

УДК 519.862.6

## ЕКОНОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РИНКУ ПРАЦІ УКРАЇНИ

**Чеголя Катерина, к.е.н., доцент Довгенко Яна Олексіївна.**

*Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені*

*Володимира Винниченка, м. Кропивницький, Україна*

*Стаття присвячена побудові та дослідженню економетричної моделі регіональних ринків праці України 2017 р. Для дослідження факторів, що впливають на функціонування ринку використано метод головних компонент. Акцентована увага на доцільність побудови моделі для даного виду ринку в Україні та на подальше прогнозування.*

*Ключові слова: економетрична модель, метод головних компонент, метод найменших квадратів, ринок праці.*

## ECONOMETRIC MODELING OF THE LABOR MARKET OF UKRAINE

**K. Cheholya, professor Y. Dovhenko.**

*The Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University, Kropyvnytsky, Ukraine*

*The article is devoted to the construction and research of the econometric model of regional labor markets of Ukraine in 2017. To study the factors influencing the functioning of the market, the method of the main components is used. The emphasis is on the feasibility of constructing a model for this type of market in Ukraine and for further forecasting.*

*Keywords: econometric model, method of main components, method of least squares, labor market*

**Постановка проблеми.** Ринок праці є одним з основних елементів ринкової економіки країни. Останнім часом він характеризується напруженням внаслідок падіння попиту на робочу силу, зниженням заробітної плати та збільшенням кількості звільнень. Ці проблеми тісно пов'язані з процесами в суспільному житті нашої країни. Інструментами економетричного аналізу ми зможемо прогнозувати та регулювати розвиток ринку праці в Україні.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Дослідженням проблем функціонування та розвитку ринку праці займались А. Оукен, С. Бандур, Р. Еренберг, З. Бараник та ін.. Незважаючи на значні внески зазначених науковців є доцільним постійне оновлення інформації та моделювання сучасного стану ринку праці України за допомогою економетричних моделей.

**Мета статті.** Метою статті є побудова та дослідження економетричної моделі регіональних ринків праці в Україні методом головних компонент за 2017 рік.

**Виклад основного матеріалу.** За статистичними даними ринку праці України 2017р. побудуємо багатofакторну модель ринку праці [3].

Щоб визначити необхідність включення в рівняння багатofакторної регресії певних факторів, а також, щоб оцінити одержане рівняння на відповідність виявленим зв'язкам побудуємо матрицю коефіцієнтів кореляції.

Y- рівень зайнятості; X1- продуктивність праці; X2- капітальні інвестиції; X3- економічно активне населення; X4- середньомісячна заробітна плата штатних працівників. Парні коефіцієнти кореляції (*табл. 1*) свідчать про різну силу зв'язку рівня зайнятості населення з окремими факторами. Можемо бачити, найтісніший зв'язок спостерігається з кількістю економічно активного населення (0,624) .

*Таблиця 1*

	Y	X1	X2	X3	X4
Y	1	0,587675731	0,583634246	0,624158161	0,5547542
X1	0,587675731	1	0,873530946	0,682226987	0,80811068
X2	0,583634246	0,873530946	1	0,851018683	0,79836405
X3	0,624158161	0,682226987	0,851018683	1	0,628501425
X4	0,5547542	0,80811068	0,79836405	0,628501425	1

Оскільки значення парних коефіцієнтів перевищують  $r_{X1X2}, r_{X2X3}, r_{X1X4}, r_{X2X4}$  перевіримо модель на мультиколінеарність. Використаємо алгоритм Феррара- Глобера.

За F- критерієм маємо розрахункові значення:

F1=	14,4126086			
F2=	29,51251754	існує мультиколінеарність		
F3=	10,04631613			
F4=	7,828257524			
Fтабл=	26,75090533			

За  $t$ -критерієм:

		t-критерій	
t12	3,055290994	мультиколінеарне	
t13	-0,844771079		
t14	1,605614237		
t23	4,24796774	мультиколінеарне	
t24	-1,250712593		
t34	0,334447963		
tтабл.=	2,1788		

Враховуючи розраховані значення  $t$ -критерію, доходимо висновку виключення змінної X2, тому що вона має найменший парний коефіцієнт кореляції із залежною змінною, та високі парні коефіцієнти кореляції з усіма пояснювальними змінними.

	продукт	економі	середнь
продуктивність праці	1	0,68223	0,80811
економічно активне населення	0,68223	1	0,6285
середньомісячна заробітна плата	0,80811	0,6285	1

Перевіривши ще раз данні на наявність мультиколінеарності, можемо бачити, що виключення однієї змінної її не усунуло, тому використаємо метод головних компонент. Він дасть можливість дослідити взаємозв'язки між показниками, за наявності мультиколінеарності під час проведення багатофакторного кореляційно-регресійного аналізу.

За допомогою компонентного аналізу проведемо дослідження взаємозв'язку між величиною продуктивності праці, чисельністю економічно активного населення та середньомісячною платою штатних працівників.

Матриця парних коефіцієнтів кореляції  $R$  має вигляд:

$$R = \begin{pmatrix} 1 & 0,68 & 0,81 \\ 0,68 & 1 & 0,63 \\ 0,81 & 0,63 & 1 \end{pmatrix}$$

Характеристична матриця для матриці  $R^*$  матиме вигляд:

$$R^* - \lambda E = \begin{pmatrix} 1 - \lambda & 0,68 & 0,81 \\ 0,68 & 1 - \lambda & 0,63 \\ 0,81 & 0,63 & 1 - \lambda \end{pmatrix}$$

Знайдемо власні значення матриці  $R^*$ . Для цього запишемо визначник матриці та на підставі кубічного рівняння:

$$(1 - \lambda)^3 - 1,515 * 1 - \lambda + 0,694$$

За формулою Кардано знайдемо:

$$\lambda_1 = 2,416, \quad \lambda_2 = 0,398, \quad \lambda_3 = 0,186$$

Матриця  $\Lambda$  власних значень матриці  $R^*$  має вигляд:

$$\Lambda = \begin{pmatrix} 2,416 & 0 & 0 \\ 0 & 0,398 & 0 \\ 0 & 0 & 0,186 \end{pmatrix}$$

Розраховані власні значення  $\lambda_i$  характеризують вклади відповідних головних компонент у сумарну дисперсію вхідних ознак  $X_1, X_2, X_3$ . Перша компонента пояснює  $\frac{2,416}{3} * 100\% = 80,53\%$  сумарної дисперсії, друга - 13,27%, третя - 6,2%.

Для економічної інтерпретації достатньо залишити перші дві компоненти, загальний вклад яких становить 93,8% сумарної дисперсії всіх вхідних ознак.

Знайдемо власні вектори:

$$U_1 \begin{pmatrix} 1,021 \\ 0,935 \\ 1 \end{pmatrix}; \quad U_2 \begin{pmatrix} 0,589 \\ -1,712 \\ 1 \end{pmatrix}; \quad U_3 \begin{pmatrix} -1,151 \\ 0,188 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Норма кожного з векторів становить:

$$|U_1| = \sqrt{1,0424 + 0,8745 + 1} = 1,079$$

$$|U_2| = \sqrt{0,3467 + 2,9318 + 1} = 2,068$$

$$|U_3| = \sqrt{1.3261 + 0.0353 + 1} = 1.537$$

Матриця нормованих векторів матиме вигляд:

$$V = \begin{pmatrix} 0,598 & 0,285 & -0,749 \\ 0,548 & -0,828 & 0,122 \\ 0,586 & 0,483 & 0,651 \end{pmatrix}$$

Матриця факторних навантажень:

$$A = V * \Lambda^{1/2} = \begin{pmatrix} 0,929 & 0,180 & -0,323 \\ 0,851 & -0,522 & 0,053 \\ 0,910 & 0,305 & 0,281 \end{pmatrix}$$

Аналізувавши матрицю факторних навантажень  $A$ , бачимо, що перша головна компонента тісно пов'язана з усіма факторними ознаками: Великою продуктивністю праці ( $a_{11} = 0,929$ ), чисельністю економічно активного населення  $a_{21} = 0,851$  та середньомісячною заробітною платою ( $a_{31} = 0,910$ ).

Побудуємо матрицю значень головних компонент  $F = A^{-1} * Z^T$ :

	-0,04	-0,17	0,55	-0,15	-0,09	0,20	-0,04	0,36	-0,14	0,14	0,06	0,20	0,22	-0,13	-0,12	-0,24	0,22	-0,18	-0,13	-0,05	-0,28	-0,18
F=	-0,07	0,03	-0,15	-0,05	0,05	0,13	0,04	0,28	0,05	-0,23	0,20	-0,11	0,22	0,03	0,03	-0,07	-0,32	-0,02	-0,02	0,03	-0,03	-0,02
	0,06	-0,03	-0,11	-0,01	0,23	0,12	-0,05	0,01	-0,13	0,12	0,15	0,06	-0,21	0,04	-0,03	-0,07	-0,03	0,02	0,02	-0,05	0,01	-0,13

Перевіримо отримані дані на наявність мультиколінеарності:

	1	-0,001315	-0,0019
	-0,001315	1	0,00921
	-0,001934	0,0092147	1

Визначник матриці рівний одиниці. Для головних компонент явище мультиколінеарності відсутнє. Отже транспоновану матрицю  $F$  можна використовувати як вхідну інформацію для багатовимірної класифікації економічної діяльності за допомогою дискримінантного та кластерного аналізу.

За допомогою алгоритму МНК знайдемо оцінки параметрів моделі (розрахунки проведемо в *MS Excel*) [2, с.61]:

Обчислимо оцінки регресійних коефіцієнтів за формулою

$$a = (F * F')^{-1} * F' * Y$$

де  $F'$  - транспонована матриця до  $F$ .

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
-0,04	-0,177	0,555	-0,15	-0,09	0,208	-0,04	0,37	-0,15	0,148	0,067	0,203	0,216	-0,14	-0,12	-0,25	0,218	-0,18	-0,13	-0,06	-0,28	-0,19
-0,1	0,054	-0,246	-0,07	0,087	0,207	0,055	0,444	0,076	-0,36	0,328	-0,17	0,343	0,05	0,041	-0,11	-0,51	-0,04	-0,04	0,041	-0,05	-0,04
0,127	-0,064	-0,243	-0,02	0,487	0,259	-0,11	0,029	-0,28	0,265	0,327	0,14	-0,45	0,095	-0,06	-0,15	-0,05	0,032	0,033	-0,1	0,015	-0,28

1) Знайдемо добуток  $F * F'$ :

22	4,4E-15	1,8E-15	1,2E-14
4,4E-15	0,99972	-0,00131	-0,00194
1,8E-15	-0,00131	0,99963	0,00923
1,2E-14	-0,00194	0,00923	1,00445

2) Обернена матриця матиме вигляд  $(F * F')^{-1}$ :

0,04545	-2E-16	-7,9E-17	-5,6E-16
-2E-16	1,00029	0,0013	0,00192
-7,9E-17	0,0013	1,00046	-0,00919
-5,6E-16	0,00192	-0,00919	0,99566

3) Обчислимо добуток  $(F' * Y)$ :

1393,88
11,5113
-2,26214
-0,12419

4) Оцінки регресійних коефіцієнтів  $a$ :

63,358
11,5114
-2,2471
-0,08078

Модель з головними компонентами:

$$y_i = y + 11,51x_1 - 2,24x_2 - 0,081x_3,$$

Випадкові відхилення теоретичних значень результуючої змінної від фактичних наведемо нижче.

Таблиця 2

рівень зайнятості, %	$y$	$e = y - \hat{y}$	$y^2$	$e_i - e_{i-1}$
64,18	63,099	1,08	1,16	
55,85	61,198	-5,35	28,61	41,264

67,70	70,318	-2,62	6,85	7,456
62,63	61,773	0,85	0,72	12,036
60,50	62,129	-1,63	2,66	6,157
64,85	65,269	-0,42	0,18	1,466
59,20	62,767	-3,57	12,73	9,912
68,08	66,615	1,46	2,13	25,266
62,48	61,511	0,96	0,93	0,245
64,35	65,846	-1,50	2,24	6,046
66,48	63,364	3,11	9,67	21,215
65,10	66,0669	-0,97	0,93	16,622
63,55	65,109	-1,56	2,43	0,351
57,93	61,677	-3,75	14,08	4,804
64,55	61,893	2,66	7,06	41,076
57,75	60,740	-2,99	8,94	31,893
70,65	67,013	3,64	13,22	43,912
65,83	61,388	4,44	19,68	0,640
62,83	61,978	0,85	0,72	12,890
66,85	62,619	4,23	17,90	11,455
57,73	60,181	-2,46	6,03	44,714
64,85	61,312	3,54	12,52	35,928
1393,88	1393,88	0,00	171,39	375,35

Обрахуємо коефіцієнт детермінації

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n e^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

$$R^2 = 0,445$$

Коефіцієнт множинної детермінації показує, що в середньому варіація рівня зайнятості населення у зв'язку зі зміною поданих факторів становить 44,5%.

Вибірковий коефіцієнт множинної кореляції  $R = \sqrt{R^2} = 0,667$  характеризує помірний зв'язок рівня зайнятості населення з поданими факторами.

Щоб визначити випадковість наявних взаємозв'язків у моделі обчислимо  $F$ -критерій:

$$F_{кр.} = \frac{R^2}{1 - R^2} * \frac{n - m - 1}{m} = 4,817$$

$F_{теор.} = 3,16 < F_{кр.}$ , отже дана модель може використовуватись для подальшої оцінки тенденцій ринку праці.

Для дослідження значущості факторних ознак обчислимо  $t$  – статистики.

$$t_{кр.} = \frac{R * \sqrt{\frac{n - m - 1}{1 - R^2}}}{1} = 3,8$$

Критичне значення  $t$  – статистики більше за теоретичне  $t_{теор.} = 2,1$  – коефіцієнт кореляції є достовірним, фактори істотно впливають на результативний показник.

Запропонована багатофакторна модель залежності рівня зайнятості населення від продуктивності праці, кількості економічно активного населення та середньомісячної заробітної плати штатних працівників є адекватною. Тому її можна використовувати для подальшого моделювання та прогнозування регіональних ринків праці в Україні.

**Висновки.** Вітчизняний ринок праці тісно пов'язаний з циклами ділової активності, тому попит на робочу силу останні роки збільшується зі зростанням національної економіки. Однак рівень зайнятості населення залишається нижчим від рівня безробіття. Щоб контролювати ситуацію на ринку праці та мати можливість спрогнозувати майбутні показники на основі статистичних даних за 2017 рік побудовано багатофакторну модель регіональних ринків праці України

$$y_i = y + 11,51x_1 - 2,24x_2 - 0,081x_3$$

**Список використаних джерел:**



1. Моделювання регіональних ринків праці України [Електронний ресурс].-Режим доступу: [http://psae-jrnl.nau.in.ua/journal/2\\_58\\_2017\\_ukr/28.pdf](http://psae-jrnl.nau.in.ua/journal/2_58_2017_ukr/28.pdf)
2. Лещинський О.Л., Рязанцева В.В, Юнькова О.О., Економетрія: Навч. посібник.-К.: МАУП ,2003.-208с
3. Дані ринку праці України [Електронний ресурс].- Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>