

Визначення прихованих факторів впливу на виробництво продуктів харчування у Волинському регіоні

Проводиться факторний аналіз показників виробництва основних продовольчих товарів у Волинському регіоні з допомогою методу головних компонент. Для автоматизації розрахунків використовується програмний пакет StatSoft Statistica 6.0. Актуальність дослідження полягає в тому, що факторний аналіз цих об'єктів не проводився.

Ключові слова: факторний аналіз, метод головних компонент, факторні навантаження, продовольчі товари, Волинський регіон.

Для дослідження показників виробництва продукції підприємствами харчової промисловості Волинської області доцільно застосовувати факторний аналіз. Адже його основними цілями є скорочення кількості змінних (редукція даних) та визначення структури взаємозв'язків між змінними, тобто їхня класифікація [1].

Головна мета цього методу дослідження полягає у виявленні прихованих гіпотетичних величин (факторів) на основі великої кількості експериментальних даних. Фактори повинні бути якомога простішими і достатньо точно описувати та пояснювати досліджувані величини. Тобто *факторний аналіз* є методом, який упорядковує удавану хаотичність явища, що вивчається, і генерує нові гіпотези [2, с. 14]. При цьому причиною явища вважаються шукані фактори, а наслідками – ознаки, які спостерігаються. І якщо велику кількість ознак вдається пояснити малою кількістю факторів, то тільки тоді такий статистичний аналіз вважається цілком успішним.

Передумовами використання цього методу є:

- наявність сильно корелюючих ознак та, як наслідок, дублювання інформації;
- слабка інформативність ряду факторних ознак;
- можливість і доцільність агрегування декількох факторних ознак [3, с. 280].

Схеми та моделі факторного аналізу виникли ще на початку ХХ ст. завдяки завданням психології. Вони пов'язані з іменами Ч. Спірмена, Л. Терстоуна і Г. Томсона. Однак, з огляду на деякі історичні причини та, зокрема, через суб'єктивні пристрасті і специфічні наукові інтереси перших дослідників, які працювали у цій сфері, імовірно-статистичні аспекти цього розділу багатомірного статистичного аналізу впродовж тривалого часу практично не розроблялись, а для інтерпретації й аналізу різних моделей факторного аналізу була характерна деяка невизначеність. Тільки із середини 50-х років починають з'являтися цікаві результати саме імовірно-статистичних досліджень цього апарату [4, с. 552].

Факторний аналіз, як уже зазначалось вище, використовується в психології, а також біології, соціології, метеорології, медицині, географії та при аналізі зовнішньоекономічної діяльності [5, с. 35]. Його застосуванню присвятили свої публікації такі українські науковці, як В. Б. Артеменко, І. Б. Олексів, Н. Ю. Подольчак, У. Я. Садова, Л. К. Семів, та зарубіжні вчені Т. Андерсон [6], К. Іберла [2], Г. Харман [7] і багато інших. Так, зокрема, в економіці його використовують

для моделювання системи регіональних синтетичних індикаторів якості життя населення [8], багатовимірною шкалювання розвитку сфери соціальних послуг у Львівській області [9], аналізу рівня життя населення в регіоні з пониженою місткістю ринку праці [10] тощо.

Метою написання цієї статті є проведення факторного аналізу показників виробництва основних продовольчих товарів у Волинському регіоні з допомогою методу головних компонент. Актуальність її написання полягає в тому, що саме такий аналіз цих об'єктів не проводився.

Модель факторного аналізу має наступний вигляд:

$$z_j = a_{j1}F_1 + a_{j2}F_2 + \dots + a_{jm}F_m + d_jU_j; (j = 1, 2, \dots, n); (m < n),$$

У ній параметр z_j лінійно залежить від m загальних факторів (F_1, F_2, \dots, F_m) і характерного фактора U_j . Загальні фактори враховують кореляції між параметрами, а характерний фактор – дисперсію, яка залишилася (в т. ч. і пов'язану з різними похибками). Коефіцієнти a_{ji} та d_j при факторах називають навантаженнями [7, с. 26]. Факторні навантаження a_{ji} збігаються із коефіцієнтами кореляції між загальними факторами та змінними z_j [11].

Факторний аналіз включає: 1) стандартизацію заданих значень змінних; 2) розрахунок коефіцієнтів кореляції Пірсона між досліджуваними змінними; 3) визначення k -тих власних значень λ_k редукційної кореляційної матриці R_h та відповідних їм власних векторів:

$$|R_h - \lambda_k I| = 0,$$

де λ_k – k -ті за величиною корені (при їх розташуванні у порядку спадання) так званих характеристичних рівнянь;

4) сортування власних значень у порядку спадання; 5) визначення факторів та їхньої оптимальної кількості; 6) обертання факторів; 7) їхню інтерпретацію [13].

Для визначення кількості факторів існують такі способи:

- 1) критерій Кайзера;
- 2) спосіб, при якому залишають стільки факторів, скільки пояснюють наперед фіксовану частину сукупної дисперсії (напр., 70-80 %);
- 3) критерій кам'янистого осипу (запропонований Р. Кеттелем у 1966 р.) [14].

Слід зазначити, що іноді критерій Кайзера зберігає надто багато факторів, у той час як критерій кам'янистого осипу – надто мало факторів. Однак обидва ці способи цілком задовільні за нормальних умов, коли наявні відносно невелика кількість факторів і багато змінних [1].

Щодо методів обертання, то найбільш популярними серед них є методи ортогонального обертання (які зберігають прямі кути між факторами): варімакс, еквамакс, квартімакс. Різниця між ними полягає у тому, що варімакс намагається спростити інтерпретацію факторів, квартімакс – змінних, а еквамакс – і факторів, і змінних одночасно. На відміну від ортогональних методів, методи косокутного обертання не зберігають незалежність факторів. При такому обертанні осі факторів проводять так, щоб вони проходили якомога ближче до пучка змінних. При цьому може виявитись, що перпендикулярність осей координат порушена, тобто з'являється кореляція між факторами [14].

Частковим випадком факторного аналізу (коли усі специфічні фактори приймаються рівними нулю, а загальні фактори ортогональні) є метод головних компо-

нент (компонентний аналіз) [15]. Він був запропонований у 1901 р. К. Пірсоном, а потім знову відкритий і детально розроблений Г. Хоттелінгом у 1933 р. [16]. Цей метод по суті зводиться до вибору нової ортогональної системи координат у просторі спостережень. Як першу головну компоненту вибирають напрям, вздовж якого масив спостережень має найбільший розкид. Вибір кожної наступної головної компоненти відбувається так, щоб розкид вздовж неї був максимальним і щоб ця головна компонента була ортогональною іншим головним компонентам, вибраним попередньо [17, с. 466]. На діагоналі кореляційної матриці при такому аналізі стоять одиниці.

Модель компонентного аналізу подібна до моделі факторного аналізу і має вигляд:

$$z_j = a_{j1}F_1 + a_{j2}F_2 + \dots + a_{jn}F_n; (j = 1, 2, \dots, n).$$

Застосовуючи наведений вище методичний інструментарій, проведемо факторний аналіз показників виробництва продукції підприємствами харчової промисловості Волинського регіону з допомогою методу головних компонент. Для автоматизації розрахунків використовуватимемо програмний пакет StatSoft Statistica 6.0.

Для початку зобразимо матрицю вхідних даних (табл. 1). Сформуємо її на основі інформації з [18, с. 67; 19, с. 79; 20, с. 83; 21, с. 83].

У ній: товар 1 – м'ясо, включаючи субпродукти 1-ї категорії; товар 2 – ковбасні вироби; товар 3 – тваринне масло; товар 4 – продукція з незбираного молока (у перерахунку на молоко); товар 5 – жирні сири, включаючи бринзу; товар 6 – цукор-пісок; товар 7 – борошно; товар 8 – хліб і хлібобулочні вироби; товар 9 – кондитерські вироби; товар 10 – макаронні вироби.

Слід зазначити, що у кореляційній матриці тільки три власні значення (які пояснюють близько 87 % сукупної дисперсії) є більшими одиниці. Тобто за критерієм Кайзера потрібно залишити три фактори (головні компоненти).

Побудуємо також діаграму кам'янистого осипу (рис. 1). На ній зменшення власних значень зліва направо максимально сповільнюється після третьої точки.

Таблиця 1

Таблиця 1. Дані для побудови матриці вхідних даних (в одиницях тис. грн)

Рік	Товар 1	Товар 2	Товар 3	Товар 4	Товар 5	Товар 6	Товар 7	Товар 8	Товар 9	Товар 10
1995	23,1	4,7	6,3	22,9	2,0	81,5	136,4	59,5	4,3	2,1
1996	21,8	4,0	5,7	15,8	1,7	103,3	112,9	49,3	4,3	2,8
1997	20,9	4,7	4,7	9,4	1,5	67,9	84,7	44,5	4,6	1,8
1998	16,2	3,0	4,0	8,2	1,5	67,8	83,0	39,9	5,4	2,7
1999	12,5	3,1	4,8	9,7	1,3	76,4	84,1	41,5	7,1	6,2
2000	13,6	6,7	6,3	12,4	3,2	71,0	90,6	42,7	7,4	7,0
2001	13,2	12,1	7,1	27,8	5,9	70,5	70,3	45,4	6,0	4,5
2002	12,3	16,7	4,0	25,2	6,2	77,8	63,5	45,7	3,9	5,2
2003	16,1	13,8	4,0	32,8	6,4	223,2	74,8	49,2	8,2	10,4
2004	19,8	17,0	3,7	37,1	8,7	181,2	78,1	48,7	11,0	9,9
2005	22,2	13,9	4,3	40,9	8,5	198,7	72,3	46,6	8,5	10,2

Отже, на виробництво продуктів харчування здійснюють вплив три приховані головні компоненти.

Факторну структуру після ортогонального обертання за методом варімакс зобразимо на рисунку 2. А значення факторних навантажень подамо у таблиці 2.

Стовпчики цієї таблиці відповідають головним компонентам, а рядки – параметрам. Тобто елементи будь-якого рядка є коефіцієнтами при факторах у лінійному вираженні для відповідного параметра.

Математичні моделі залежностей виробництва основних продовольчих товарів від прихованих головних компонент (отримані після ортогонального обертання за методом варімакс) зобразимо у вигляді лінійних комбінацій. Вони матимуть такий вигляд в розрізі видів продукції:

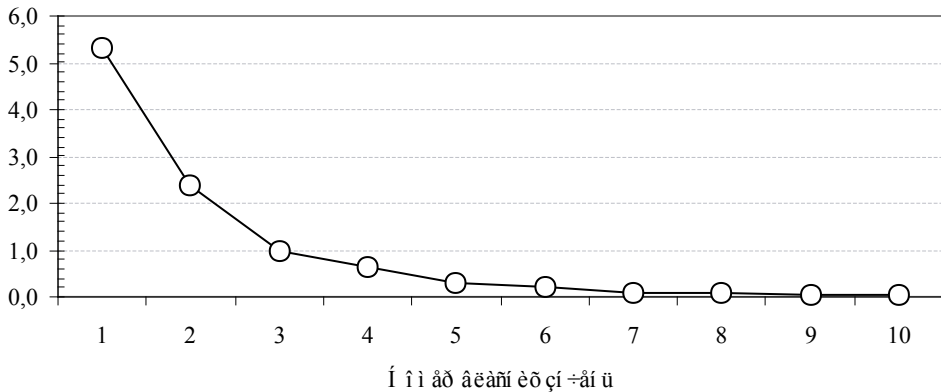


Рис. 1. Діаграма кам'янистого осипу

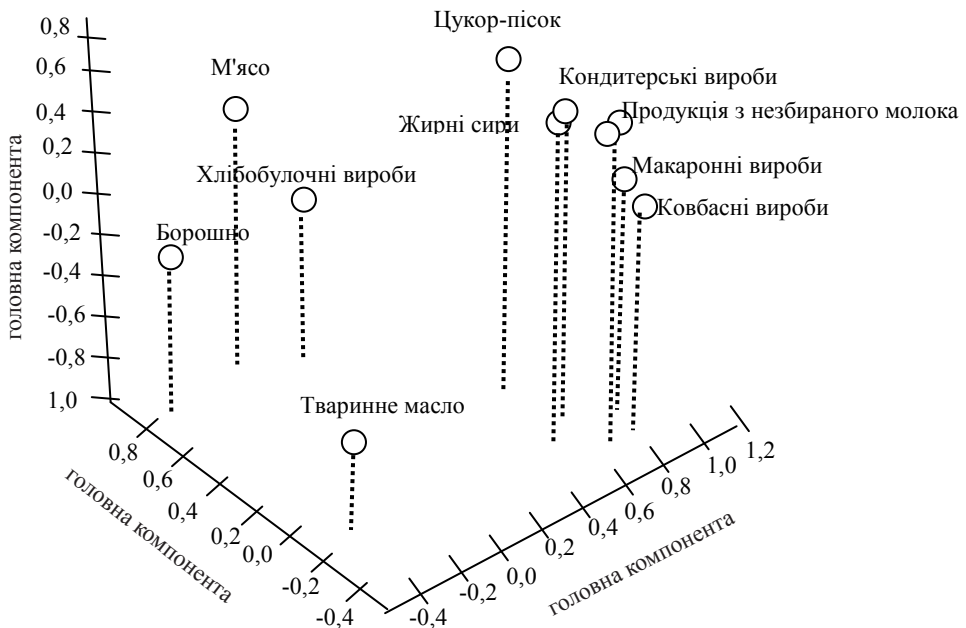


Рис. 2. Продовольчі товари у просторі прихованих компонентів

Об'єкти δ^3 і $\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$ і γ і δ $\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$ і δ $\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$ і δ $\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$ і δ $\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$

δ^3	$\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$	γ	δ	$\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$	δ	$\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$	δ	$\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$
1.	δ^3	$\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$	γ	δ	$\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$	δ	$\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$	δ
2.	δ^3	$\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$	γ	δ	$\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$	δ	$\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$	δ
3.	δ^3	$\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$	γ	δ	$\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$	δ	$\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$	δ
4.	δ^3	$\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$	γ	δ	$\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$	δ	$\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$	δ
5.	δ^3	$\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$	γ	δ	$\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$	δ	$\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$	δ
6.	δ^3	$\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$	γ	δ	$\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$	δ	$\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$	δ
7.	δ^3	$\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$	γ	δ	$\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$	δ	$\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$	δ
8.	δ^3	$\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$	γ	δ	$\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$	δ	$\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$	δ
9.	δ^3	$\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$	γ	δ	$\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$	δ	$\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$	δ
10.	δ^3	$\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$	γ	δ	$\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$	δ	$\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$	δ
$\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$					4,4989	2,4206	1,7967	
$\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha\alpha$					0,4499	0,2421	0,1797	

м'ясо:

ковбасні вироби:

тваринне масло:

продукція з незбираного молока:

жирні сири, включаючи бринзу:

цукор-пісок:

борошно:

хліб і хлібобулочні вироби:

кондитерські вироби:

макаронні вироби:

$$z_1 = -0,0213 F_1 + 0,8835 F_2 + 0,2601 F_3;$$

$$z_2 = 0,9345 F_1 - 0,1799 F_2 + 0,0497 F_3;$$

$$z_3 = -0,1590 F_1 + 0,1837 F_2 - 0,8279 F_3;$$

$$z_4 = 0,9522 F_1 + 0,2306 F_2 + 0,1055 F_3;$$

$$z_5 = 0,9660 F_1 - 0,0939 F_2 + 0,1598 F_3;$$

$$z_6 = 0,7145 F_1 + 0,2523 F_2 + 0,5852 F_3;$$

$$z_7 = -0,4542 F_1 + 0,8040 F_2 - 0,2383 F_3;$$

$$z_8 = 0,2800 F_1 + 0,8744 F_2 - 0,2682 F_3;$$

$$z_9 = 0,6032 F_1 - 0,0962 F_2 + 0,5528 F_3;$$

$$z_{10} = 0,7753 F_1 - 0,1677 F_2 + 0,4773 F_3;$$

При цьому внесок першого фактора у загальну дисперсію становить 44,99 %, другого – 24,21 %, третього – 17,97 %. Як бачимо, після обертання частка сукупної загальної дисперсії трьох головних компонент не змінилась (залишилась на рівні 87 %), а тільки відбувся перерозподіл дисперсії між ними.

Отримані головні компоненти проінтерпретуємо наступним чином:

головна компонента 1 – фактор максимального впливу, оскільки впливає на виробництво шести видів основних продуктів харчування (ковбасні вироби, продукція з незбираного молока, жирні сири, цукор-пісок, кондитерські та макаронні вироби);

головна компонента 2 – фактор середнього впливу, оскільки впливає на випуск трьох видів основних продовольчих товарів (м'ясо, борошно, хліб і хлібобулочні вироби);

головна компонента 3 – фактор мінімального впливу, оскільки впливає на виробництво тільки одного виду основних продуктів харчування (тваринне масло).

Якщо зупинитись детальніше на аналізі першого фактора, то бачимо, що динаміка випуску продовольчих товарів, на які він значно впливає, була наступною: спад чи невелике зростання з 1995 до 1998 р., стрімке збільшення –

починаючи з 1999 р. Щодо виробництва продуктів харчування, які потрапили під вплив другого фактора, то тут спостерігалась така тенденція: затяжний спад з 1995 до 2002 р. та незначне зростання з 2003 р. А випуск продукції, на яку впливає третій фактор, був наступним: спад з 1995 до 1998 р., збільшення з 1999 до 2001 р., і знову спад з 2002 р.

Усе це свідчить про те, що динаміка виробництва продуктів харчування, які значно підпадають під вплив однієї й тієї самої компоненти, є подібною, хоча за обсягами їхній випуск і може різнитися.

У результаті проведеного аналізу можна зробити такі висновки:

- 1) для дослідження показників випуску основних продуктів харчування у Волинській області доцільно застосовувати факторний аналіз, який дає змогу велику кількість ознак пояснити малою кількістю прихованих (латентних) факторів;
- 2) внаслідок його проведення було визначено, що на виробництво продовольчих товарів впливають три головні компоненти: фактори максимального, середнього та мінімального впливу;
- 3) для автоматизації розрахунків при цьому методі дослідження доцільно застосовувати програмний пакет StatSoft Statistica 6.0, який дозволяє економити час розрахунків та будувати рисунки з наочними зображеннями результатів обчислень.

Отримана інформація може бути корисною для прогнозування основних тенденцій розвитку харчової промисловості Волинського регіону, яке дозволить оперативно управляти продовольчою безпекою регіону. Адже одним з напрямків регуляторної політики держави у сфері виробництва продовольчих продуктів повинно бути введення сучасних механізмів спостереження і прогнозування у харчовій промисловості.

Список використаних джерел

1. Веб-сторінка компанії StatSoft Russia // Веб-ресурс: <http://www.statsoft.ru>.
2. Иберла К. Факторный анализ / К. Иберла ; пер с нем. В. М. Ивановой – М. : Статистика, 1980. – 400 с. – (Серия “Математико-статистические методы за рубежом”).
3. Горкавий В. К. Математична статистика : навч. посіб. / В. К. Горкавий, В. В. Ярова. – К. : ВД «Професіонал», 2004. – 384 с.
4. Прикладная статистика. Основы эконометрики : [учеб. для вузов] : в 2 т. – Т. 1: Айвазян С. А. Теория вероятностей и прикладная статистика : [2-е изд., испр.] / С. А. Айвазян, В. С. Мхитарян. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 656 с.
5. Голиков А. П. Экономико-математическое моделирование мирохозяйственных процессов : [учеб. пособ.] / А. П. Голиков – Х. : ХНУ, 2003. – 104 с.
6. Андерсон Т. Введение в многомерный статистический анализ / Т. Андерсен. – М. : Физматгиз, 1963. – 500 с., ил.
7. Харман Г. Современный факторный анализ / Г. Харман ; пер. с англ. В. Я. Лумельского. – М. : Статистика, 1972. – 486 с. – (Серия «Зарубежные статистические исследования»).
8. Артеменко В. Б. Комплексне оцінювання ефективності соціально-економічного розвитку регіонів на основі критеріїв якості життя населення / В. Б. Артеменко // Регіональна економіка. – 2005. – № 3. – С. 84-93.
9. Олексів І. Б. Напрями вдосконалення розвитку соціальної сфери (на прикладі Львівської області) / І. Б. Олексів, Н. Ю. Подольчак // Регіональна економіка. – 2005. – № 2. – С. 103-114.

10. Садова У.Я. Факторний аналіз рівня життя населення в регіоні з пониженою місткістю ринку праці / У. Я. Садова, Л. К. Семів // Регіональна економіка. – 2005. – № 2. – С. 92-103.
11. Веб-сторінка електронного підручника-довідника по SPSS // Веб-ресурс: <http://www.software.basnet.by/Methmath/DocMath/ManSpss/Spss.htm>.
12. Статистична обробка даних: монографія / [Бабак В.П., Білецький А.Я., Приставка О.П., Приставка П.О.]. – К. : МІВВЦ, 2001. – 388 с.
13. Веб-сторінка навчання працювати з SPSS // Веб-ресурс: <http://www.learnspss.ru>.
14. Веб-сторінка факультету соціології та психології КНУ ім. Т. Шевченка // Веб-ресурс: <http://www.socd.univ.kiev.ua>.
15. Веб-сторінка лабораторії комп'ютерної графіки при факультеті обчислювальної математики та кібернетики МДУ ім. М.В. Ломоносова // Веб-ресурс: <http://www.library.graphicon.ru>.
16. Веб-сторінка інформаційного ресурсного центру по практичній психології // Веб-ресурс: <http://www.psyfactor.org>.
17. Тюрин Ю. Н. Анализ данных на компьютере / Ю. Н. Тюрин, А. А. Макаров ; под ред. В. Э. Фигурнова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2003. – 544 с., ил.
18. Волинь за роки незалежності: стат. зб. Ювілейне видання. – Луцьк : Надстир'я, 2001. – 408 с.
19. Статистичний щорічник Волинь–2003. – Луцьк : Гол. упр. статистики у Волин. обл., 2004. – 560 с.
20. Статистичний щорічник Волинь–2004. – Луцьк : Гол. упр. статистики у Волин. обл., 2005. – 558 с.
21. Статистичний щорічник Волинь–2005. – Луцьк : Гол. упр. статистики у Волин. обл., 2006. – 584 с.

Тоцька О. Л. Определение скрытых факторов влияния на производство продуктов питания в Волинском регионе.

Проводится факторный анализ показателей производства основных продовольственных товаров в Волинском регионе с помощью метода главных компонент. Для автоматизации расчетов используется программный пакет StatSoft Statistica 6.0. Актуальность исследования заключается в том, что факторный анализ этих объектов не проводился.

Ключевые слова: факторный анализ, метод главных компонент, факторные нагрузки, продовольственные товары, Волинский регион.

Totska O. L. Determination of Hidden Factors of Influence on Production of Food Stuffs in the Volyn Region.

The factor analysis of indexes of production of basic food commodities in the Volyn region with the help of a method of main components is conducted. For automation of calculations a software product StatSoft Statistica 6.0 is used. Actuality of research consists in that the factor analysis of these objects was not conducted.

Key words: factor analysis, the method of main components, factor loadings, food commodities, Volyn region.

Надійшло 19.08.2008 р.