

УДК 658.6:339.1:005.52

**Носач Н.М.**

аспірант кафедри фінансів, аналізу та страхування  
Харківського державного університету харчування та торгівлі

## **КОМПОНЕНТНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ВИЗНАЧЕННЯ РЕЗЕРВІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ТОВАРІВ У ПІДПРИЄМСТВАХ ТОРГІВЛІ**

*Статтю присвячено факторному аналізу ефективності процесу реалізації товарів у підприємствах торгівлі. Обґрунтовано доцільність використання методу головних компонент для кількісної оцінки причинно-наслідкових зв'язків, що виникають у процесі реалізації товарів, та пошуку потенційних можливостей підвищення ефективності цього процесу. Визначено взаємозв'язок латентних і первинних чинників, що впливають на зміну рентабельності основної діяльності підприємств торгівлі. Побудовано рівняння регресії, яке характеризує залежність рентабельності продаж від вибраних чинників. На підставі отриманого рівняння здійснено факторний аналіз та виявлено резерви підвищення рентабельності продаж двох досліджуваних підприємств.*

**Ключові слова:** реалізація товарів, ефективність, факторний аналіз, моделювання, компоненти, резерви.

*Статья посвящена факторному анализу эффективности процесса реализации товаров в предприятиях торговли. Обоснована целесообразность использования метода главных компонент для количественной оценки причинно-следственных связей, возникающих в процессе реализации товаров, и поиска потенциальных возможностей повышения эффективности этого процесса. Определена взаимосвязь латентных и первичных факторов, влияющих на изменение рентабельности основной деятельности предприятий торговли. Построено уравнение регрессии, характеризующее зависимость рентабельности продаж от выбранных факторов. На основании полученного уравнения осуществлен факторный анализ и выявлены резервы повышения рентабельности продаж двух исследуемых предприятий.*

**Ключевые слова:** реализация товаров, эффективность, факторный анализ, моделирование, компоненты, резервы.

*The article is devoted to the factor analysis of the efficiency of the process of selling goods in trade enterprises. The expediency of using principal component analysis for quantitative estimation of causation links arising in the course of sales of goods and the search for potential opportunities for increasing the efficiency of this process is substantiated. The relationship between latent and primary factors influencing changes in the profitability of the main activity of enterprises of trade is determined. The regression equation is constructed, which characterizes the dependence of the profitability of sales on the selected factors. On the basis of the obtained equation, factor analysis was carried out and reserves were found to increase the profitability of sales of the two enterprises under study.*

**Keywords:** sales of goods, efficiency, factor analysis, modelling, components, reserves.

**Постановка проблеми** у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. За умов постійної зміни ринкової кон'юнктури, поштовхом до яких переважно є зростання конкуренції на споживчому ринку та зміна вподобань і потреб споживачів унаслідок зменшення платоспроможного попиту, стабільність функціонування торговельних підприємств, імідж у діловому співробітництві та перспективи сталого економічного розвитку значною мірою визначаються рівнем їхньої економічної активності і потребують створення продуктивної системи управління комерційною діяльністю, яка здатна забезпечити пошук потенційних можливостей підвищення ефективності реалізації товарів та рентабельності підприємства. У контексті формування такої системи значної актуальності набуває факторний аналіз причинно-наслідкових зв'язків, що виникають у процесі реалізації товарів, та виявлення резервів підвищення ефективності цього процесу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій**, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор. Проблема аналітичного забезпечення управління комерційною діяльністю підприємств торгівлі є предметом пильної уваги науковців сучасності. Вагомий внесок у розвиток теорії, методології та організації аналізу реалізації товарів у підприємствах торгівлі заробили як представники вітчизняної наукової спільноти, зокрема І.О. Бланк, Т.А. Бутинець, Б.В. Гринів, Н.Б. Кащена, Л.О. Лігоненко, А.А. Мазаракі, О.В. Проскурович, Н.М. Ушакова, А.А. Фастовець та ін., так і представники зарубіжної наукової спільноти: І.Т. Абдукарімов, М.І. Баканов, Г. Бірман, Л.І. Кравченко, Н.В. Стасюк, С. Шмідт та ін.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми**, котрим присвячується означена стаття. Не зменшуючи вагомості результатів наукового пошуку з вирішення означених проблем, зауважимо, що не всі проблемні питання у цій сфері вирішено остаточно. Зокре-

ма, потребують більш ґрунтовних досліджень оцінка причинно-наслідкових зв'язків і пошук резервів підвищення ефективності процесу реалізації товарів із застосуванням інструментарію економіко-математичного моделювання.

Формулювання цілей статті (**постановка завдання**). Метою статті є моделювання ефективності процесу реалізації товарів та пошук резервів її підвищення на підставі методу головних компонент.

**Виклад основного матеріалу дослідження** з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. У підприємствах торгівлі ефективність процесу реалізації товарів вимірюється показником рентабельності продаж, який визначається вираженням у відсотках співвідношенням прибутку та чистої виручки від реалізації товарів і відображає розмір прибутку (у копійках), що отримує підприємство від реалізації товарів на одну гривню [1, с. 14]. Ураховуючи особливості цього показника, які пов'язані з тим, що обсяг товарообороту є чинником першого рівня, зростання якого зумовлює за інших рівних умов зниження рівня досліджуваного показника, і водночас чинником другого рівня, який через зміну суми прибутку основної діяльності позитивно впливає на рівень рентабельності, пошук резервів його збільшення пропонуємо здійснювати із застосуванням методів багатовимірного статистичного аналізу, зокрема методу головних компонент. На відміну від класичного регресійного аналізу цей метод дає змогу: включити в модель максимально можливу кількість чинників, серед яких є й ті, що характеризуються істотною корельованістю (мультиколінеарністю); скоротити число вихідних даних (провести редукцію даних); виявити структуру взаємозв'язків між ознаками, дати їх кількісну оцінку та економічну інтерпретацію; присвоїти ранги досліджуваним об'єктам та класифікувати їх за величиною виявлених латентних показників [2, с. 124].

Метод головних компонент базується на логічному припущенні, що значення множини

взаємопов'язаних ознак спонукають появу загального результату. Компонентом слід уважати групу ознак, які пояснюють спільну першопричину зміни результативного показника. Ознаки, які належать до різних груп, є незалежними між собою (ортогональними), відповідно, незалежними є й компоненти [3, с. 149].

Узагальнюючи алгоритм методу головних компонент, який можна реалізувати за допомогою програми *STATISTICA* фірми StatSoft, О.Г. Янковий зводить його процедуру до п'яти етапів: формування матриці  $X$  вихідних ознак-симптомів латентного показника; стандартизація ознак (побудова матриці  $Z$ ); розрахунок кореляційної матриці, що відображає зв'язки вихідних змінних; знаходження матриці факторних навантажень  $A$ ; виділення, вимір та інтерпретація головних компонент [4, с. 29].

Вихідними даними для проведення факторного аналізу ефективності процесу реалізації товарів стали основні показники діяльності вибіркової сукупності підприємств торгівлі за 2016–2017 рр. Досліджувані 30 суб'єктів господарювання різних організаційно-правових форм, що знаходяться у м. Харкові і Харківській області, об'єднують схожі умови функціонування та чинники, що впливають на ефективність процесу реалізації товарів, серед яких – постійність контингенту покупців та стабільність попиту на товари продовольчої групи.

Під час формування матриці вихідних даних для дослідження ефективності процесу реалізації товарів ураховано показники, що характеризують склад та ефективність використання трудових ресурсів (питома вага торгово-оперативних працівників ( $X_1$ ), продуктивність праці торгово-оперативних працівників ( $X_2$ )), предметів праці (швидкість обороту товарних запасів ( $X_3$ ), коефіцієнт стійкості асортименту ( $X_4$ )), засобів праці (товарооборот на 1 м<sup>2</sup> ( $X_5$ ), питома вага активної частини основних засобів ( $X_6$ ), капіталовіддача активної частини основних засобів ( $X_7$ )). Також до складу показників увійшли показники витратності основної діяльності торговельного підприємства (рівень адміністративних витрат ( $X_8$ ), рівень витрат на збут ( $X_9$ ), рівень витрат на оплату праці ( $X_{10}$ )).

Зібрана вихідна інформація перевірена на однорідність і відповідність закону нормального розподілу. Значення коефіцієнта варіації не перевищує 33%, що дає змогу зробити висновок про однорідність досліджуваної нами сукупності [5, с. 185]. Підпорядкованість вихідних даних

закону нормального розподілу підтверджують значення показників асиметрії та ексцесу. Неоднорідність у вимірі вихідних показників усунута шляхом нормалізації матриці вихідних даних.

Основою факторного аналізу стала матриця коефіцієнтів кореляції між усіма можливими парами змінних, що визначають ефективність процесу реалізації товарів. Перевірку можливості проведення факторного аналізу здійснено із застосуванням критерію сферичності Бартлетта (фактичне значення якого ( $\chi_{\phi}^2 = 371,82$ ) перевищує табличне ( $\chi_{кр}^2 = 61,65$ )) та критерію адекватності вибірки Кайзера-Мейера-Олкіна (значення якого дорівнює:  $0,800 < 0,850 < 0,900$  (безумовна адекватність)), що свідчать про наявність підстав для пошуку узагальнюючих факторів, які надають відібрані елементарні ознаки.

Відбір головних факторів здійснено з урахуванням ступеня інформативності головних компонент на основі матриці факторних навантажень, для побудови якої розраховано власні числа кореляційної матриці, що є дисперсіями відповідних компонент. Оптимальну кількість головних компонент (у нашому разі – три) визначено з використанням критерію відсіювання Кеттела «кам'янистий осип» і підтверджено на основі критерію Кайзера [6, с. 42], згідно з яким необхідно залишити латентні фактори із власними числами більше 1 (табл. 1).

Відповідно до представлених у табл. 1 результатів, значимість перших трьох латентних факторів становить 75,7% дисперсії аналізованих змінних, що визначає похибку подальших розрахунків у 24,3%, яка розподіляється на інші фактори. Перетин навантаження окремих головних компонент на певні ознаки ускладнює їх факторну структуру та змістовну економічну інтерпретацію. Для переходу від складної факторної структури до простої, коли значення факторних навантажень змінних наближаються до 1 або до 0, використано процедуру обертання за допомогою методу «варімакс». Визначені власні числа і внесок окремих компонент у загальну дисперсію підтвердили зміну у факторній структурі в результаті процедури обертання, проте рівень факторизації залишився майже незмінним.

Аналіз структури першої компоненти виявив, що визначальними показниками, на основі яких можна інтерпретувати її зміст, є: продуктивність праці торгово-оперативних працівників; швидкість обороту товарних запасів; товарооборот на 1 м<sup>2</sup>; капіталовіддача активної частини основних

**Власні значення значимих факторів, які відповідають за наявність лінійної кореляції між основними змінними впливу на ефективність процесу реалізації товарів у підприємствах торгівлі**

Головна компонента	Власні числа, $\lambda$	Частка загальної дисперсії, %	Кумулятивні власні числа	Кумулятивна дисперсія, %
1	4,684	46,839	4,684	46,839
2	1,515	15,150	6,199	61,989
3	1,376	13,757	7,575	75,746

Джерело: власна розробка

засобів. Тому дану компоненту можна ідентифікувати як фактор «ефективність використання ресурсів підприємства». Її внесок у загальну дисперсію становить 28,8%. Додатний знак факторного навантаження на показники цієї групи свідчить про те, що всі вони однаково взаємодіють із фактором. Висока кореляція між питомою вагою торгово-оперативних працівників, коефіцієнтом стійкості асортименту, питомою вагою активної частини основних засобів та факторною віссю другої компоненти ( $F_2$ ) дає підстави ідентифікувати її як фактор «забезпеченість підприємства ресурсами». Показники забезпеченості підприємства ресурсами пояснюють 22,6% загальної дисперсії рентабельності основної діяльності підприємства. Третя факторна вісь ( $F_3$ ) сильно корелює з показниками рівня адміністративних витрат та рівня витрат на оплату праці, збільшення яких зумовлює зменшення результативного показника – рентабельності основної діяльності підприємства. Тож третю компоненту, частка якої у загальній дисперсії становить 24,3%, можна визначити як фактор «витратність діяльності підприємства». Склад головних компонент, які впливають на ефективність процесу реалізації товарів у підприємствах торгівлі, узагальнено на рис. 1.

Отже, якщо раніше на зміну ефективності процесу реалізації товарів у підприємствах торгівлі впливало 10 чинників, то тепер про даний вплив можна судити за трьома новими, але узагальненими характеристиками – головними компонентами. Встановлені головні компоненти використано як узагальнені чинники для апроксимації економічних показників за допомогою лінійної регресійної моделі. На підставі даних про фактори впливу на рентабельність продаж підприємства торгівлі побудовано таке рівняння регресії:

$$Y' = 0,751F_1 + 0,163F_2 - 0,467F_3. \quad (1)$$

Статистичний аналіз отриманого рівняння регресії проведено за допомогою коефіцієнтів

множинної кореляції ( $R=0,892$ ) і детермінації ( $R^2=0,795$ ), критерію Фішера (F-критерій=72,51) та середньої помилки апроксимації (5,1%), значення яких свідчать про наявність тісного зв'язку між рентабельністю продаж із виділеними головними компонентами, а також про те, що варіація рентабельності на 79,5% залежить від їх зміни, і з точністю майже 95% можна стверджувати про надійність отриманого рівняння.

Оскільки у даному рівнянні регресії (1) результативним показником є стандартизоване значення рентабельності продаж, то його було перетворено до вихідної змінної  $Y$  й отримано модель залежності рентабельності продаж підприємств торгівлі від головних компонент, яка має вигляд:

$$Y = 4,4 + 1,063F_1 + 0,231F_2 - 0,662F_3 \quad (2)$$

Відповідно до представленої економіко-математичної моделі, збільшення рівня рентабельності продаж за сукупністю підприємств впродовж досліджуваного періоду в середньому становило 0,632%. Сталося це переважно під впливом груп чинників, які характеризують «Ефективність використання ресурсів підприємства» ( $F_1$ ) і «Забезпеченість підприємства ресурсами» ( $F_2$ ). Зростання витратності основної діяльності підприємства ( $F_3$ ) викликало зниження рентабельності продаж на 0,662% і містить у собі резерви їх зростання. Залежність головних компонент від значень підпорядкованих показників відображають лінійні рівняння:

$$F_1 = 0,391Z_2 + 0,275Z_3 + 0,380Z_5 + 0,239Z_7; \quad (3)$$

$$F_2 = 0,345Z_1 + 0,413Z_4 + 0,449Z_6; \quad (4)$$

$$F_3 = 0,450Z_8 + 0,432Z_{10} \quad (5)$$

Ураховуючи склад головних компонент, підсумкове рівняння, що характеризує залежність рентабельності продаж від низки показників, має вигляд:

$$Y = 4,4 + 0,416Z_2 + 0,292Z_3 + 0,404Z_5 + 0,254Z_7 + 0,104Z_1 + 0,095Z_4 + 0,104Z_6 - 0,298Z_8 - 0,286Z_{10} \quad (6)$$

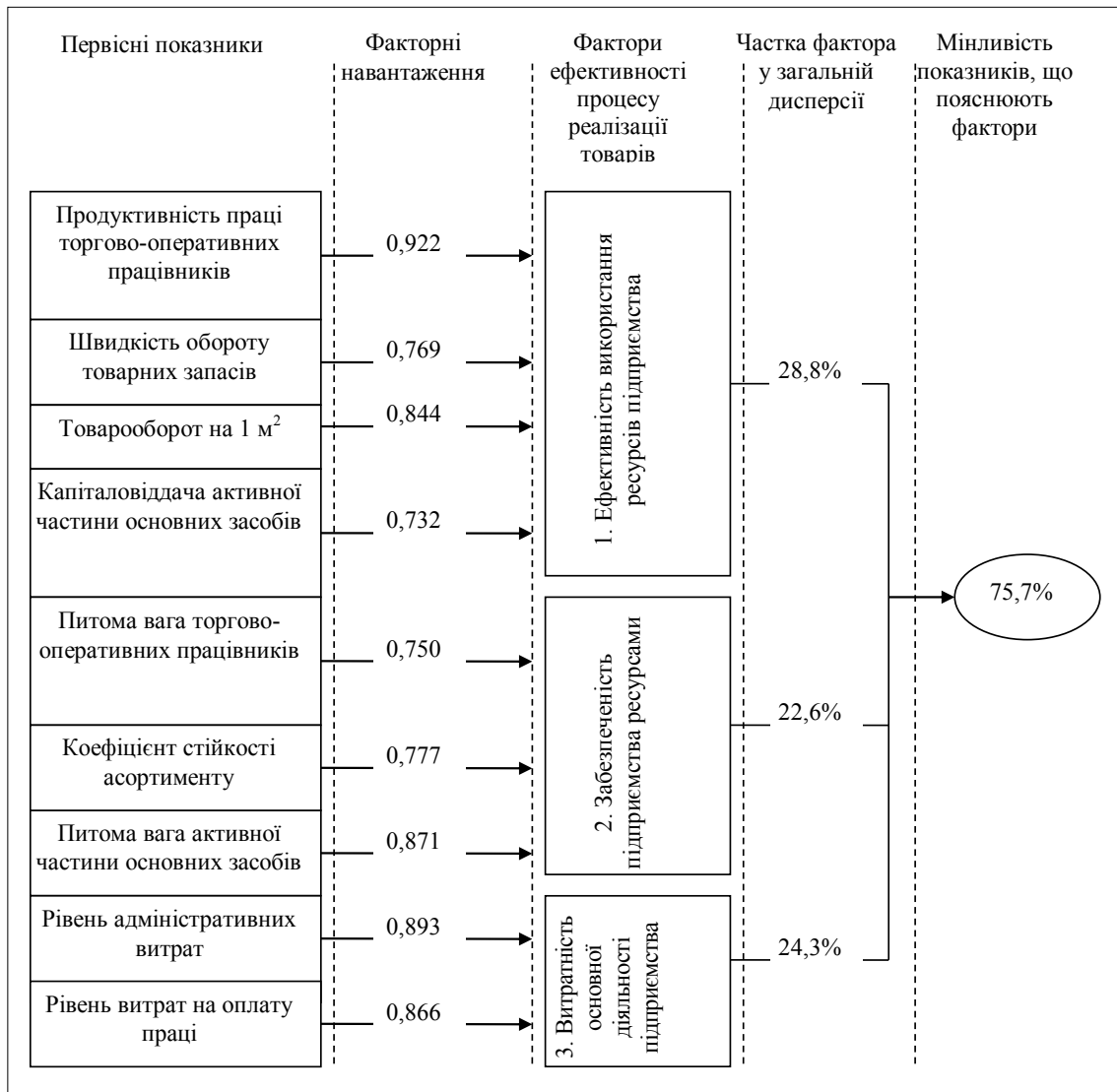


Рис. 1. Взаємозв'язок факторів і показників, що впливають на зміну рентабельності продаж підприємств торгівлі

Джерело: власна розробка

Отримане рівняння регресії (6) застосовано для оцінки рівня використання можливостей досліджуваних підприємств торгівлі та виявлення резервів підвищення рентабельності продаж. Результати розрахунку резервів підвищення рентабельності продаж, який здійснено за даними про зміну чинників та коефіцієнти регресії за відповідної факторної ознаки (табл. 2), свідчить про їх наявність на обох досліджуваних підприємствах.

Як бачимо, у Підприємства № 10 підвищення рентабельності продаж можливо за рахунок:

– збільшення рівня продуктивності праці торгово-оперативних працівників, швидкості обороту товарних запасів, товарообороту на 1 м<sup>2</sup>, капіталовіддачі активної частини основних засобів, питомої ваги торгово-оперативних працівників, коефіцієнту стійкості асортименту;

– зменшення рівня адміністративних витрат та рівня витрат на оплату праці.

У Підприємства № 17 резервами підвищення рентабельності основної продаж є зміна рівня адміністративних витрат та рівня витрат на оплату праці.

**Висновки** з цього дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку. Вищевикладене доводить, що ефективність процесу реалізації товарів у підприємствах торгівлі вимірюється показником рентабельності продаж. Використання методу головних компонент сприяє своєчасному та об'єктивному виявленню потенційних можливостей підвищення рентабельності продаж у підприємствах торгівлі. Застосування даного методу дало змогу встановити, що у Підприємства № 10 збільшення

**Розрахунок резервів підвищення рентабельності продаж  
у Підприємства № 10 та Підприємства № 17**

Фактор	Змінна ознака	Зміна j-ї ознаки		Ваговий коефіцієнт при j-ї ознаці	Величина резерву, %	
		Підприємство № 10	Підприємство № 17		Підприємство № 10	Підприємство № 17
F <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	-361,36	250,88	0,416	-0,620	0,430
	X <sub>3</sub>	-31,95	27,88	0,292	-0,039	0,034
	X <sub>5</sub>	-34,23	36,76	0,404	-0,605	0,650
	X <sub>7</sub>	-11,4	5,93	0,254	-0,179	0,093
F <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	-5,77	1,43	0,104	-0,129	0,032
	X <sub>4</sub>	-3,26	12,445	0,095	-0,036	0,139
	X <sub>6</sub>	1,35	5,06	0,104	0,059	0,221
F <sub>3</sub>	X <sub>8</sub>	1,02	0,82	-0,298	-0,224	-0,180
	X <sub>10</sub>	0,72	0,52	-0,286	-0,196	-0,142
Разом		x	x	x	-1,968	1,278

Джерело: власна розробка

рентабельності продаж можливо за рахунок поліпшення структури та підвищення ефективності використання трудових ресурсів, товарних запасів та основних засобів, а у Підприємства № 17 – за рахунок зменшення рівня адміністративних витрат та рівня витрат на оплату праці. Визначені резерви є запорукою підвищення конкурентоспроможності та сталого розвитку торговельних підприємств у динамічному бізнес-середовищі.

#### Бібліографічний список:

1. Гаркуша Н.М., Сідорова Т.А., Цуканова О.В. та ін. Економічний аналіз підприємств торгівлі та харчування: навч. посіб. Харків: ХДУХТ, 2014. 362 с.
2. Ким Дж. -О., Мьюллер Ч.У., Клекка У.Р. и др. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ; пер. с англ.; под ред. И.С. Енюкова. Москва: Финансы и статистика, 1989. 215 с.
3. Вітлінський В.В. Моделювання економіки: навч. посіб. Київ: КНЕУ, 2005. 408 с.
4. Янковой А.Г. Многомерный статистический анализ в системе STATISTICA. Вып. 2. Одесса: Оптимум, 2001. 325 с.
5. Ткач Є.І., Сторожук В.П. Загальна теорія статистики: підручник; 3-є вид. Київ: Центр навч. літ-ри, 2009. 442 с.
6. Чорний А. Моделювання латентних змінних: розвиток, сучасний стан та перспективи. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Економіка. 2011. № 129. С. 41–43.

#### References:

1. Harkusha, Nad.M., Sidorova, T.A., Tsukanova, O.V., Kaschena, N.B., Harkusha, Nat.M. (2014). Ekonomichnyj analiz pidpriemstv torhivli ta kharchuvannia : navch. posibnyk [Economic analysis of trade and catering enterprises: tutorial]. KhSUFTT, Kharkiv, 362 p. [in Ukrainian].
2. Kym, Dzh. -O., M'iuller, Ch.U., Klekka, U. R. y dr. (1989). Faktornyj, dyskrymynantnyj y klasternyj analiz : per. s anhl. pod red. Y. S. Eniukova [Factor, discriminant and cluster analysis: per. from English edited by I.S. Enyukova]. Finance and Statistics, Moscow, 215 p. [in Ukrainian].
3. Vitlins'kyj, V.V. (2005). Modeliuvannia ekonomiky: navch. posibnyk [Modeling the economy: tutorial]. KNEU, Kyiv, 408 p. [in Ukrainian].
4. Yankovoj, A.H. (2001). Mnohomernyj statystycheskyj analiz v systeme STATISTICA [Multi-dimensional statistical analysis in the STATISTICA system]. Issue 2. Optimum, Odessa, 325 p. [in Ukrainian].
5. Tkach, Ye.I., Storozhuk V. P. (2009). Zahal'na teoriia statystyky : pidruchnyk. 3-tie vyd. [General theory of statistics: tutorial. 3rd edition]. Center for Educational Literature, Kyiv, 442 p. [in Ukrainian].
6. Chornyj, A. (2011). Modeliuvannia latentnykh zminnykh: rozvytok, suchasnyj stan ta perspektyvy [Modeling latent variables: development, current state and prospects]. Visnyk Kyivs'kohonats. un-tu imeni Tarasa Shevchenka. Ekonomika – Bulletin of the Taras Shevchenko National University of Kyiv. Economy. № 129. pp. 41–43. [in Ukrainian].

*Nosach N.M.*

Postgraduate Student at Department of Finance,  
Analysis and Insurance,  
Kharkiv State University of Food Technology and Trade

## **COMPONENT MODELLING AS A TOOL FOR DETERMINING THE RESERVES FOR IMPROVING THE EFFICIENCY OF SALES OF GOODS IN TRADE ENTERPRISES**

The stability of the operation of trade enterprises, the image in business cooperation, and the prospects for sustainable economic development are largely determined by the level of their economic activity and require the creation of an effective system of information and analytical support for the management of commercial activities that can provide a search for potential opportunities for improving the efficiency of sales of goods and profitability of the enterprise. A decisive role in the formation of this system is played by a factor analysis of causal relationships that arise in the process of the sale of goods and the establishment of reserves to increase the efficiency of this process. The purpose of the article is to model the efficiency of the process of sales of goods and to find reserves for its improvement based on the principal component analysis. It is noted that in the trade enterprises, the efficiency of the process of sales of goods is measured by the indicator of the profitability of sales, which is determined by the percentage of profit and net sales to sales of goods ratio. Given the peculiarities of the formation of the profitability indicator, it is proposed to carry out a quantitative assessment of the causal relationships that arise in the process of selling goods, using the methods of multidimensional statistical analysis, in particular, principal component analysis. The system of primary factors determining the change in the profitability of sales of a trading enterprise is formed, which includes indicators of the structure and efficiency of the use of labour resources, items and means of labour, as well as the cost of the main activities. The closeness of the link between the indicators of this system is evaluated and, on the basis of Bartlett's test of sphericity and Kaiser-Meyer-Olkin measure of sampling adequacy, the possibility of conducting factor analysis by searching for generalizing (latent) factors that form the selected primary factors is confirmed. The relationship between latent and primary factors influencing changes in the profitability of sales in trade enterprises is determined. The regression equation is constructed, which characterizes the dependence of the profitability of sales on the selected factors. On the basis of the obtained equation, factor analysis was carried out and reserves were found to increase the profitability of sales of the two enterprises under study. Defined reserves are the key to improving the competitiveness and sustainable development of these enterprises in a dynamic business environment.