

ПРОГНОЗНІ МОДЕЛІ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРАЦІ НА ТОРГОВЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

© 2014 МАКСЮТА В. В.

УДК 331.101.6:339.37

Максюта В. В. Прогнозні моделі продуктивності праці на торговельних підприємствах

Метою статті є розробка двох прогнозних моделей продуктивності праці на прикладі торговельних підприємств та організацій системи Укоопспілки. Обґрунтовано, що найбільший вплив на підвищення продуктивності праці із досліджуваних 24 факторів має рентабельність основних фондів, тобто прибутковості підприємств. Запропоновано: використовувати надані прогнозні моделі продуктивності праці, що дозволить проводити різноманітні розрахунки процесу товарообороту, давати відповіді на питання стосовно прибутковості досліджуваних підприємств, а також моделювати майбутню фінансову ситуацію торговельних підприємств на основі вибору політики витрат на оплату праці та соціальні заходи.

Ключові слова: метод Фаррара – Глобера, модель прогнозування продуктивності праці, продуктивність праці, продуктивність праці на торговельних підприємствах, прогнозування продуктивності праці, фактори впливу на продуктивність праці.

Рис.: 2. **Табл.:** 3. **Формул.:** 16. **Бібл.:** 8.

Максюта Вікторія Василівна – асистент, кафедра управління персоналом і економіки праці, Полтавський університет економіки і торгівлі (вул. Ковалю, 3, Полтава, 36014, Україна)

E-mail: wika--@mail.ru

УДК 331.101.6:339.37

UDC 331.101.6:339.37

Максюта В. В. Прогнозные модели производительности труда на торговых предприятиях

Целью статьи является разработка двух прогнозных моделей производительности труда на примере торговых предприятий и организаций системы Укоопсоюза. Обосновано, что наибольшее влияние на повышение производительности труда из изучаемых 24 факторов имеет рентабельность основных фондов, то есть прибыльности предприятий. Предложено: использовать предоставленные прогнозныи модели производительности труда, что позволит проводить различные расчеты процесса товарооборота, отвечать на вопрос о доходности исследуемых предприятий, а также моделировать будущую финансовую ситуацию торговых предприятий на основе выбора политики расходов на оплату труда и социальные мероприятия.

Ключевые слова: метод Фаррара – Глобера, модель прогнозирования производительности труда, производительность труда, производительность труда на торговых предприятиях, прогнозирование производительности труда, факторы влияния на производительность труда.

Рис.: 2. **Табл.:** 3. **Формул.:** 16. **Библ.:** 8.

Максюта Виктория Васильевна – асистент, кафедра управления персоналом и экономики труда, Полтавский университет экономики и торговли (ул. Ковалю, 3, Полтава, 36014, Украина)

E-mail: wika--@mail.ru

Maksiuta V. V. Forecast Models of Labor Productivity on Trading Enterprises

The purpose of this paper is to develop two predictive models of productivity on the example of trading enterprises and organizations Ukoopspilka system. It was proved that the greatest impact on increasing productivity of the 24 factors that were studied has the profitability of fixed assets, i.e. the profitability of enterprises. It was proposed: to use the provided forward-looking model of labor productivity, which will carry out various calculations of the turnover process, answer questions about the profitability of the investigated enterprises, as well as to simulate the future financial situation of commercial enterprises on the basis of policy choices in labor costs and social activities.

Key words: Farrar-Glauber method, the prediction model of labor productivity, labor productivity, labor productivity in trade, forecasting productivity, factors affecting the performance of the labor.

Pic.: 2. **Tabl.:** 3. **Formulae:** 16. **Bibl.:** 8.

Maksiuta Viktoriia V. – Assistant, Department of Personnel Management and Labour Economics, Poltava University of Economics and Trade (vul. Kovalya, 3, Poltava, 36014, Ukraine)

E-mail: wika--@mail.ru

За умов трансформації ринкової економіки забезпечити прибутковість та конкурентоздатність торговельних підприємств можливо шляхом досягнення оптимального рівня продуктивності праці. Розвиток продуктивності праці в найрозвиненішій галузі економіки – торгівлі – має істотні відмінності в порівнянні з іншими галузями. Тому розробка прогнозної моделі продуктивності праці сприятиме не лише забезпеченню підвищенню ефективності праці, а й розвитку торговельних підприємств в цілому.

Проблеми підвищення продуктивності праці досліджували: Л. І. Абалкін, В. В. Адамчук, А. М. Амосов, Д. П. Богиня, І. К. Бондар, І. М. Герчикова, В. К. Гупалов, Г. Емерсон, О. І. Здоров, А. В. Калина, В. В. Кривошей, М. Х. Мескон, Д. С. Сінк, Н. О. Павловська, Н. Я. Пітель, В. А. Плаксов, А. Ревенко, В. Філева, Ю. Фоміна, В. В. Шалімов та інші вчені. Саме їх розробки часто зорієнтовані на врахування передового досвіду управління продуктивністю праці. Незважаючи на численні дослідження науковців, недостатньо висвітлено питання прогнозування продуктивності праці, що призводить до загострення кризових явищ в економіці.

Розробка прогнозних моделей продуктивності праці на прикладі торговельних підприємств та організацій системи Укоопспілки, що дозволить підвищувати продуктивність праці не лише на торговельних підприємствах споживчої кооперації, а і на підприємствах торгівлі інших форм власності.

Метою прогнозування є зменшення ризику при розв'язанні поставлених завдань та прийнятті рішень стосовно їх реалізації. Для прогнозування продуктивності праці пропонуємо побудувати економіко-математичну прогнозну модель продуктивності праці. З цієї метою визначимо етапи побудови моделі, які можна представити у вигляді такої схеми (рис. 1).

Розглянемо послідовність виконання цих етапів та методи їх реалізації.

На I етапі – формування об'єкта прогнозування – визначення структури об'єкта та його властивостей – потрібно, перш за все, визначити фактори, які слід включити у прогнозну модель, позначивши їх незалежними змінними X_1, X_2, \dots, X_n , далі виділити результируючий фактор Y і дослідити вплив незалежних факторів на результируючий фактор Y .



Рис. 1. Етапи побудови прогнозної моделі продуктивності праці

При цьому повинна виконуватися умова лінійної незалежності, при якій фактори X_1, X_2, \dots, X_n є не взаємозалежними між собою та не мають тісних зв'язків.

Серед досліджуваних показників впливу на продуктивність праці вважаємо доцільним виділити такі фактори:

- X_1 – товарообіг роздрібною торговою мережі;
- X_2 – чисельність працівників;
- X_3 – товарообіг мережі розташованої у сільській місцевості;
- X_4 – кількість магазинів;
- X_5 – торгова площа магазинів;
- X_6 – продовольчі магазини;
- X_7 – середня торгова площа на один магазин;
- X_8 – магазини розташовані у сільській місцевості;
- X_9 – товарообіг на 1 м² торгової площі, тис. грн;
- X_{10} – середній товарообіг у розрахунку на 1 магазин, тис. грн;
- X_{11} – продаж продовольчих товарів у торговій мережі, млн грн;
- X_{12} – продаж продовольчих товарів у торговій мережі у % до попереднього року у діючих цінах;
- X_{13} – питома вага продовольчих товарів у товарообороту, %;
- X_{14} – товарні запаси в торговій мережі, млн грн;
- X_{15} – товарні запаси продовольчих товарів у торговій мережі, млн грн;
- X_{16} – оборотність товарів, у днів;
- X_{17} – витрати, пов'язані з реалізацією та управлінням у торгівлі, у % до обороту;
- X_{18} – рентабельність основних фондів (прибуток у гривнях на 1000 грн ОФ);
- X_{19} – витрати на оплату праці, у % до обороту;
- X_{20} – відрахування на соціальні заходи, у % до обороту;
- X_{21} – середньомісячна заробітна плата, грн;

X_{22} – питома вага обороту мережі розташованої у сільській місцевості, %;

X_{23} – частка працівників з повною та базовою вищою освітою у загальній кількості працюючих, %;

X_{24} – частка працівників з неповною вищою освітою у загальній кількості працюючих, %.

Як залежний показник прогнозної моделі продуктивності праці розглянемо Y – середньомісячне навантаження (тис. грн), що визначає продуктивність праці досліджуваних підприємств. Велика кількість незалежних змінних X_1, X_2, \dots, X_n може призвести до неадекватності моделі, тому необхідно виділити основні фактори впливу на дослідження їх взаємозв'язків, оскільки в реальних прикладних задачах незалежні змінні X_1, X_2, \dots, X_n відображають економічні показники, які можуть бути взаємопов'язані між собою, а отже, і залежати один від одного.

Перейдемо до II етапу побудови прогнозної моделі продуктивності праці: виділення основних факторів впливу на продуктивність праці, виявлення їх підпорядкованості, ієрархічності, встановлення взаємозв'язку між ними. З метою реалізації сформованих завдань проаналізуємо статистичні дані за допомогою кореляційного аналізу. Застосування кореляційного аналізу є ефективним при визначенні зв'язку між двома показниками, що знаходяться в одній вибірці, або між двома різними вибірками при порівнянні показників за різний період часу.

Позначимо незалежні змінні X_1, X_2, \dots, X_n вектором $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$. Тоді вектор $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, координати якого визначаються статистичними даними досліджуваних факторів, називається допустимим розв'язком економіко-математичної прогнозної задачі. При цьому, як уже було зазначено, повинна виконуватися умова лінійної незалежності змінних x_1, x_2, \dots, x_n , тобто, дані фактори не повинні корелювати між собою. Тож дослідження взаємозв'язків між

елементами складових середньомісячного навантаження, що визначає продуктивність праці, і встановлення мультиколінеарності між ними є досить важливим моментом процесу побудови прогнозного моделі.

З цією метою необхідно встановити тісноту зв'язку між незалежними змінними x_1, x_2, \dots, x_n , визначивши матрицю парних коефіцієнтів кореляції та розрахувавши коефіцієнт множинної кореляції r , де $0 \leq r \leq 1$, який визначається таким чином:

$$r = \begin{pmatrix} r_{x_1x_1} & r_{x_1x_2} & \dots & r_{x_1x_n} \\ r_{x_2x_1} & r_{x_2x_2} & \dots & r_{x_2x_n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{x_nx_1} & r_{x_nx_2} & \dots & r_{x_nx_n} \end{pmatrix} \quad (1)$$

Для аналізу досліджуваного процесу є необхідним знайти визначник матриці r : $|r|$. Числове значення визначника матриці (1) зазвичай належить відрізку $[0;1]$. При чому, якщо числове значення визначника визначається як $|r| = 0$, то можна стверджувати, що існує повна мультиколінеарність; якщо значення визначника рівне одиниці: $|r| = 1$, то мультиколінеарність у даному випадку відсутня.

Як правило, при розв'язанні прикладних задач значення визначника найчастіше знаходиться в межах: $0 < |r| < 1$. Якщо значення визначника наближається до нуля в даному інтервалі, то це говорить про те, що властивість мультиколінеарності між змінними існує, і навпаки, якщо значення визначника наближається до одиниці, то більша ймовірність того, що мультиколінеарність в даному випадку відсутня.

Для повного дослідження взаємозв'язків між незалежними факторами задачі x_i та x_j доцільно застосувати метод Фаррара – Глобера, алгоритм якого полягає в такому.

1. Стандартизація, тобто нормалізація незалежних змінних.

Оскільки вектори незалежних змінних визначені через x_1, x_2, \dots, x_n , то стандартизовані вектори для них обчислюються за формулами:

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{\sqrt{n\sigma_{x_j}^2}}, \quad (2)$$

де n – число спостережень в задачі;

m – число незалежних змінних;

\bar{x}_j – середнє арифметичне деякої j -ої незалежної змінної;

$\sigma_{x_j}^2$ – дисперсія j -ої незалежної змінної.

2. Знаходження визначника r кореляційної матриці (1) і визначення множинного коефіцієнта кореляції за формулою:

$$r_{кр} = \frac{t}{\sqrt{t^2 + n - 2}}, \quad (3)$$

де t – табличне значення критерію Стюдента на рівні значимості $\alpha = 0,05$ і ступінь вільності $n - 2$.

3. Визначення проміжного критерію χ^2 для встановлення мультиколінеарності:

$$\chi^2 = -(n - 1 - (2m + 5)/6) \cdot \ln|r|. \quad (4)$$

Значення критерію, що визначено за формулою (4), порівнюється з табличним значенням даного критерію $\chi_{маб}^2$ на рівні значимості $\alpha = 0,05$ та при ступенях вільності $k = m(m - 1)/2$.

Якщо $\chi^2 < \chi_{маб}^2$, то серед незалежних змінних загальної мультиколінеарності відсутня, і на цьому дослідження

про наявність мультиколінеарності припиняють, оскільки x_1, x_2, \dots, x_n є незалежними. Тобто досліджувані фактори впливу на середньомісячне навантаження, а отже продуктивність праці є незалежними і можуть бути включені в прогнозну модель задачі.

Якщо $\chi^2 > \chi_{маб}^2$, то серед незалежних змінних загальної мультиколінеарності існує, тому слід встановити, між якими безпосередньо змінними існує дана властивість.

4. Визначення матриці $C = r^{-1}$, яка є оберненою до матриці (1).

5. Обчислення F -критеріїв для кожної незалежної змінної задачі:

$$F_j = (c_{jj} - 1) \frac{n - m}{m - 1}, \quad (5)$$

де c_{jj} – діагональні елементи визначеної матриці C на попередньому кроці алгоритму.

Одержані значення критеріїв Фішера F порівнюємо з табличним значенням, яке необхідно визначити на рівні значимості $\alpha = 0,05$ і числах ступенів вільності $k_1 = n - m$ та $k_2 = m - 1$.

Тоді якщо $F_{jфакт} > F_{маб}$, то j -та змінна, що відображає фактори продуктивності праці, мультиколінеарна з іншими, тобто взаємозалежна від інших.

Для подальшого аналізу визначається коефіцієнт детермінації для кожної незалежної змінної за формулою:

$$R_{x_j}^2 = 1 - 1/c_{jj}. \quad (6)$$

6. Визначення частинних коефіцієнтів кореляції за формулою:

$$r_{ij} = \frac{-c_{ij}}{\sqrt{c_{ii} \cdot c_{jj}}}. \quad (7)$$

7. Обчислення t -критеріїв для встановлення взаємозв'язку між факторами:

$$t_{ij} = \frac{r_{ij} \cdot \sqrt{n - m}}{\sqrt{1 - r_{ij}^2}}. \quad (8)$$

Фактичні значення t -критеріїв порівнюються з табличним значенням на рівні значимості $\alpha = 0,05$ і числах ступенів вільності $k = n - m$. Якщо $t_{ij} > t_{маб}$, то між незалежними змінними x_i та x_j мультиколінеарність існує, отже, між факторами впливу на продуктивність праці існує тісний зв'язок [2]. Якщо такий зв'язок існує, необхідно визначити, чи супроводжується зростання одного показника зростанням (позитивна кореляція) або зниженням (негативна кореляція) іншого.

Кореляція вважається сильною, якщо значення множинного коефіцієнта вище 0,7; якщо його значення перевищує 0,9, то кореляція, а отже і взаємозв'язок між факторами, вважається дуже сильним. Для формування висновків про тісноту зв'язку між незалежними змінними слід врахувати обсяг вибірки: чим більша вибірка, тим більш достовірною є величина отриманого коефіцієнта кореляції.

За статистичними показниками та на основі сформульованого алгоритму за методом Фаррара – Глобера побудуємо кореляційну матрицю взаємозв'язків факторів впливу між собою та визначимо ступінь впливу вибраних факторів на середньомісячне навантаження (продуктивність праці) за 2002 – 2013р.р. [1, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

Результати розрахунку зв'язку між факторами, що відповідають незалежним змінним X_1, X_2, \dots, X_n , представлено в табл. 1 у вигляді кореляційної матриці.

Таблиця 1

Кореляційна матриця взаємозв'язку факторів впливу на середньомісячне навантаження (продуктивність праці) за 2002 – 2013 рр.

Показник	Товарообіг роздрібною торговою мережею	Чисельність працівників	Товарообіг мережі, розташованої в сільській місцевості	Кількість магазинів	Торгова площа магазинів	Продовольчі магазини	Середня торгова площа на 1 магазин	Магазини, розташовані в сільській місцевості	Товарообіг на 1 м ² торгової площі, тис. грн	Середній товарообіг у розрахунок на 1 магазин, тис. грн	Продаж продовольчих товарів у торговельно-сервісній мережі, млн грн
X ₂ – чисельність працівників	-0,2658	1									
X ₃ – товарообіг мережі розташованої у сільській місцевості	0,9926	-0,2523	1								
X ₄ – кількість магазинів	-0,9661	0,1076	-0,9747	1							
X ₅ – торгова площа магазинів	-0,9742	0,1442	-0,9813	0,9987	1						
X ₆ – продовольчі магазини	-0,9699	0,1019	-0,9729	0,9978	0,9960	1					
X ₇ – середня торгова площа на 1 магазин	0,8505	0,0115	0,8622	-0,8896	-0,8784	-0,8906	1				
X ₈ – магазини розташовані у сільській місцевості	-0,9748	0,1193	-0,9781	0,9980	0,9976	0,9995	-0,8879	1			
X ₉ – товарообіг на 1 м ² торгової площі, тис. грн	0,9838	-0,3808	0,9634	-0,9237	-0,9383	-0,9294	0,7895	-0,9371	1		
X ₁₀ – середній товарообіг у розрахунок на 1 магазин, тис. грн	0,9920	-0,2807	0,9732	-0,9426	-0,9534	-0,9509	0,8201	-0,9570	0,9931	1	
X ₁₁ – продаж продовольчих товарів у торговельно-сервісній мережі, млн грн	0,9742	-0,4297	0,9679	-0,9126	-0,9271	-0,9145	0,7762	-0,9237	0,9831	0,9745	1
X ₁₂ – продаж продовольчих товарів у торговельно-сервісній мережі, у % до попереднього року у діючих цінах	0,5428	-0,3558	0,4694	-0,4530	-0,4779	-0,4666	0,3317	-0,4768	0,6630	0,6286	0,5853
X ₁₃ – питома вага продовольчих товарів у товарообігу, %	1,0000										
X ₁₄ – товарні запаси в торговельно-сервісній мережі, млн грн	-0,5805	1,0000									
X ₁₅ – товарні запаси продовольчих товарів у торговельно-сервісній мережі, млн грн	-0,5680	0,9979	1,0000								
X ₁₆ – оборотність товарів, у днів	0,3025	-0,9079	-0,9221	1,0000							
X ₁₇ – витрати, пов'язані з реалізацією та управлінням у торговельно-сервісній мережі, у % до обороту	0,5558	-0,9015	-0,9038	0,9010	1,0000						
X ₁₈ – рентабельність основних фондів (прибуток у грн на 1000 грн ОФ)	-0,5462	0,9427	0,9544	-0,8551	-0,8132	1,0000					
X ₁₉ – витрати на оплату праці, у % до обороту	-0,0143	-0,6210	-0,6307	0,7925	0,7456	-0,5037	1,0000				
X ₂₀ – відрахування на соціальні заходи, у % до обороту	-0,1576	-0,3682	-0,3790	0,4968	0,4245	-0,2993	0,8600	1,0000			
X ₂₁ – середньомісячна заробітна плата, грн	-0,4476	0,9647	0,9738	-0,9359	-0,8779	0,9614	-0,6789	-0,4420	1,0000		
X ₂₂ – питома вага обороту мережі, розташованої в сільській місцевості, %	0,3630	-0,1290	-0,1200	0,0988	0,2677	0,0431	0,3017	0,3118	0,0227	1,0000	
X ₂₃ – частка працівників з повною та базовою вищою освітою у загальній кількості працюючих, %	-0,4572	0,9208	0,9413	-0,9540	-0,8889	0,9046	-0,7315	-0,5043	0,9473	-0,148	1,000
X ₂₄ – частка працівників з неповною вищою освітою у загальній кількості працюючих, %	0,4861	-0,2392	-0,2436	0,1564	0,2436	-0,1143	0,0836	-0,0549	-0,1174	0,6512	-0,2843

Для подальшого дослідження щільності зв'язку між незалежними факторами X_1, X_2, \dots, X_n і встановлення ступеню тісноти зв'язку, на основі сформульованого алгоритму визначаємо множинний коефіцієнт кореляції: $r_{кр} = 0,650668$, значення якого необхідно порівняти з парними коефіцієнтами кореляційної матриці $r(x_s, x_j)$ (табл. 2) та оцінити за заданою шкалою:

Таблиця 2

Шкала оцінювання тісноти зв'язку між факторами

$r < -0,9$	Зворотна слабка залежність
$r < -0,7$	Зворотна залежність
$r < -0,5$	Можлива зворотна залежність
$r > 0,5$	Можлива пряма залежність
$r > 0,7$	Пряма залежність
$r > 0,9$	Пряма дуже тісна залежність

Вибираємо такі фактори, для яких виконується умова $r(x_s, x_j) > r_{кр}$, оскільки це говорить про досить тісний зв'язок між факторами. Тоді ці фактори не слід включати в подальшому в прогнозі моделі продуктивності праці або включати по черзі.

На основі аналізу результатів табл. 1 [розраховано на основі джерел 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8]) дуже сильна кореляція спостерігається між такими факторами:

- 1) досить тісна залежність між факторами (x_1, x_3) , що відображають відповідно товарообіг роздрібною торговою мережі та товарообіг мережі, розташованої в сільській місцевості, оскільки коефіцієнт кореляції рівний 0,9926;
- 2) досить тісно корелюють фактори x_4, x_5 – кількість магазинів і торгова площа магазинів, для яких $r = 0,99$;
- 3) тісна кореляція спостерігається між факторами x_4, x_5, x_6 попарно, які визначають кількість магазинів, торгову площу магазинів і продовольчі магазини;
- 4) високий рівень кореляції між факторами $(x_4, x_8), (x_5, x_8), (x_6, x_8), (x_1, x_9), (x_3, x_9), (x_1, x_{10}), (x_1, x_{11}), (x_{14}, x_{15}), (x_{16}, x_{17}), (x_{15}, x_{18}), (x_{15}, x_{21}), (x_{18}, x_{21}), (x_{14}, x_{23}), (x_{14}, x_{23}), (x_{15}, x_{23}), (x_{14}, x_{23})$, про що свідчать значення парних коефіцієнтів між цими факторами, які наближаються до $r = 0,9$.

З табл. 1 спостерігаємо зв'язок між такими показниками, як середня торгова площа на 1 магазин і товарообіг роздрібною торговою мережі. Цей зв'язок досить очевидний, оскільки фактори зв'язані методами їх обчислення, і, таким чином, є залежними величинами.

Показники «товарообіг мережі, розташованої в сільській місцевості» і «середня торгова площа на 1 магазин» мають відносно високий коефіцієнт кореляції (0,8622), що вказує на наявність зв'язку між цими факторами, однак для наявності подібної залежності передумов не спостерігається, тому можемо зробити попередній висновок, що подібний збіг є випадковим.

Також можливо наявність залежності між показниками «середня торгова площа на 1 магазин» і товарообіг на 1 м² торгової площі, тис. грн), для яких $r = 0,7895$. Така залежність може існувати, якщо припустити, що ефективність товарообігу тим вище, чим більша торгова площа магазину, а отже, і наявність товару, але це малоімовірно, оскільки товарообіг залежить і від інших факторів.

Пара показників «витрати на оплату праці, у % до обороту» та «оборотність товарів, у днях» дає високий коефіцієнт кореляції (0,79 > 0,7), що свідчить про наявність впливу цих незалежних чинників один на одного.

Також згідно з показниками матриці можна припустити залежність в парах показників: «витрати на оплату праці, у % до обороту» – «витрати, пов'язані з реалізацією та управлінням у торгівлі, у % до обороту»; «відрахування на соціальні заходи, у % до обороту» – «витрати на оплату праці, у % до обороту».

Отже, застосування кореляційного аналізу дає уявлення про зв'язок між незалежними змінними, які відображають економічні фактори задачі, і представляє цінність з точки зору оцінки наявності зв'язку між ними. Для визначення більш точних кількісних оцінок є доцільним, на нашу думку, використати моделі якісної міри тісноти зв'язку між факторами впливу та результативними показниками продуктивності праці. Вважаємо ефективним для аналізу впливу факторів задачі на продуктивність праці використати методи регресійного та дисперсійного аналізу.

III етап. Формування прогнозної регресійної моделі продуктивності праці на основі виявлених і виділених факторів впливу.

Після встановлення мультиколінеарності, яка виявлена між відповідними факторами x_i та x_j , один з них виключаємо з розгляду або включаємо по черзі та розглядаємо різні регресійні залежності типу:

$$y = f(x_1, \dots, x_n), \quad (9)$$

де y – залежний результативний фактор;

x_1, \dots, x_n – вектор досліджуваних незалежних змінних.

Для побудови прогнозної моделі, функція $f(x_1, \dots, x_n)$ повинна бути підібрана таким чином, щоб похибка моделі була мінімальною. Для цього використаємо лінійну регресійну модель:

$$y = f(x_1, \dots, x_n) = b_0 + b_1x_1 + \dots + b_nx_n, \quad (10)$$

врахувавши, що показником продуктивності праці робітників торговельного підприємства є середньомісячне навантаження, яке визначається відношенням товарообігу роздрібною торговою мережі та чисельністю працівників підприємства:

$$P = T / n, \quad (11)$$

де P – середній виробіток на одного працівника, грн;

T – розмір товарообігу за період у фактичних цінах, грн;

n – чисельність працівників підприємства, осіб.

Сформуємо базу даних для побудови прогнозної моделі продуктивності праці та обчислимо фактичні параметри (табл. 3).

Для подальшого прогнозу використаємо поліноміальну модель п'ятого ступеня:

$$Y_1 = 54777x^5 - 36330x^4 + 85702x^3 - 9689x^2 + 682,3x - 16,32$$

і логарифмічну

$$Y_2 = 11,299\ln(x) + 35,832.$$

IV етап. Аналіз побудованих прогнозних моделей продуктивності праці (середньомісячного навантаження). У побудованих прогнозних моделях коефіцієнти вектора b обчислюють за допомогою методу найменших квадратів. Якщо y_i визначає залежний досліджуваний фактор, а \bar{y} – його середнє значення, що визначається за рівняння $y = bx$, де m – обсяг вибірки, то визначення коефіцієнтів рівняння регресії зводиться за методом найменших квадратів до мінімізації суми:

$$\sum_{i=1}^m (y_i - \bar{y}_i)^2 \rightarrow \min. \quad (12)$$

Розрахунок параметрів прогновної моделі

Рік	Товарообіг роздрібною торговою мережі, млн грн	Чисельність працівників, осіб	У, середньомісячне навантаження, тис. грн	(Т/об.)/чисельність
2002	1403,5	27568	2,20	0,050910476
2003	1509,5	28746	2,82	0,052511654
2004	1692,1	29879	3,57	0,056631748
2005	2130,4	31987	4,75	0,066602057
2006	2431,1	33278	5,77	0,07305427
2007	2727	34996	7,00	0,077923191
2008	3215	35140	9,10	0,091491178
2009	3309,2	29616	10,90	0,111736899
2010	3674,1	26619	14,60	0,138025471
2011	4249,4	26625	14,90	0,159601878
2013	4505,3	26632	15,20	0,169168669
2014	4761,2	26639	15,50	0,178730433
2015	5017,1	26646	15,80	0,188287173
2016	5273	26653	16,10	0,197838892

Для розв'язання задачі регресійного аналізу за методом найменших квадратів використовується функція дисперсії:

$$\sigma(b) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^m (y_i - \bar{y}_i)^2. \quad (13)$$

Значення мінімуму функції знаходимо за методом диференціювання формули (12):

$$\begin{cases} \frac{ds(b)}{db_j} = 0, \\ j \in N_n. \end{cases} \quad (14)$$

Коефіцієнти, які визначаються як координати вектора b , дають можливість одержати вагу того чи іншого параметру у результативній прогнозній моделі, що відображається функцією регресії. Таким чином, дані коефіцієнти можна вважати аналогами коефіцієнтів кореляції в багатофакторній моделі.

При застосуванні методів регресійного аналізу є доцільним визначити коефіцієнт детермінації R^2 , що показує частку дисперсії відхилень значення залежної змінної від її середнього значення:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^m (y_i - \bar{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^m (y_i - \bar{y})^2}, \quad (15)$$

де y_i – значення залежної змінної, що досліджується;
 \bar{y}_i – середнє арифметичне значення залежної змінної моделі.

Для розглядуваних вище моделей значення дисперсії відповідно рівні:

$R_1^2 = 0,996$; $R_2^2 = 0,9905$, що свідчать про достовірність моделей.

V етап. Прогнозування необхідних показників за побудованими прогнозними моделями продуктивності праці та визначення адекватності отриманих результатів.

За даними моделями можна отримати два види прогнозу стосовно залежної змінної економетричної моделі: точковий та інтервальний. Точковий прогноз за досліджуваними моделями представляє собою точкову оцінку значення залежної змінної регресійної моделі та дає можливість обчислити наближене середнє прогнозне значення цієї змінної.

Точкове прогнозне значення за функцією регресії обчислюється на основі рівняння регресійної моделі за такою залежністю:

$$y_{pr}^* = X'_{pr} \cdot B, \quad (16)$$

де X'_{pr} – визначається як транспонований вектор прогнозних значень незалежних змінних моделі; B – змінна, що визначає вектор оцінок параметрів моделі [1].

Визначають також інтервальний прогноз, який дає можливість визначити точні прогнозні значення залежної змінної y . Цей вид прогнозу являє собою інтервальну оцінку прогнозних значень залежної змінної моделі та визначається як інтервал, у який з певною заданою ймовірністю потрапляє значення залежної змінної, що розраховується за вибраною моделлю. Інтервальний прогноз для заданого значення залежної змінної моделі визначає інтервал, у який потрапляє визначене значення залежної змінної y в сукупності з наперед заданою ймовірністю.

Поле кореляції та графіки прогнозних моделей відображено на *рис. 2*.

Таким чином, використання запропонованих прогнозних моделей продуктивності праці дозволяє проводити розрахунки товарообороту, давати відповіді на питання стосовно прибутковості досліджуваних підприємств, а також моделювати майбутню фінансову ситуацію торговельних підприємств на основі вибору політики витрат на оплату праці та соціальні заходи.

ВИСНОВКИ

Зростання продуктивності праці в торгівлі є одним із факторів зростання обсягів товарообігу та прибутків торговельного підприємства.

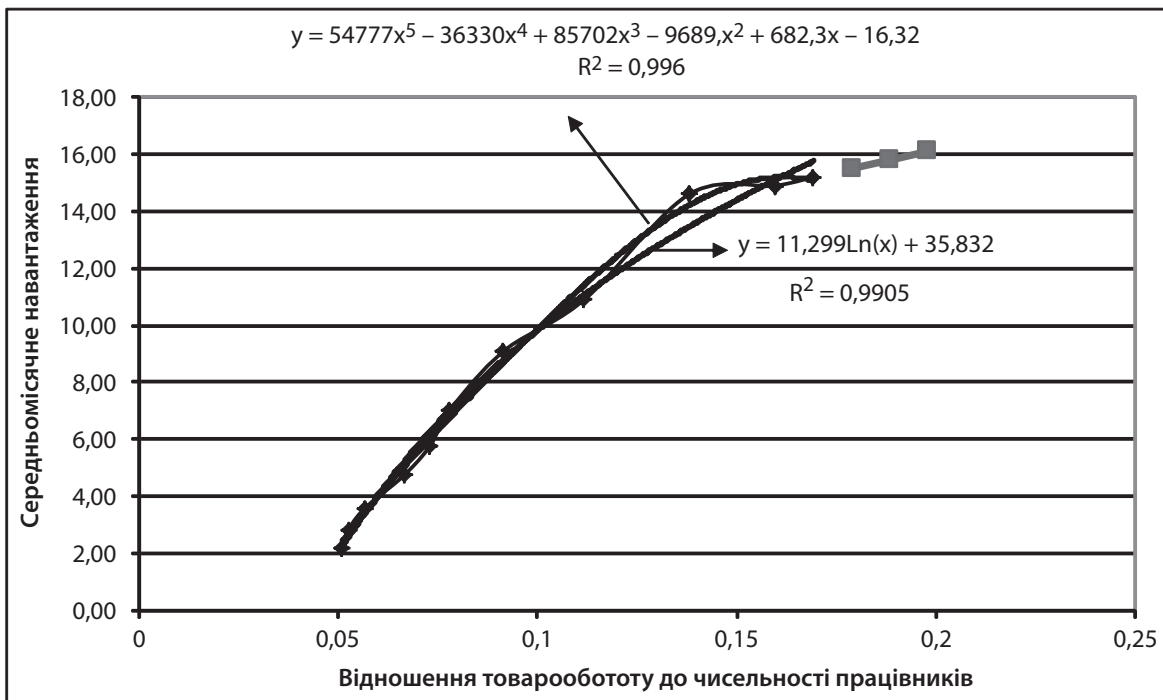


Рис. 2. Модель продуктивності праці (середньомісячного навантаження) у вигляді поліному п'ятого ступеню та логарифмічного ряду для змінної x за період 2002 – 2013 рр.

Наведені теоретичні дослідження економіко-математичних моделей показали, що найголовнішим у цьому процесі є підвищення рентабельності основних фондів.

Аналітичний процес теоретичних аспектів прогнозних моделей у розрізі дослідження продуктивності праці вказав на доцільність розрахунків парних коефіцієнтів кореляції та оцінки прибутковості підприємств.

Здійснюється індивідуальний підхід до визначення компонентів моделі, який витікає із залучення приросту показників за звітний період, що викликано особливістю накопичення інформації в межах року.

Розроблені економіко-математичні моделі прогнозування можна задіяти для визначення прогнозних величин продуктивності праці на торговельних підприємствах. ■

ЛІТЕРАТУРА

1. Державна служба статистики в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua/>
2. Лукьяненко І. Г. Економетрика / І. Г. Лукьяненко, Л. І. Краснікова. – К. : Знання, 1998. – 494 с.
3. Основні показники господарсько-фінансової діяльності підприємств і організацій системи Укоопспілки за 1999 – 2003 роки. – К. : Центральна спілка споживчих товариств України, 2004. – 140 с.
4. Основні показники господарсько-фінансової діяльності підприємств і організацій Кримспоживспілки, облспоживспілок за 2002 рік / ЦССТУ. Укоопспілка. – К., 2003. – 108 с.
5. Основні показники господарсько-фінансової діяльності підприємств і організацій Кримспоживспілки, облспоживспілок за 2004 – 2008 роки / ЦССТУ. Укоопспілка. – К., 2009. – 118 с.
6. Основні показники господарсько-фінансової діяльності підприємств і організацій Кримспоживспілки, облспоживспілок за 2009 рік / ЦССТУ. Укоопспілка. – К., 2010. – 107 с.
7. Основні показники господарсько-фінансової діяльності підприємств і організацій Кримспоживспілки, облспоживспілок за 2010 рік / ЦССТУ. Укоопспілка. – К., 2011. – 107 с.

8. Основні показники господарсько-фінансової діяльності підприємств і організацій Кримспоживспілки, облспоживспілок за 2013 рік / ЦССТУ. Укоопспілка. – К., 2014. – 96 с.

Науковий керівник – Костишина Т. А., д-р екон. наук, проф., зав. каф. управління персоналом і економіки праці, Полтавський університет економіки і торгівлі

REFERENCES

- Derzhavna sluzhba statystyky v Ukraini. <http://www.ukrstat.gov.ua/>
- Lukianenko, I. H., and Krasnikova, L. I. *Ekonometryka* [Econometrics]. Kyiv: Znannia, 1998.
- Osnovni pokaznyky hospodarsko-finansovoi diialnosti pidpriemstv i orhanizatsii systemy Ukoopspilky za 1999 – 2003 roky* [Main indicators of economic and financial activity of enterprises and organizations of Ukoopspilka for 1999-2003]. Kyiv: Tsentralna spilka spozhyvchykh tovarystv Ukrainy, 2004.
- Osnovni pokaznyky hospodarsko-finansovoi diialnosti pidpriemstv i orhanizatsii Krymspozhyvspilky, oblspozhyvspilok za 2002 rik* [Main indicators of economic and financial activities of enterprises and organizations Krimpotrebsoyuz, oblspozhyvspilok 2002]. Kyiv, 2003.
- Osnovni pokaznyky hospodarsko-finansovoi diialnosti pidpriemstv i orhanizatsii Krymspozhyvspilky, oblspozhyvspilok za 2004 – 2008 roky* [Main indicators of economic and financial activities of enterprises and organizations Krimpotrebsoyuz, oblspozhyvspilok for 2004-2008]. Kyiv, 2009.
- Osnovni pokaznyky hospodarsko-finansovoi diialnosti pidpriemstv i orhanizatsii Krymspozhyvspilky, oblspozhyvspilok za 2009 rik* [Main indicators of economic and financial activities of enterprises and organizations Krimpotrebsoyuz, oblspozhyvspilok 2009]. Kyiv, 2010.
- Osnovni pokaznyky hospodarsko-finansovoi diialnosti pidpriemstv i orhanizatsii Krymspozhyvspilky, oblspozhyvspilok za 2010 rik* [Main indicators of economic and financial activities of enterprises and organizations Krimpotrebsoyuz, oblspozhyvspilok 2010]. Kyiv, 2011.
- Osnovni pokaznyky hospodarsko-finansovoi diialnosti pidpriemstv i orhanizatsii Krymspozhyvspilky, oblspozhyvspilok za 2013 rik* [Main indicators of economic and financial activities of enterprises and organizations Krimpotrebsoyuz, oblspozhyvspilok by 2013]. Kyiv, 2014.