

УДК 621.391.26

Л.М. Віткін<sup>1</sup>, Г.І. Хімічева<sup>2</sup>, С.М. Лапач<sup>3</sup><sup>1</sup>Держспоживстандарт України, Київ<sup>2</sup>Київський національний університет технології та дизайну, Київ<sup>3</sup>Національний технічний університет «КПІ», Київ

## ПОБУДОВА БАГАТОФАКТОРНОЇ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ВПЛИВУ НАЦІОНАЛЬНИХ ГАРМОНІЗОВАНИХ СТАНДАРТІВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПРАЦІ

У статті представлено розроблену авторами дворівневу багатофакторну математичну модель впливу національних гармонізованих стандартів на зростання продуктивності праці на основі використання методів регресійного аналізу, полігональної регресії, експертної оцінки та комп'ютерного моделювання. Здійснено порівняльний аналіз результатів проведених за кордоном емпіричних досліджень з побудованою моделлю зі взаємодіями. Виявлено співставимість результатів, що доводить її досконалість і дає підстави рекомендувати її застосування на практиці. Доведено економічну доцільність вкладання коштів у розроблення та прийняття гармонізованих національних стандартів.

**Ключові слова:** багатофакторна математична модель, національні гармонізовані стандарти.

### Вступ

Для України швидке подолання сьогоденної фінансово-економічної кризи можливе лише за умови суттєвого підвищення ефективності суспільної праці, основним показником якої є продуктивність праці. Під продуктивністю розуміють співвідношення обсягу продукції, робіт чи послуг та кількості праці, витраченої на виробництво цього обсягу. Прямий показник рівня продуктивності праці: виробіток визначається кількістю продукції, виробленої одним працівником за одиницю робочого часу.

Продуктивність праці в Україні у 2 – 3 рази нижче ніж у Росії, Польщі та у 7 – 20 разів нижче ніж у розвинутих країнах (США, Японія, країн ЄС) (табл. 1) [1 – 4].

Таблиця 1

Продуктивність праці за 1999 р.  
в окремих країнах (США взято за 100%)

Країни	Усього	Сільське господарство	Промисловість
США	100	100	100
Італія	92,5	59,2	79,4
Франція	90,6	70,8	81,1
Німеччина	80,6	35,3	70,4
Японія	73,4	50,0	58,4
Велика Британія	72,7	82,7	67,3
Польща	31,9	15,0	36,8
Росія	25,7	15,8	26,2
Україна	11,9	9,6	13,1

У [5] було наведено емпіричні дослідження, проведені у Великій Британії, Німеччині, Канаді, Китаї щодо внеску стандартизації у зростання продуктивності праці, ВВП та обсягів торгівлі. Узагальнений висновок згаданих досліджень говорить про те, що щорічне зростання фонду національних стандартів на 1 % призводить до відповідного зростання продуктивності праці у середньому на 0,05 – 0,08%.

**Постановка задачі.** На відміну від проведених емпіричних закордонних досліджень автори статті поставили перед собою задачу визначити вплив кількості і якості національних стандартів на підвищення продуктивності праці шляхом побудови відповідної багатофакторної математичної моделі. Для цього було використано комбінацію таких методів як регресійний аналіз, полігональна регресія, експертна оцінка та комп'ютерне моделювання.

### Основна частина

У роботах [1 – 4] та інших наведено 3 основні групи факторів впливу на зростання продуктивності праці:

#### 1. Матеріально-технічні фактори:

- а) комплексна автоматизація виробництва (1);
- б) впровадження програмних технологій (2);
- в) підвищення якості сировини і матеріалів (3);
- г) покращення функціональних та конструктивних властивостей виробів (4).

#### 2. Організаційні фактори:

- а) впровадження сучасних наукових методів управління виробництвом, підприємством (5);
- б) вдосконалення нормування праці (6).

#### 3. Соціально-економічні фактори:

- а) покращення характеру та умов праці (7);
- б) підвищення компетентності персоналу (8);
- в) вдосконалення мотивації до продуктивної праці (9).

Кожен з 9 наведених вище факторів залежить від:

а) якості прийнятих національних стандартів. При цьому якість стандарту умовно оцінюється, як ступінь відповідності існуючому міжнародному або європейському. Якісним вважається стандарт, ідентичний відповідному міжнародному або європейському стандарту. Далі за текстом гармонізований стандарт;

б) кількості впроваджених на підприємствах галузі національних гармонізованих стандартів, ідентичних міжнародним та європейським.

Ступінь залежності продуктивності праці від кожного фактору, а в свою чергу, фактору від якості і кількості стандартів, можна оцінити за 3-рівневою шкалою: В – високий, С – середній, Н – низький (при оцифруванні 0, 1, 2).

Експертами при оцінці впливу стандартів на фактори зростання продуктивності праці було використано порівняльні статистичні дані щодо рівня гармонізації вітчизняної нормативної бази за галузями (табл. 2) та розвинених країн світу, а також дані щодо кількості сертифікованих систем управління за галузями [6].

У ході дослідження виявили ступінь впливу на продуктивність праці кожного з 9 факторів і відповідно впливу на кожний з них якості та кількості стандартів. Оскільки повний факторний експеримент вимагав

проведення декількох десятків мільйонів експериментів, було використано робастий план експерименту, який забезпечує найкращі умови для визначення априорі невідомої структури рівняння регресії [8]. «Н», «С» і «В» позначають низький, середній та високий рівень відповідно. Як відгук було обрано частку від продуктивності праці, яка досягається при даній сукупності факторів. Результати експерименту отримано шляхом експертних оцінок фахівців-економістів Університету економіки та права «КРОК», фахівців зі стандартизації Держспоживстандарту України та кафедри метрології, стандартизації, сертифікації КНУТД. Оцінки було перевірено на узгодженість за допомогою коефіцієнта конкордації [8]. Як відгук використано їх середні значення у кожному експерименті. План і відгуки наведено в табл. 3.

Таблиця 2

Рівень впровадження в Україні міжнародних та європейських стандартів за видами НД та класами ДК 004 (станом на 30.03.2009 р.)

Клас та галузь стандартизації за ДК 004	Кількість стандартів, чинних в Україні	з них кількість гармонізованих із стандартами міжнародних та європейських організацій із стандартизації							N <sub>Σ</sub>			n
		ISO	IEC	CEN	CENELEC	ETSI	інші	Разом	ISO	IEC	CEN	
01 Загальні положення. Термінологія. Стандартизація. Документація <sup>1)</sup>	638	179	27	33	1	1	1	150	1155	210	142	23
03 Соціологія. Послуги. Організація та керування підприємствами. Адміністрування. Транспорт	626	100	32	21			4	118	289	79	207	10
07 Математика. Природничі науки	242	112		3				53	144	1	171	2
11 Система охорони здоров'я	498	106	11	4	5		1	144	770	266	640	1
13 Довкілля. Захист довкілля та здоров'я людини. Безпека	2040	396	161	312	14		2	941	1238	553	1574	20
17 Метрологія та вимірювання. Фізичні явища	1615	131	46	30	5		21	330	668	683	334	9
19 Випробування	263	11	11	33	6			107	104	314	109	30
21 Механічні системи та складники загального призначення	1142	138	2	6				225	493	33	273	2
23 Гідравлічні і пневматичні системи та пристрої загального призначення	1203	133	9	40				219	796	68	1158	3
25 Машинобудування	3599	526	34	48	4			436	1722	442	722	7
27 Енергетика і теплотехніка	443	27	18	41				196	230	264	244	17
29 Електротехніка	934	11	191		26	1		408	24	3149	42	0
31 Електроніка	811	3	47	1				128	44	1211	39	3
33 Телекомунікації. Аудіо- та відеотехніка	655	1	81	11	21	60	17	224	112	1679	15	73
35 Інформаційні технології. Конторські машини	573	202	158	13		1	1	268	2681	277	689	2
37 Техніка отримувачів та відтворювачів зображення	415	78	5	4				89	548	27	17	24
39 Точна механіка. Ювелірна справа	65	7		1				14	46	4	15	7
43 Дорожньо-транспортні засоби	440	31	2	2			4	195	775	40	106	2
45 Залізнична техніка	167	2	2				6	17	19	60	159	0
47 Суднобудування та морські споруди	181	3						5	307	105	183	0
49 Авіаційна та космічна техніка	145	2						2	515	12	1734	0
53 Підіймально-транспортне обладнання	298	34		35	1			156	416	1	189	19
55 Пакування і розподілення товарів	371	52	1	44				110	194	36	284	15
59 Текстильна та шкіряна промисловість	1340	168		32				280	715	4	528	6
61 Швацька промисловість	339	20	2	5				37	93	7	120	4
65 Сільське господарство	1286	229	2	65				395	479	35	238	27
67 Харчова промисловість	2207	363		59			50	444	672		488	12
71 Хімічна промисловість	1566	166	7	69	2			316	598	54	428	16
73 Гірництво та корисні копалини	891	87		1				127	308		53	2
75 Нафта і нафтоперероблення	686	51		8				121	547	7	500	2
77 Металургія	3321	98	1	141				386	785	2	1023	14
79 Деревообробна промисловість	478	3		98		1		122	192		255	38
81 Скло та керамічна промисловість	289	13		7				33	188		249	3
83 Виробництво гуми та пластмас	814	88		23				196	1076		625	4
85 Паперова промисловість	373	109		20				114	177		94	21
87 Виробництво фарб і барвників	323	5						35	274	1	255	0
91 Будівництво і будівельні матеріали	789	28	17	71				133	579	189	1928	4
93 Цивільне будівництво	125	4	1					6	96	11	433	0
97 Побутова техніка та торговельне обладнання. Відпочинок. Спорт	780	45	95	77	9			294	209	485	686	11

N<sub>Σ</sub> – загальна кількість стандартів міжнародних та європейських організацій із стандартизації; n – рівень впровадження стандартів CEN \*

Робоча матриця і результати експертних оцінок

№ експ.	Комплексна автоматизація виробництва	Впровадження програмних технологій	Підвищення якості сировини і матеріалів	Покращення функціональних та конструктивних властивостей виробів	Впровадження сучасних наукових методів управління виробництвом	Вдосконалення нормування праці	Покращення характеру та умов праці	Підвищення компетентності персоналу	Вдосконалення мотивації до продуктивності праці	Відгук
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	С	С	С	С	С	С	С	С	С	0,472
2	Н	В	Н	В	Н	В	Н	В	В	0,204
3	В	Н	В	Н	В	Н	В	Н	Н	0,359
4	Н	С	В	В	С	Н	С	С	В	0,553
5	С	Н	С	С	Н	С	В	В	С	0,58
6	С	С	С	Н	В	В	Н	С	Н	0,52
7	В	В	Н	С	С	С	С	Н	С	0,573
8	Н	В	В	Н	Н	Н	С	С	В	0,474
9	С	С	Н	В	В	С	В	Н	Н	0,51
10	Н	Н	В	С	С	В	Н	Н	Н	0,342
11	В	В	С	Н	В	Н	В	В	С	0,502
12	Н	Н	Н	В	С	Н	Н	В	Н	0,262
13	В	В	В	Н	Н	В	С	С	В	0,577
14	С	С	Н	С	В	В	Н	Н	В	0,559
15	В	Н	С	В	Н	С	В	В	С	0,536
16	Н	С	С	Н	С	Н	В	Н	Н	0,335
17	С	Н	В	В	В	В	С	В	С	0,586
18	Н	Н	Н	В	Н	С	В	С	В	0,327
19	В	В	С	С	В	Н	Н	Н	С	0,478
20	Н	Н	С	В	В	С	С	Н	В	0,54
21	С	С	Н	С	С	В	Н	С	С	0,472
22	С	В	В	Н	С	С	В	В	Н	0,499
23	В	С	Н	С	Н	Н	С	С	В	0,416
24	Н	С	В	С	Н	С	С	В	В	0,526
25	С	В	С	В	В	В	Н	С	Н	0,59
26	С	В	С	С	Н	С	В	Н	Н	0,465
27	В	Н	Н	Н	С	Н	Н	С	С	0,363
28	Н	В	Н	С	В	С	В	В	Н	0,5
29	В	С	В	Н	С	В	С	Н	С	0,49
30	С	Н	С	Н	С	В	С	С	В	0,486
31	В	С	В	В	Н	Н	Н	В	С	0,572
32	Н	В	В	В	В	В	В	В	С	0,95

**Модель без взаємодій (I).** Побудову лінійної за параметрами регресійної моделі виконано за допомогою програмного засобу ПРІАМ [9].

При отриманні моделі залежність відгуку від таких факторів, як: впровадження програмних технологій (2), покращення функціональних та конструктивних властивостей виробів (4), покращення характеру та умов праці (7), підвищення компетентності персоналу (8), вдосконалення мотивації до продуктивної праці (9) була квадратична. В зв'язку з тим, що для залежності відгуку від вказаних факторів залежність асимптотична, а не параболічна, була виконана заміна  $X'_i = 1/(X_i + 1)$ ,  $i = 2, 4, 7, 8, 9$ . Після цього отримана модель головних ефектів:

$$Y = 0,493281 + 0,0495981x_3 + 0,062524x_5 - 0,0584851x_4 - 0,0454692x_2 - 0,0295111x_9 - 0,045198x_7 - 0,0324321x_8 + 0,0268884x_6 + 0,0223865x_1, \quad (1)$$

де  $x_1 = 0,969697*(X_1 - 0,96875)$ ;  
 $x_2 = 2,49351*(X_2 - 0,598958)$ ;  
 $x_3 = 0,969697*(X_3 - 1,03125)$ ;  
 $x_4 = 2,49351*(X_4 - 0,598958)$ ;  
 $x_5 = 0,969697*(X_5 - 1,03125)$ ;  
 $x_6 = 0,969697*(X_6 - 1,03125)$ ;  
 $x_7 = 2,49351*(X_7 - 0,598958)$ ;

$x_8 = 2,49351*(X_8 - 0,598958)$ ;  
 $x_9 = 2,52632*(X_9 - 0,604167)$  – формули перетворень до ортогональних поліномів Чебишева.

Модель адекватна за критерієм Фішера ( $F_{\text{розра}} = 1,81 > F_{\text{кр}} = 1,39$ ) при рівні значущості  $\alpha = 0,05$  і степенях свободи  $\nu_1 = 9$ ,  $\nu_2 = 32$ .

Модель інформативна. Коефіцієнт множинної кореляції 0,781. Цей коефіцієнт статистично значущий:  $F_R = 3,82 > F_{\text{кр}} = 2,34$  (перевірка за критерієм Фішера) при рівні значущості  $\alpha = 0,05$  та степенях свободи  $\nu_1 = 9$  і  $\nu_2 = 22$ .

Модель стійка: число обумовленості  $\text{COND} = 1,61$ .

Модель пояснює 61% загального розсіювання.

Відносна частка впливу різних факторів приводиться на рис. 1. Середня похибка апроксимації 11,9%. З рис. 1 видно, що найбільш впливовими факторами є підвищення якості сировини і матеріалів (3); покращення функціональних та конструктивних властивостей виробів (4); впровадження сучасних наукових методів управління виробництвом, підприємством (5); впровадження програмних технологій (2). Від факторів 1, 3, 5, 6 залежність відгуку лінійна. Приклад залежності представлено на рис. 2 і 3 від першого і третього факторів одночасно. Тобто, відгук збільшується пропорційно зростанню вказаних факторів.

Для факторів 2, 4, 7, 8, 9 картина дещо складніша (рис. 4). Спочатку маємо відносно швидко зростання відгуку, який при досягненні певного рівня сповільнюється і стає асимптотичним.

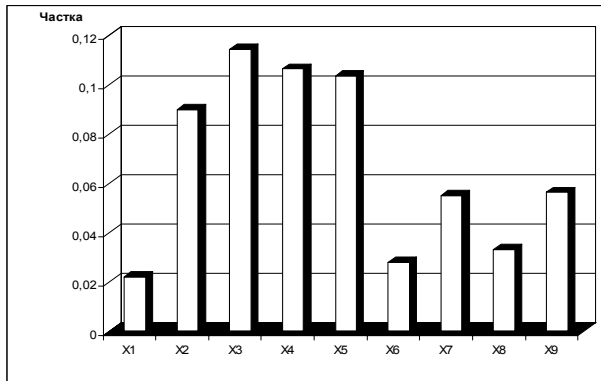


Рис. 1. Частка впливу окремих факторів на відгук

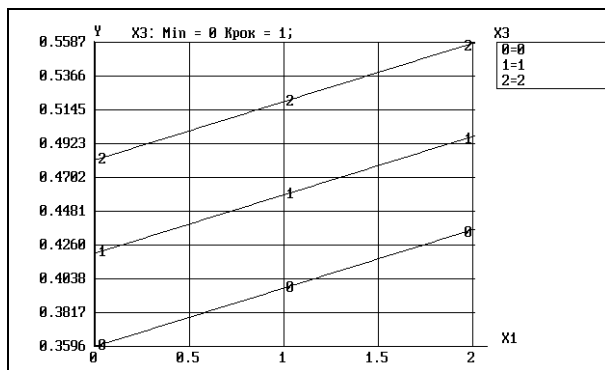


Рис. 2. Залежність відгуку від X1 при фіксованих рівнях X3

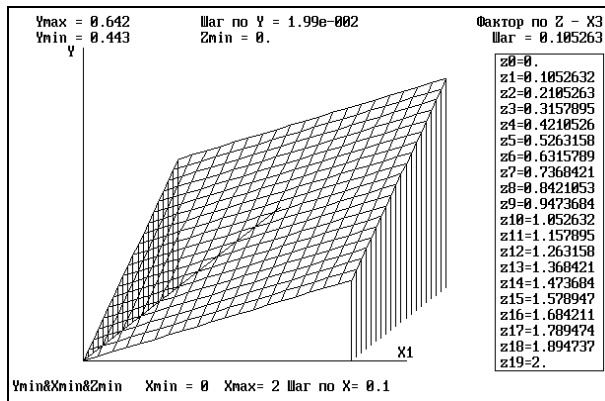


Рис. 3. Поверхня відгуку від X1 і X3

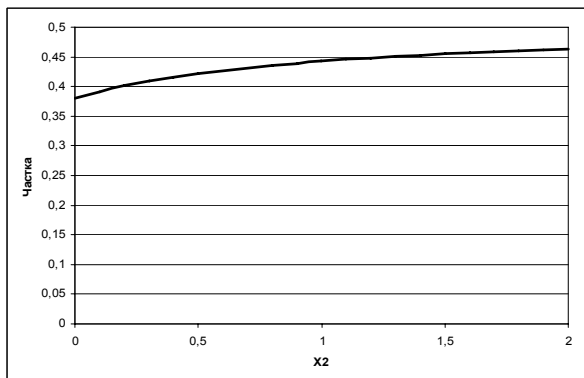


Рис. 4. Залежність відгуку від X1 при фіксованих рівнях X3

**Модель з взаємодіями (II).** Для підвищення точності опису побудована модель з взаємодіями з урахуванням взаємодій до четвертих включно.

Модель з урахуванням взаємодій

$$Y = 0,516765 + 0,233064x_1x_2x_7x_9 - 0,0702586x_1x_3x_6 + 0,136748x_1x_5x_6x_8 + 0,0855898x_1x_3x_4 - 0,0310572x_4 - 0,107551x_1x_3x_4x_7 - 0,0474456x_4x_5 + 0,0754725x_3x_5x_8x_9 + 0,0499825x_3x_5x_6 \quad (2)$$

(формули ортогональних контрастів аналогічні попередній моделі).

Модель адекватна ( $F_{\text{розра}} = 6,91 > F_{\text{кр}} = 1,39$ ) за критерієм Фішера при рівні значущості  $\alpha=0,05$  та степенях свободи  $v_1 = 9$  і  $v_2 = 22$ . Модель інформативна. Коефіцієнт множинної кореляції 0,922. Цей коефіцієнт статистично значущий:  $F_R = 13,86 > F_{\text{кр}} = 2,34$  відповідно до критерію Фішера при рівні значущості  $\alpha = 0,05$  та степенях свободи  $v_1 = 9$  і  $v_2 = 22$ . При цьому для критерію Бокса-Веца  $\gamma = 2$ . Модель стійка: число обумовленості COND = 2,48. Модель пояснює 85% загального розсіювання. Середня похибка апроксимації 5,93%.

Модель більш точно описує процес, але одночасно більш складна для апроксимації. Наприклад, на рис. 5 і 6 показано одночасно вплив двох факторів (п'ятого і шостого) на відгук.

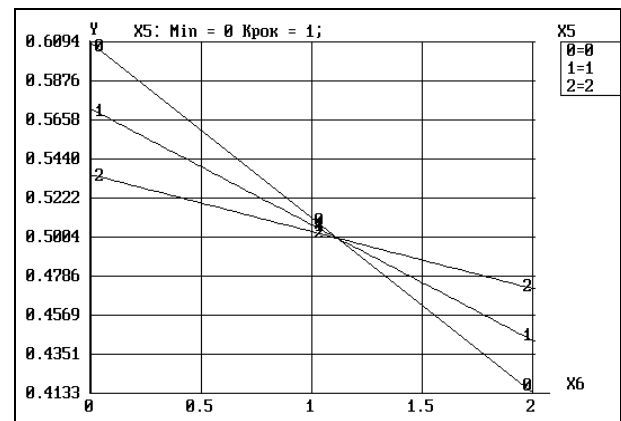


Рис. 5. Залежність відгуку від X5 і X6

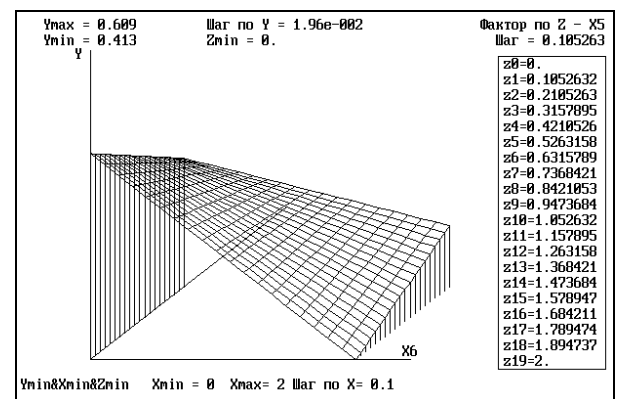


Рис. 6. Залежність відгуку від X5 і X6 (в 3D зображенні)

З рисунків (і моделі) випливає, що чим більше досконале нормування праці тим менший ефект дає впровадження сучасних наукових методів управлін-

на виробництвом. Це цілком погоджується з висновками теорії організацій, що для складних робіт та високої кваліфікації персоналу надмірне нормування й регламентація приводить до зниження продуктивності праці.

З рис. 7 видно, що підвищення якості сировини і матеріалів дає значно більший ефект при впровадженні сучасних наукових методів управління виробництвом, підприємством. Причому цей ефект не адитивний, а збільшується пропорційно впровадженню вказаних методів.

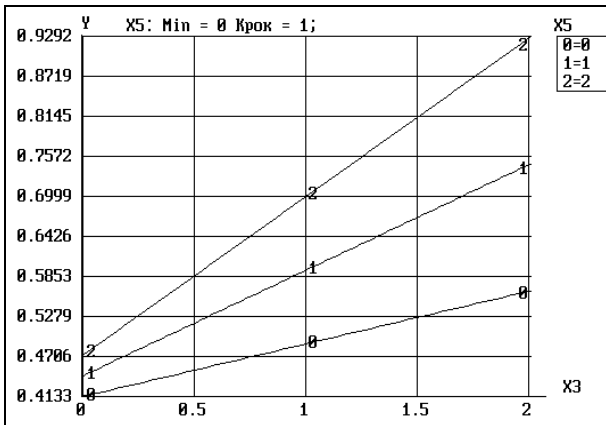


Рис. 7. Залежність відгуку від X3 і X5

**Модель залежності кожного з факторів впливу на продуктивність праці та рівня гармонізації.** Для визначення залежності кожного із використаних факторів від кількості і якості впроваджених стандартів також використовувались експертні оцінки. При цьому використовувалася матриця повного факторного експерименту (табл. 3, 4). Слід мати на увазі, що моделювалась тільки частка цих показників, яка залежить від стандартів.

Таблиця 4

План експерименту для побудови залежності показників від впровадження стандартів

№ експ.	Якість прийнятих національних стандартів	Кількість впроваджених на підприємствах галузі національних стандартів, ідентичних міжнародним та європейським
1	Н	Н
2	Н	С
3	Н	В
4	С	Н
5	С	С
6	С	В
7	В	Н
8	В	С
9	В	В

Отримані моделі адекватні, інформативні та стійкі. Пояснюють від 91,5% до 99% загального розсіяння. Найбільш вагомим фактором в усіх є «якість прийнятих національних стандартів». Його частка коливається від 33,6% (впровадження сучасних наукових методів управління виробництвом, підприємством) до 87,4% (покращення функціональних та конструктивних властивостей виробів). Всі моделі,

крім «впровадження сучасних наукових методів управління виробництвом, підприємством» містять взаємодії і значні не лінійності в залежностях.

Разом з тим залежності різних показників від якості і кількості стандартів різні. Аналіз проводиться на графіках часткових рівнянь регресії. При аналізі слід пам'ятати, що для таких складних залежностей поліном не завжди може точно відобразити [8, 10]. Це приводить до деякої деформації на початковій і кінцевій частинах залежності. На рис. Д.1 – Д.24 додатку 1 представлено залежність факторів продуктивності праці від кількості і якості національних стандартів.

Аналізуючи наведені у додатку 1 рисунки, можна зробити загальний висновок, що нарощування кількості стандартів без забезпечення їх якості не дає ефекту. Крім того повинен зберігатися баланс між кількістю і якістю, так як це теж зменшує загальний вплив стандартів на продуктивність праці. Таким чином з двох побудованих моделей друга модель з взаємодіями залежності продуктивності праці від кількості й якості стандартів є більш досконалою і може бути використана на практиці. Емпірично було доведено вплив збільшення нормативної бази на продуктивність праці. За іноземними даними щорічне зростання фонду національних стандартів на 1% у середньому призводить до відповідного зростання продуктивності праці на 0,05 – 0,08%. При цьому слід мати на увазі, що у розвинутих країнах зростання фонду стандартів здійснюється в основному за рахунок прийняття національних стандартів, тобто гармонізованих стандартів, ідентичних міжнародним та європейським (у середньому від 80 до 95% від загальної кількості прийнятих стандартів).

На рис. 8 представлено зв'язок зростання продуктивності на 1% зростання якісних стандартів в залежності від рівня гармонізації за моделлю (II).

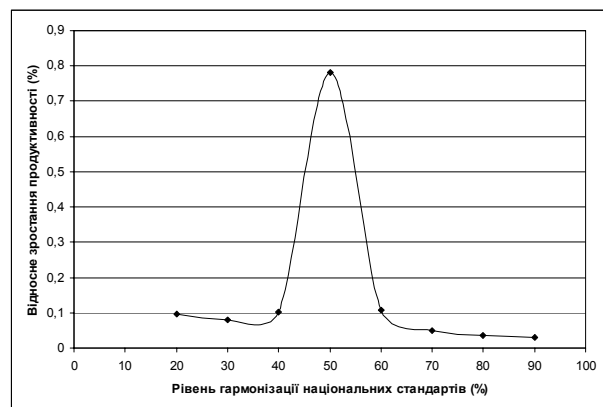


Рис. 8. Залежність продуктивності праці від рівня гармонізації національних стандартів

Перевірка за побудованою моделлю (II) показує, що при загальному рівні гармонізації 70% збільшення кількості на 1% приводить до збільшення на 0,06%; а при рівні гармонізації 90% – до зростання на 0,048%. Найбільш помітний ефект від впровадження стандартів виникає при рівні гармонізації

від 40 до 60%. Це добре узгоджується з логістичною залежністю ефекту для подібних процесів.

Таким чином, для того, щоб Україні відчутти суттєвий ефект від прийняття якісних стандартів, необхідно, щоб рівень гармонізації перевищив 40% від загальної кількості діючих стандартів (мається на увазі, як зазначалось вище, національних, ідентичних сучасним міжнародним і європейським).

Якщо ми проаналізуємо табл. 5, то побачимо, що в Україні для цього необхідно прийняти ще не менш як 5000 стандартів. Насправді, враховуючи, що відбувається процес заміни і удосконалення стандартів, ця кількість пропорційно збільшується. Якщо темпи прийняття

нових стандартів залишаться в Україні такими ж (у середньому 500 – 700 на рік), то ситуація буде лише погіршуватись, оскільки в європейських країнах приймають у середньому 2000 – 2500 стандартів на рік (рис. 9). При існуючих темпах прийняття нових гармонізованих стандартів розбіжність між нормативною базою України та ЄС буде тільки збільшуватися. Для скорочення розриву необхідно приймати щорічно більш ніж 3000 гармонізованих стандартів. При цьому слід пам'ятати, що ми ще не наблизилися до того рівня гармонізації, за якого їх прийняття дає відчутний ефект, пов'язаний з зростанням продуктивності праці (на сьогодні рівень гармонізації в Україні не перевищує 25%) (табл. 5).

Таблиця 5

Кількість стандартів, чинних в Україні станом на 16.07.09 р.

РСТ	ДСТУ	Прийняті як ДСТУ ГОСТ між-державні стандарти (ГОСТ), розроблені до 1992 р.	Міждержавні стандарти (ГОСТ), розроблені до 1992 р.	Міждержавні стандарти, яким надано чинності в Україні (ГОСТ, ДСТУ ГОСТ, ДСТУ (ГОСТ), ДСТУ/ГОСТ)	Загальна кількість НД
446	9 089 <sup>1</sup>	2 231	13 342	1 656	26 764

Примітка: <sup>1</sup> – 3 9089 ДСТУ 5717 гармонізовані з міжнародними та європейськими стандартами.

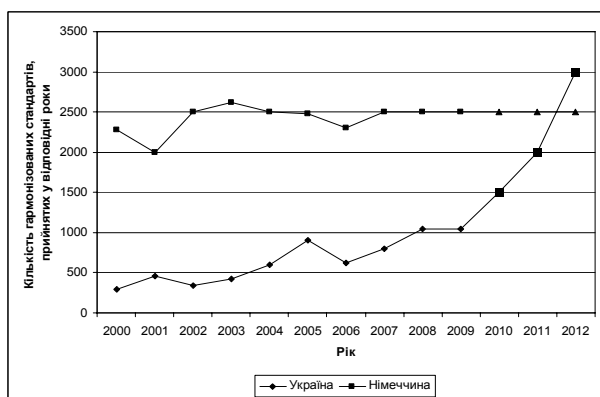


Рис. 9. Тенденції зміни кількості стандартів (з 2010 року – бажаний темп)

Автори перевірили достовірність побудованої моделі з взаємодіями (II) на прикладах окремих кра-

їн в окремі роки. Було взято статистичні дані щодо кількості впроваджених національних стандартів, з дворічним періодом між прийняттям і реальним впровадженням, та ВВП в окремих країнах. Наприклад, якщо в Україні у 2000 році було прийнято 293 національних стандартів, то оцінку їх впливу на продуктивність праці (ВВП) зроблено за даними ВВП у 2002 році (табл. 6). Перевірка моделі на реальних статистичних даних засвідчила її реальність і можливість практичного використання.

**Економічна ефективність від гармонізації національної нормативної бази.** Для розрахунку економічної ефективності вкладання коштів у роботи з стандартизації в Україні зробимо такі припущення:

а) вважаємо, що економічна криза не дозволить суттєво збільшити ВВП на душу населення, і він у 2012 році буде на рівні 6000 тис. дол.;

Таблиця 6

Динаміка зростання ВВП і прийняття стандартів в окремих країнах

	Щорічний ВВП на душу населення / Динаміка щорічного прийняття національних стандартів						
	2002 <sup>1</sup> / 2000	2003 <sup>1</sup> / 2001	2004 <sup>1</sup> / 2002	2005/ 2003	2006 <sup>2</sup> / 2004	2007 <sup>2</sup> / 2005	2008 <sup>3</sup> / 2006
Італія	26 335 / –	26 141 / –	26 160 / –	29 000 / –	29 700 / –	31 000 / 2005	29 934 / –
Франція	26 471 / –	26 522 / –	26 972 / –	29 900 / –	30 100 / –	33 800 / 2620	33 414 / –
Німеччина	25 793 / 2280	25 733 / 2000	26 159 / 2500	30 400 / 2625	31 400 / 2500	34 400 / 2484	33 154 / 2300
Велика Британія	26 481 / –	27 042 / –	27 757 / –	30 300 / –	31 000 / –	35 000/ 1755	33 535 / –
Польща	10 647 / –	11 062 / –	11 653 / –	13 300 / –	14 100 / –	16 200 / 3361	15 811 / –
Росія	7 776 / 350	8 334 / –	8 980 / –	11 800 / –	12 200 / –	14 600 / 1679	14 743 / –
Україна	4 793 / 293	5 297 / 457	5 984 / 340	7 200 / 517	7 800 / 596	6 900 / 900	6 916 / 628

Примітка: <sup>1</sup> – Статистичний щорічник України за 2005 / За ред. О.Г. Осауленка. – Державний комітет статистики України, 2006. – 575 с.; <sup>2</sup> – Весесвітня книга фактів, ЦРУ; <sup>3</sup> – Дані за 2006-2007 р.р. Міжнародний банк.

б) у 2012 році рівень гармонізації національних стандартів з міжнародними та європейськими досягне в Україні 40%;

в) згідно з розробленою авторами моделлю це призведе до зростання продуктивності праці на 0,1% (рис. 8), що складає 6 дол. США на душу населення;

г) будемо вважати, що згідно з [11] орієнтована вартість розроблення стандарту складатиме 30 тис. грн.

Тобто, загальне збільшення ВВП унаслідок

впровадження національних стандартів, гармонізованих з міжнародними та європейськими, складає:

6 дол. США \* 45<sup>(1)</sup> млн. = 270 млн. дол. США або 7,8<sup>(2)</sup> грн. \* 270 млн. дол. США = 2 млрд. 106 млн. грн., де <sup>(1)</sup> – кількість населення України; <sup>(2)</sup> – курс гривні до долара США ≈ 7,88 грн.

З іншого боку з табл. 7 видно, що держава витрачала на гармонізацію у період з 2001 по 2008 рік у середньому 6 млн. грн.

Фінансування бюджетної програми “Гармонізація національних стандартів з міжнародними та європейськими”

Роки	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Всього
Обсяги фінансування, тис. грн. (план)	8500,0	4500,0	4500,0	8500,0	8500,0	8350,0	8350,0	11700,0	62900,0
Обсяги фінансування, тис. грн. (факт)	4334,27	990,5	4333,7	4304,7	8500,0	3453,22	8350,0	11670,0606	45936,4506 73%

План на 2009 – 12 млн. грн., факт – 0.

Для дослідження рівня гармонізації 40 % України потрібно прийняти щонайменше ще 5000 стандартів. Тобто витрати на це складуть приблизно: 5000 стандартів\*30 тис. грн. = 150 млн. грн. Таким чином, економічна ефективність від вкладання коштів у процес гармонізації національної нормативної бази дорівнює 1 до 14. Іншими словами, важко знайти таку сферу діяльності, яка дасть таку віддачу від вкладання коштів, як стандартизація. І це варто брати до уваги як Уряду, при вирішенні питання фінансування робіт з стандартизації з держбюджету, так і вітчизняному бізнесу, який хоче стати конкурентоспроможним на світовому ринку, та для цього має також зробити свій суттєвий внесок у процес гармонізації.

### Висновки

1. Розроблено дворівневу багатофакторну математичну модель впливу національних гармонізованих стандартів на зростання продуктивності праці на основі використання методів регресійного аналізу, полігональної регресії, експертної оцінки та комп'ютерного моделювання.

2. Переверено та проаналізовано дві побудовані моделі без взаємодії факторів та із взаємодіями факторів. Доведено, що побудована модель з взаємодіями з урахуванням до четвертих включно є більш адекватною, інформативною, стійкою і пояснює 85 % загального розсіювання проти 61 % першої моделі без взаємодії.

3. Досліджено залежності кожного з 9 факторів моделі продуктивності праці від кількості і якості національних стандартів на основі побудованих математичних моделей другого рівня. Отримані моделі виявились адекватними, інформативними, стійкими і такими, що пояснюють до 99% загального розсіювання.

4. Здійснено порівняльний аналіз результатів проведених за кордоном емпіричних досліджень з побудованою моделлю зі взаємодіями (II). Виявлено співставимість результатів, що доводить досконалість цієї моделі, і дає підстави рекомендувати її застосування на практиці.

5. Побудовано графік залежності зростання продуктивності праці від рівня гармонізації стандартів. Показано, що найбільш відчутний вплив гармонізації на зростання продуктивності праці відбувається в інтервалі 40 – 60%.

6. За побудованою моделлю при рівні гармонізації 50% збільшення кількості гармонізованих стандартів на 1% (у розвинутих країнах це приблизно 2000 – 3000 стандартів) призводить до зростання продуктивності праці майже на 0,8%.

7. Доведено економічну доцільність вкладання коштів у розроблення та прийняття гармонізованих національних стандартів. Так підвищення до 2012 року рівня гармонізації до 40% потребує 150 млн. грн., а це згідно з розробленою моделлю дасть зростання ВВП на загальну суму 2 млрд. 106 млн. грн. Тобто, одна вкладена гривня дасть віддачу з коефіцієнтом зростання 14.

8. З наведених розрахунків випливає необхідність фінансування робіт з гармонізації вітчизняної нормативної бази протягом 2010-2012 років у обсязі не менше ніж 150 млн. грн. для зростання ВВП понад 2 млрд. грн. При цьому джерелами фінансування мають стати бюджет, кошти вітчизняного бізнесу та європейська технічна допомога.

9. Вбачається корисним Держспоживстандарту України разом з відповідними галузевими міністерствами та асоціаціями національних виробників організувати широку просвітницьку кампанію щодо важливості і економічної доцільності участі бізнесу у процесі гармонізації національної нормативної бази.

### Додаток 1

#### Залежність основних факторів від якості і кількості впроваджених стандартів

##### Д.1. Комплексна автоматизація виробництва

При низькій і високій кількості стандартів залежність від якості спочатку практично лінійна, потім асимптотична; при середній лінійна (рис. Д.1, Д.3).

При низькій якості стандартів їх кількість не впливає; при середній – починає впливати з моменту середньої насиченості стандартами: при високій – починає впливати з самого початку, переходячи поступово в режим насичення (рис. Д.2, Д.3).

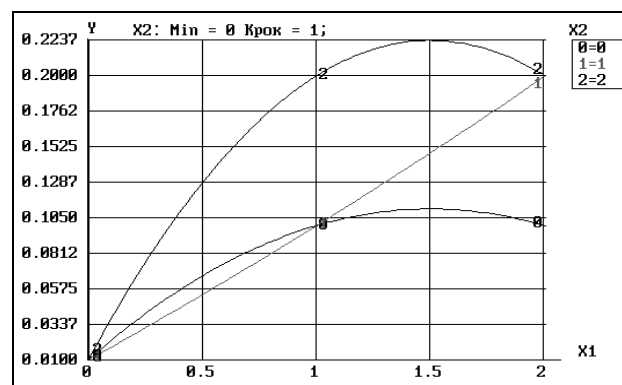


Рис. Д.1. Залежність комплексної автоматизації виробництва від якості стандартів (X1) при різних рівнях кількості стандартів (X2)

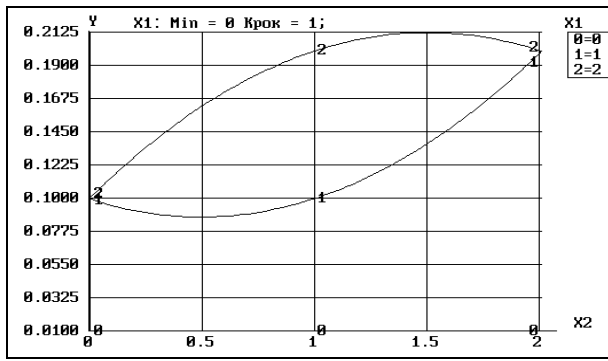


Рис. Д.2. Залежність комплексної автоматизація виробництва від кількості стандартів (X2) при різних рівнях якості стандартів (X1)

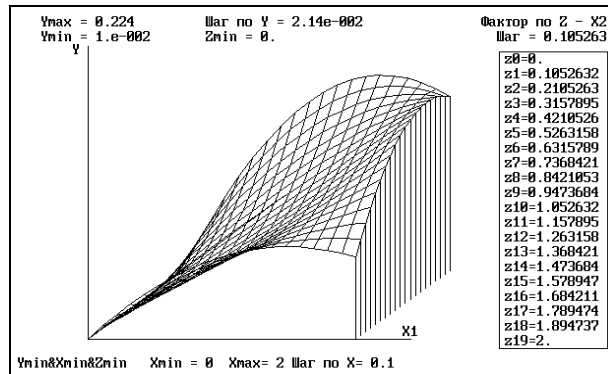


Рис. Д.3. Залежність комплексної автоматизація виробництва від кількості стандартів (X2) і якості стандартів (X1)

Д.2. Впровадження програмних технологій

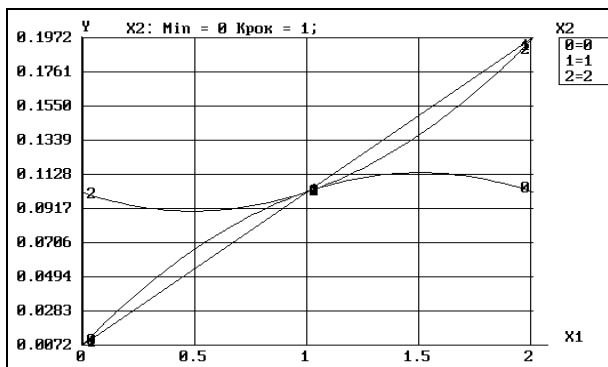


Рис. Д.4. Залежність впровадження програмних технологій від якості стандартів (X1) при різних рівнях кількості стандартів (X2)

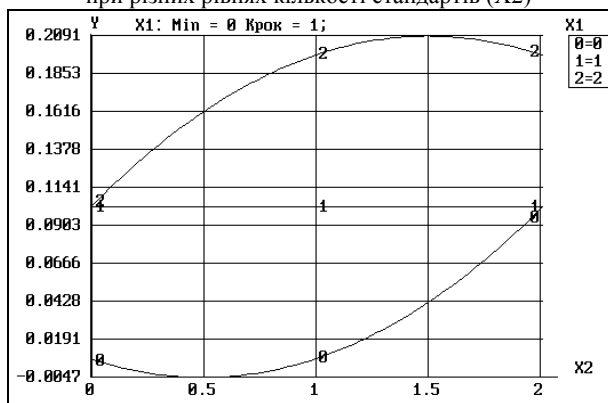


Рис. Д.5. Залежність впровадження програмних технологій від кількості стандартів (X2) при різних рівнях якості стандартів (X1)

Залежність від якості стандартів при середній їх кількості лінійна, при низькій – спочатку лінійна, яка потім переходить в режим насичення; при високій якості – ефект починає бути суттєвим тільки при досягненні середньої насиченості стандартами.

Залежність від кількості при середньому рівні якості відсутня, при високому рівня спочатку лінійна, потім асимптотичне насичення, при малому починає давати ефект тільки з підвищенням рівня стандартів до середнього.

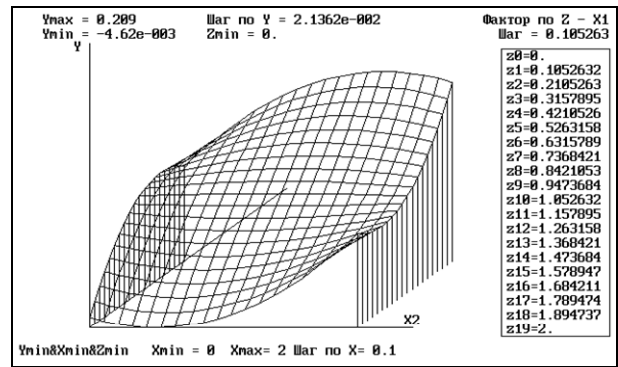


Рис. Д.6. Залежність впровадження програмних технологій від кількості стандартів (X2) і якості стандартів (X1)

Д.3. Підвищення якості сировини і матеріалів

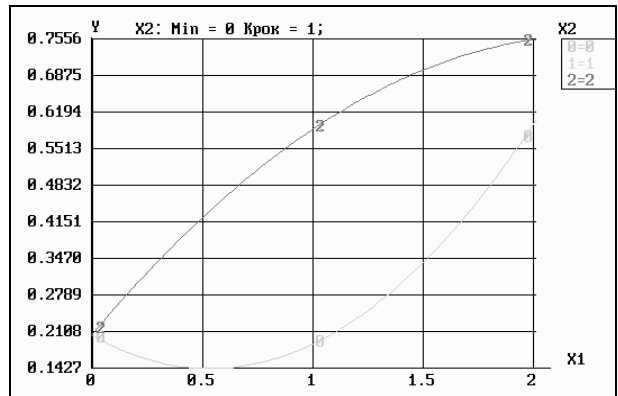


Рис. Д.7. Залежність підвищення якості сировини і матеріалів від якості стандартів (X1) при різних рівнях кількості стандартів (X2)

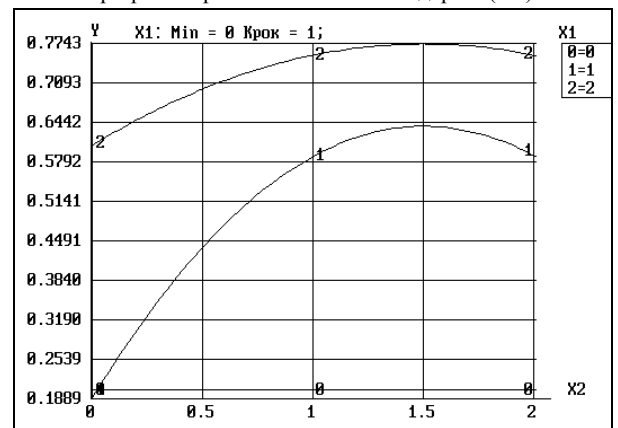


Рис. Д.8. Залежність підвищення якості сировини і матеріалів від кількості стандартів (X2) при різних рівнях якості стандартів (X1)



При високій і середній насиченості стандартаріст параболічний з переходом до насичення, при малій кількості ефект з'являється тільки при досягненні певного рівня якості.

При високій і середній якості стандартів ріст параболічний з переходом до насичення, при малій кількості ефект відсутній.

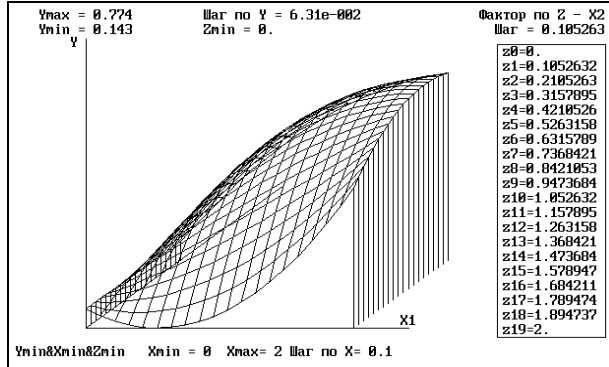


Рис. Д.9. Залежність підвищення якості сировини і матеріалів від кількості стандартів (X2) і якості стандартів (X1)

Д.4. Покращення функціональних та конструктивних властивостей виробів

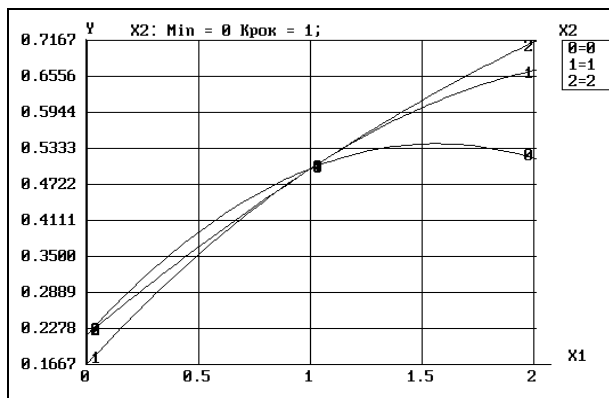


Рис. Д.10. Залежність покращення функціональних та конструктивних властивостей виробів від якості стандартів (X1) при різних рівнях кількості стандартів (X2)

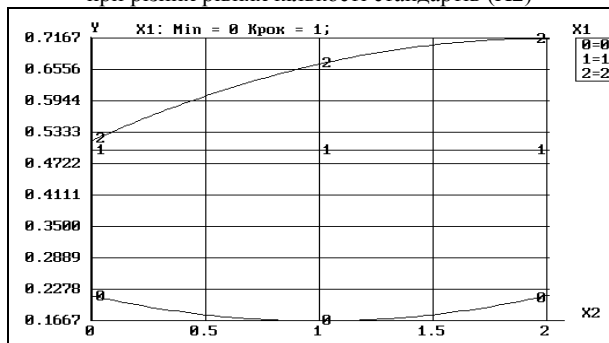


Рис. Д.11. Залежність покращення функціональних та конструктивних властивостей виробів від кількості стандартів (X2) при різних рівнях якості стандартів (X1)

Від якості стандартів параболічний ріст, який переходить в насичення при різних рівнях в залежності від кількості стандартів. Від кількості при низькій і середній якості залежність відсутня; при високій – параболічне зростання з насиченням.

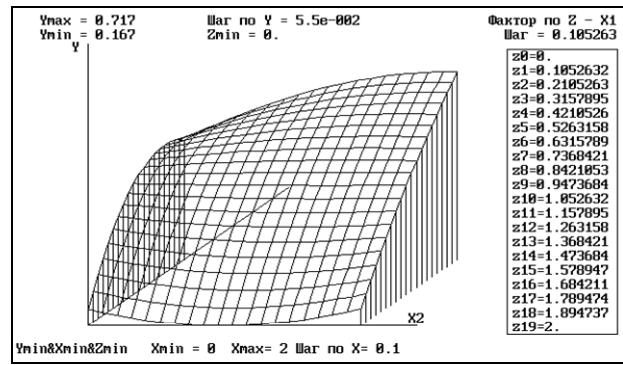


Рис. Д.12. Залежність покращення функціональних та конструктивних властивостей виробів від якості стандартів (X1) і кількості стандартів (X2)

Д.5. Впровадження сучасних наукових методів управління виробництвом, підприємством

Залежності лінійні, взаємодії відсутні.

Можливе припущення, що ні кількість ні якість стандартів в цій галузі не є достатньою.

Д.6. Вдосконалення нормування праці

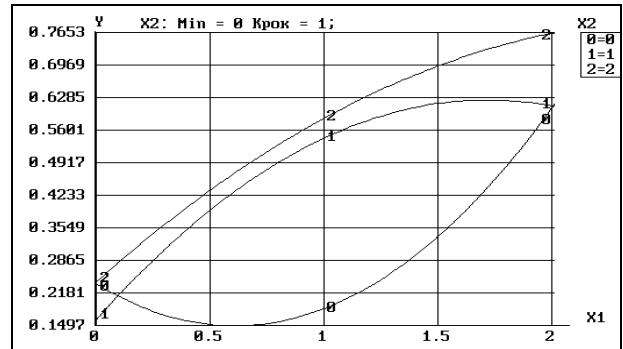


Рис. Д.13. Залежність вдосконалення нормування праці від якості стандартів (X1) при різних рівнях кількості стандартів (X2)

При середній і великій кількості – залежність від якості параболічна з переходом до насичення; при малій – ефект з'являється починаючи з досягнення певного рівня якості.

Залежність від кількості при низькій якості відсутня, при середній якості ефект параболічний з наступним насиченням; при високій з'являється при досягненні певної кількості.

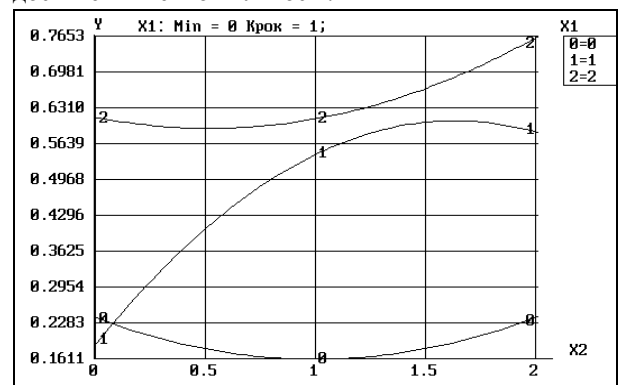


Рис. Д.14. Залежність вдосконалення нормування праці від кількості стандартів (X2) при різних рівнях якості стандартів (X1)

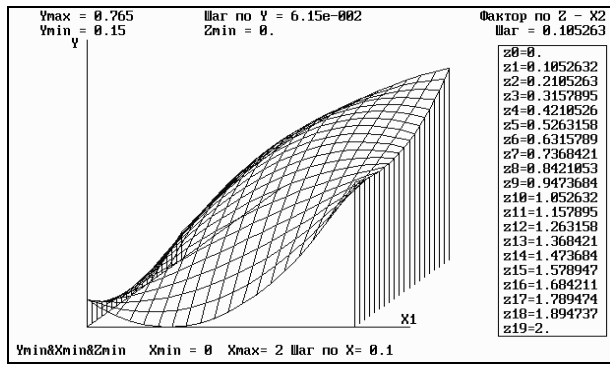


Рис. Д.15. Залежність вдосконалення нормування праці від якості стандартів (X1) і кількості стандартів (X2)

Д.7. Покращення характеру та умов праці

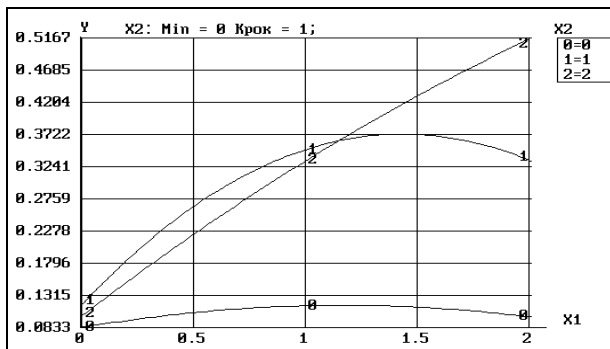


Рис. Д.16. Залежність покращення характеру та умов праці від якості стандартів (X1) при різних рівнях кількості стандартів (X2)

Залежність від якості при низькій кількості відсутня; при середній кількості – параболічна з переходом до насичення, при високій – лінійна.

Залежність від кількості – аналогічна.

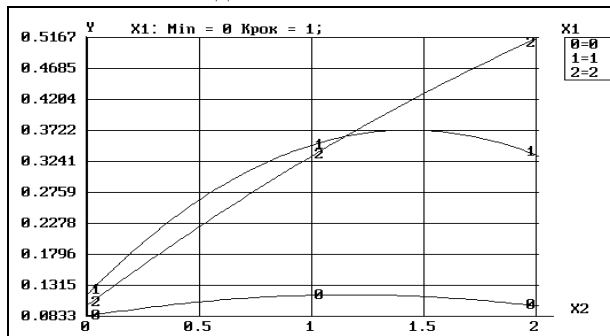


Рис. Д.17. Залежність покращення характеру та умов праці від кількості стандартів (X2) при різних рівнях якості стандартів (X1)

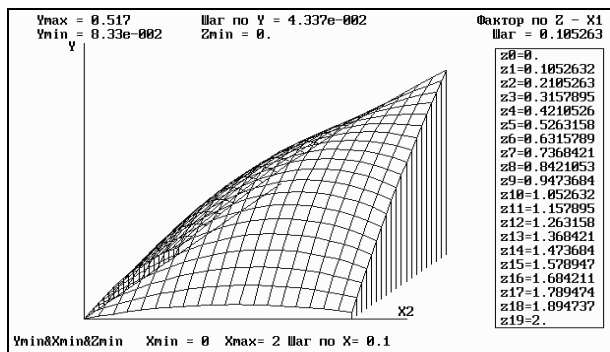


Рис. Д.18. Залежність покращення характеру та умов праці від якості стандартів (X1) і кількості стандартів (X2)

Д.8. Підвищення компетентності персоналу

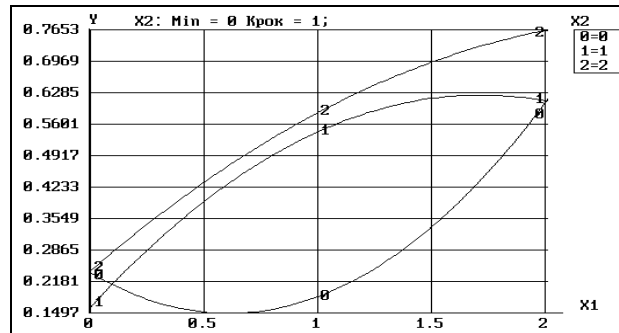


Рис. Д.19. Залежність підвищення компетентності персоналу від якості стандартів (X1) при різних рівнях кількості стандартів (X2)

Залежність від якості при середній і високій кількості параболічна з подальшим асимптотичним насиченням. При низькій кількості залежність починається з досягнення певного рівня якості.

Залежність від кількості при низькій якості відсутня. При середній якості параболічна з поступовим насиченням; при високій – ефект досягається, починаючи з певного рівня кількості.

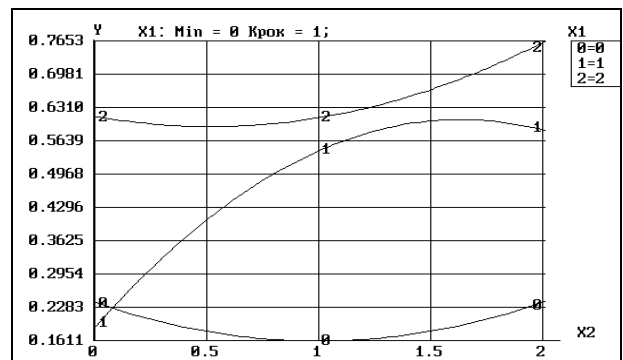


Рис. Д.20. Залежність підвищення компетентності персоналу від кількості стандартів (X2) при різних рівнях якості стандартів (X1)

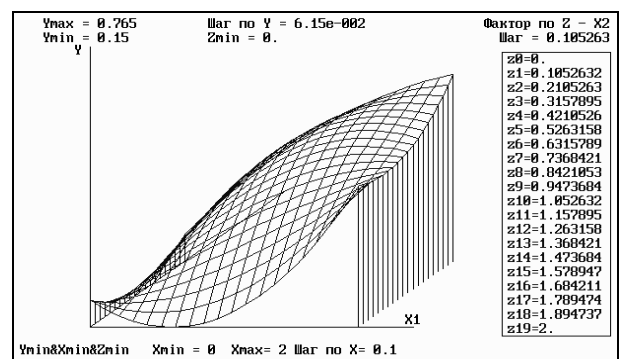


Рис. Д.21. Залежність підвищення компетентності персоналу від якості стандартів (X1) і кількості стандартів (X2)

Д.9. Вдосконалення мотивації до продуктивності праці

Залежність від якості: параболічний підйом без ознак насиченості. З цього випливає висновок про недостатній рівень якості стандартів, які використовуються. Залежність від кількості при низькій якості відсутня. При середній і високій якості – параболічна з переходом в ділянку насиченості.

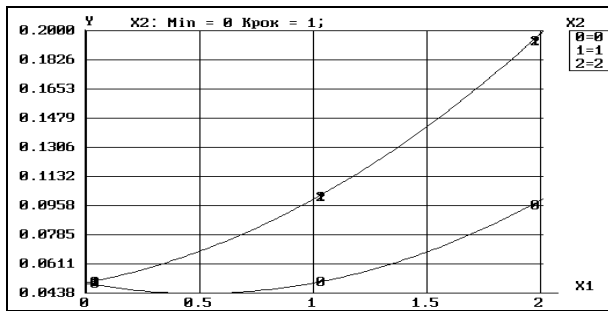


Рис. Д.22. Залежність вдосконалення мотивації до продуктивності праці від якості стандартів (X1) при різних рівнях кількості стандартів (X2)

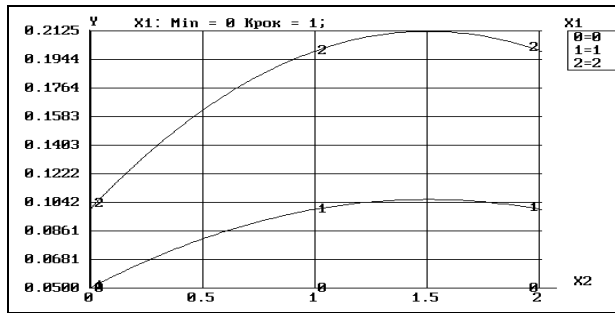


Рис. Д.23. Залежність вдосконалення мотивації до продуктивності праці від кількості стандартів (X2) при різних рівнях якості стандартів (X1)

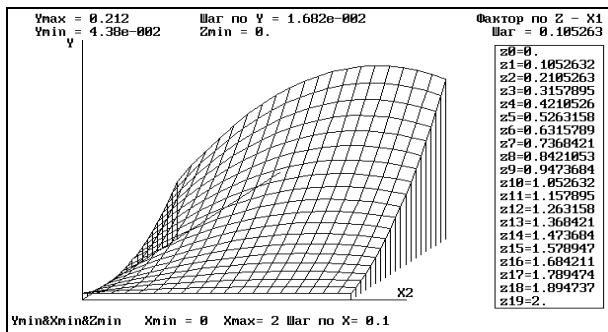


Рис. Д.24. Залежність вдосконалення мотивації до продуктивності праці від якості стандартів (X1) і кількості стандартів (X2)

### Список літератури

1. Махсма М.Б. Економіка праці та соціально-трудова відносина / М.Б. Махсма. – К.: Атіка, 2005. – 303 с.
2. Качан Є.П. Економіка праці та соціально-трудова відносина: навчальний посібник / Є.П. Качан, О.П. Дяков. – К.: Знання, 2008. – 407 с.
3. Гришкова О.А. Економіка праці та соціально-трудова відносина: підручник / О.А. Гришкова. – К.: Знання, 2007. – 559 с.
4. Економіка України: стратегія і політика довгострокового розвитку / За ред. академіка НАН України В.М. Гейця. – К.: Фенікс, 2003. – 340 с.
5. Віткін Л.М. Аналіз досвіду застосування Угоди про технічні бар'єри в торгівлі Світової організації торгівлі / Л.М.Віткін // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2009. – № 3. – С. 37-41.
6. Віткін Л.М. Якість, як головний фактор подолання кризи / Л.М. Віткін, Г.І. Хімичева, А.С. Зенкін // Системи обробки інформації: зб. наук. пр. – X.: Х УПС, 2009. – Вип. 2(76). – С. 148-156.
7. Статистичний щорічник України за 2005 / За ред. О.Г. Осауленка. – Державний комітет статистики України, 2006. – 575 с.
8. Лапач С.Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel / С.Н. Лапач, А.В. Чубенко, П.Н. Бабич – 2 изд. перераб. и доп. – К.: Морион, 2001. – 408 с.
9. Лапач С.Н. Планирование, регрессия и анализ моделей PRIAM (ПРИАМ) / С.Н. Лапач, С.Г. Радченко, П.Н. Бабич // Каталог программные продукты Украины. – К., 1993. – С. 24-27.
10. Лагутин М.В. Наглядная математическая статистика / М.В. Лагутин. – М.: БИНОМ. 2007. – 472 с.
11. Наказ Держспоживстандарту України від 19 жовтня 2007 року № 274 “Про затвердження Методики визначення трудомісткості та вартості робіт із стандартизації”, зареєстрований в Міністерстві юстиції України 07.11.2007 за № 1251/14518 [Електронний ресурс]. – Режим доступу до док.: [www.dssu.gov.ua](http://www.dssu.gov.ua).

Надійшла до редколегії 8.06.2009

Рецензент: д-р техн. наук, проф. І.П. Захаров, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків.

### ПОСТРОЕНИЕ МНОГОФАКТОРНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЛИЯНИЯ НАЦИОНАЛЬНЫХ ГАРМОНИЗИРОВАННЫХ СТАНДАРТОВ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА

Л.М. Виткин, А.И. Химичева, С.Н. Лапач

В статье представлена разработанная авторами двухуровневая многофакторная математическая модель влияния национальных гармонизированных стандартов на рост производительности труда на основе использования методов регрессионного анализа, полигональной регрессии, экспертной оценки и компьютерного моделирования. Осуществлен сравнительный анализ результатов проведенных за рубежом эмпирических исследований с построенной моделью с взаимодействиями. Обнаружена сопоставимость результатов, что доводит ее совершенство и дает основания рекомендовать ее применение на практике. Доказана экономическая целесообразность вкладывания средств в разработку и принятие гармонизированных национальных стандартов.

**Ключевые слова:** многофакторная математическая модель, национальные гармонизированные стандарты.

### CONSTRUCTION OF MULTIFACTOR MATHEMATICAL MODEL OF INFLUENCING OF THE NATIONAL HARMONIZED STANDARDS ON THE LABOUR PRODUCTIVITY

L.M. Vitkin, A.I. Khimicheva, S.N. Lapach

In the article the two-tier multifactor mathematical model of influencing of the national harmonized standards developed authors is presented on growth of the labour on the basis of the use of methods of regressive analysis, polygonal regression, expert estimation and computer design productivity. The comparative analysis of results of the empiric researches conducted abroad is carried out with the built model with co-operations. Found out comparableness of results, that leads to its perfection and grounds to recommend its application in practice. Financial viability of inlaying of facilities is proved in development and adopting the harmonized national standards.

**Keywords:** multifactor mathematical model, national harmonized standards.