиниці ваги			
μ=√(	**[εε]/(n-k))=**		1,10711	
				нта
Середня	квадратична похибка коефіцієнта а			b
mb=	μ√(1/B)=	0,6005		
Се редня квадратична похибка				нта
коефіцієнта в			коефіціє	а
ma=	μ√([x^2]/B*n)	1,5768		
Вага	коефіцієнта	b		
Pb=	B=	3,39853		
Вага	коефіцієнта	а		
Pa=	B*n/[X^2]	0,493		

Додаток 10.Блок-схема розрахунків в Ms Excel



А н д р о щ у к Людмила Миколаївна

Дослідження точності впливу ситуативної тривожності на характеристики пам'яті методом статистичних випробувань Монте Карло

Модель ППС 051- 1

Апроксимація поліномом першого степеня

Науковий керівник- доцент,кандидат технічних наук Р.М.Літнарович

Комп'ютерний набір, Верстка і макетування та дизайн в редакторі Microsoft®Office® Word 2003 Л.М. Андрощук

Міжнародний Економіко-Гуманітарний Університет ім.акад. Степана Дем'янчука

Кафедра математичного моделювання

33027,м.Рівне,вул..акад. С.Дем'янчука,4.

Завдання на самостійну роботу [4, с.181]

№ № варіантів / (Значення випадкових величин)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0,29	0,95	0,57	0,08	0,97	0,65	0,47	0,00	0,60	0,01	0,11	0,68	0,86	0,76	0,63	0,15
,12	80	17	03	59	74	73	85	74	37	06	41	13	23	48	88
,87	22	55	72	28	69	42	72	47	40	68	98	39	85	66	42
,02	42	57	53	55	83	09	19	29	62	41	06	10	29	86	45
,69	63	98	61	43	08	43	81	62	09	46	71	88	42	41	39
,32	99	98	36	08	30	22	38	10	10	95	77	91	11	34	08
,11	16	01	97	73	98	65	59	66	58	43	02	65	94	88	87
,58	25	35	79	15	17	98	05	12	99	55	08	59	46	13	90
,92	87	53	34	75	64	10	33	57	98	01	65	29	91	24	59
,28	73	45	10	20	10	16	17	99	16	75	76	04	94	42	79

№ № варіантів / (Значення випадкових величин)

17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
0,35	0,37	0,74	0,00	0,80	0,13	0,24	0,61	0,42	0,24	0,12	0,54	0,33	0,96	0,97	0,50
,03	77	98	17	30	60	80	67	31	73	45	55	51	68	97	37
,86	29	38	27	53	41	98	97	43	75	51	99	76	80	70	04
,04	17	31	91	84	75	37	51	06	27	23	77	72	45	06	31
,14	13	37	28	08	89	87	24	50	22	60	79	58	88	63	79
,39	12	15	10	14	43	47	47	24	82	23	81	18	89	08	16
,90	68	09	22	56	77	33	68	67	23	30	81	87	58	08	42
,13	12	48	54	50	02	49	32	55	33	20	64	20	98	15	10
,88	68	01	13	14	87	58	94	73	94	76	81	90	41	38	17
,46	49	18	08	27	33	52	57	22	76	05	86	83	41	87	25

№ № варіантів / (Значення випадкових величин)

33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
0,41	0,40	0,13	0,68	0,36	0,08	0,76	0,45	0,17	0,56	0,14	0,56	0,91	0,85	0,06	0,88
,48	90	34	19	38	64	07	23	17	35	19	47	09	09	02	66
,34	57	75	88	28	66	52	36	57	32	60	68	11	30	97	02
,38	98	67	95	89	45	05	60	35	97	91	73	37	50	54	40
,86	74	45	53	09	86	87	82	72	64	89	77	45	25	78	72
,67	56	12	67	22	55	86	67	00	31	18	97	78	82	24	49
,95	48	88	66	94	95	78	86	76	38	24	21	43	72	64	06
,95	63	82	74	24	99	65	98	77	13	37	66	23	62	71	20
,24	52	04	54	79	28	18	17	86	84	77	03	77	24	51	20
,56	17	32	62	04	65	48	02	68	77	72	67	72	56	69	63

№ № варіантів / (Значення випадкових величин)

49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
0,17	0,51	0,91	0,78	0,50	0,99	0,36	0,74	0,55	0,19	0,35	0,58	0,28	0,38	0,97	0,95
,78	70	70	55	53	78	23	15	70	88	20	64	14	17	84	10
,13	00	11	17	24	50	81	30	92	19	63	97	81	53	20	26
,66	34	60	89	61	51	47	34	98	66	84	64	08	90	43	81
,86	07	37	11	04	38	91	23	53	40	73	04	61	25	66	76
,68	50	01	50	91	15	02	42	33	88	17	37	97	27	54	94
,21	41	37	94	05	53	29	57	30	63	12	38	29	18	03	62
,22	40	06	48	57	76	77	12	27	32	70	80	70	83	25	56
,16	84	37	98	05	89	28	83	44	96	64	92	20	25	22	74
,52	43	41	09	84	51	49	78	95	17	23	70	95	85	34	39

№ № варіантів / (Значення випадкових величин)

65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
0,54	0,93	0,00	0,39	0,93	0,07	0,64	0,31	0,45	0,25	0,02	0,36	0,63	0,10	0,01	0,19
,15	01	06	97	55	79	75	97	79	66	89	56	71	65	36	50
,55	33	74	76	24	12	66	10	42	91	74	00	44	18	48	90
,51	53	59	34	55	73	85	61	07	13	16	37	28	59	62	95
,98	45	64	17	43	27	06	15	48	18	87	19	67	93	02	15
,79	88	82	61	78	88	58	05	77	20	09	87	01	08	19	06
,70	15	30	79	98	39	49	87	31	57	56	97	43	62	77	87
,56	58	21	94	80	50	95	78	24	82	29	53	70	23	09	99
,76	39	35	46	54	50	37	48	99	01	94	31	96	77	24	84
,88	57	11	06	35	09	87	09	31	66	11	71	20	92	96	65

№ № варіантів / (Значення випадкових величин)

81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
0,11	0,95	0,69	0,75	0,88	0,95	0,75	0,18	0,60	0,31	0,12	0,09	0,30	0,34	0,31	0,19
,03	44	46	02	14	61	28	96	49	85	88	87	01	99	75	61
,68	57	94	09	37	52	85	49	63	11	49	92	87	12	27	11
,43	09	00	69	11	20	22	90	82	27	46	54	06	85	14	68
,42	71	74	71	80	02	49	92	44	45	34	78	18	44	10	48
,15	59	81	75	69	12	69	10	35	47	55	80	50	96	71	21
,64	33	16	28	33	57	33	47	86	83	84	74	39	02	76	88
,89	51	84	80	90	99	52	66	69	31	27	08	65	32	96	26
,13	12	65	54	00	94	93	16	64	46	51	92	44	83	78	83
,68	56	17	63	81	41	27	44	13	21	96	90	41	69	30	98

№ № варіантів / (Значення випадкових величин)

97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112
0,79	0,17	0,04	0,19	0,80	0,15	0,15	0,42	0,24	0,48	0,61	0,44	0,40	0,26	0,21	0,86
,97	06	15	26	39	51	63	76	86	39	62	60	37	69	71	27
,30	48	29	50	51	57	49	01	98	44	92	37	49	54	78	39
,33	03	99	17	84	17	71	88	30	53	55	93	05	72	22	93
,32	12	29	02	04	20	89	31	83	51	28	54	57	21	25	70
,42	57	04	00	07	41	37	39	45	73	15	74	27	47	45	26
,89	97	70	27	08	67	03	76	09	32	77	85	14	76	38	31
,88	89	73	47	32	06	13	25	83	96	78	24	35	52	50	32
,17	10	10	34	46	46	53	78	71	85	10	40	66	38	76	40
,76	81	83	87	88	78	94	36	74	25	43	76	08	23	21	62

№ № варіантів / (Значення випадкових величин)

113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128
0,12	0,28	0,56	0,86	0,38	0,18	0,99	0,81	0,96	0,06	0,51	0,17	0,42	0,64	0,45	0,06
,40	36	51	83	51	86	66	50	97	01	33	46	44	99	95	03
,55	25	90	69	70	22	85	95	78	18	00	18	33	99	54	70
,26	77	71	81	73	99	47	43	09	31	30	11	34	25	91	80
,69	05	75	85	50	81	80	42	61	89	78	26	88	51	71	48
,21	37	47	18	39	89	62	98	79	87	04	61	12	77	06	55
,52	03	54	14	17	77	84	84	76	89	70	23	83	55	03	41
,17	06	90	48	68	07	07	84	03	58	47	01	49	55	70	65
,30	61	74	13	21	00	52	18	63	80	17	75	81	45	80	50
,05	58	92	60	87	35	83	16	33	72	98	56	66	69	48	13