

Алексейчук В.О.,

аспірант кафедри фінансової діяльності суб'єктів господарювання і державних установ,
Чернігівський національний технологічний університетРЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБОБУЛОЧНИХ
ВИРОБІВ В УКРАЇНІ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Анотація. У статті розглянуто хлібопекарську галузь України, основні фактори, що впливають на виробництво хлібобулочних виробів, зроблений кореляційний аналіз факторів та регресійний аналіз виробництва хлібобулочних виробів за допомогою модуля Neural Networks програмного пакета Statistica, зроблено відповідні висновки.

Ключові слова: хлібобулочні вироби, державне регулювання, кореляційний аналіз, регресійний аналіз, нейронна мережа.

Постановка проблеми. На даному етапі виробництво хлібобулочних виробів в Україні потребує значного вивчення і регулювання з боку органів державного регулювання, так як в більшості регіонів його виробництво є збитковим і все більше підприємств входять у «тіньовий» сектор виробництва хліба, про що свідчать офіційні показники виробництва, а держава все менше і менше приділяє уваги цій проблемі. Одним із дієвих напрямів регулювання хлібопекарської галузі є вивчення факторів, що найбільше впливають на виробництво хліба, а також вивчення ринку сировини, що необхідно для виробництва даного продукту харчування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останнім часом аналізу стану розвитку хлібопекарських підприємств присвячені багато робіт українських фахівців, зокрема, А. Васильченко [1], М. Нетяжука [2], М. Плотнікова і В. Мосейчука [3]. Ці автори у своїх наукових працях оцінили і визначили тенденції, що мають місце в хлібопекарській галузі і на ринку хліба та хлібобулочних виробів.

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Враховуючи те, що хлібопекарська галузь є однією із найважливіших галузей, яка забезпечує продовольчу безпеку країни, багато питань з її регулювання та розвитку ще залишаються

недостатньо вивченими. Зокрема, маловисвітленим залишається питання стосовно факторів, що впливають на виробництво хлібобулочних виробів, ступінь їхнього впливу на виробництво та їх зв'язок.

Мета статті. Метою статті є визначення факторів, що впливають на виробництво хлібобулочних виробів в Україні, їх кореляційний та регресійний аналіз за допомогою нейронних мереж.

Виклад основного матеріалу. Хлібопекарна промисловість – одна із найбільших галузей харчової промисловості, підприємства якої виробляють різні види хлібопекарних виробів з продовольчого борошна. Її структуру формують хлібопекарські підприємства, які задовольняють потреби усіх верств населення в хлібобулочній продукції. Стан і розвиток вітчизняних підприємств хлібопекарської галузі безпосереднім чином впливає на життя і здоров'я населення України. Звідси і особливе значення галузі, стабільна робота якої є гарантією соціальної безпеки і стабільності в країні, тому держава повинна приділяти значної уваги регулюванню виробництва хліба і хлібобулочних виробів.

Державне регулювання виробництва хлібобулочних виробів – це вплив державних органів влади за допомогою різних методів та інструментів на розвиток виробництва хлібобулочних виробів, щоб забезпечити безперерйне виробництво і постачання населенню України хліба, хлібобулочних та інших борошняних виробів.

Для забезпечення сталості функціонування хлібопродуктового підкомплексу надзвичайно важливе значення має комплексне вивчення ринку сировини і факторів, що впливають на виробництво даного продукту харчування та їх аналіз, усе це дасть змогу державі визначити основні напрями розвитку галузі.

Таблиця 1

Динаміка факторів впливу на виробництво хлібобулочних виробів

Рік	Виробництво хліба (тис. т)	ІСЦ на хліб (%)	Населення (тис. осіб)	Міграція населення (тис. осіб)	Доходи населення (млн грн)	Рівень безробіття (тис. осіб)	РНС хліба однією особою в рік (кг)	Виробництво борошна (тис. т)
2003	2334,7	114,8	48004	-24,2	215672	2008,0	105	2826,5
2004	2307,1	111,1	47622	-7,6	274241	1906,7	105	2948,9
2005	2263,7	98,9	47281	4,6	381404	1600,8	105	2943,6
2006	2159,7	107,9	46930	14,3	472061	1515,0	105	2695,7
2007	2033,7	114,2	46646	16,8	623289	1417,6	105	2907,6
2008	1978,4	124,3	46373	14,9	845641	1425,1	101	3029,9
2009	1827,5	112,6	46144	13,5	894286	1958,8	101	2733,7
2010	1807,7	111,3	45963	16,1	1101175	1785,6	101	2632,1
2011	1763,5	108,0	45779	17,1	1251005	1732,7	101	2596,1
2012	1685,6	98,0	45621	31,9	1407197	1657,2	101	2605,5
2013	1559,7	101,1	45508	61,8	1529406	1576,5	101	2542,1
2014	1445,8	114,9	42928	22,5	1531070	1847,6	101	2235,4

Виняткова роль хлібу у раціоні харчування людини, його соціальна значущість накладають свій відбиток на функціонування ринку хлібобулочних виробів як складової українського продовольчого ринку. Ринкова економіка орієнтована на споживача, а виробництво і пропозиція в ній так або інакше підпорядковуються закономірностям та специфічним особливостям формування споживчого попиту, хоча, безумовно, вплив тут взаємний. Ініціатива в організації виробництва та пропозиції нових товарів, активне просування їх на ринок можуть сприяти виникненню та розвитку попиту на ці товари. Таким чином, під час дослідження ринку основна увага повинна приділятися таким визначальним його ознакам, як попит і пропозиція. Попит виступає як специфічна ринкова форма виразу потреб населення в певних товарах та послугах. При цьому специфічність товару, що пропонується на ринку хліба та хлібобулочних виробів, накладає свій відбиток на формування споживчого попиту.

Основними факторами, які впливають на попит хліба, є:

- ціна, яка майже не впливає на обсяги споживання;
- чисельність населення, так, при скороченні чисельності населення знижується попит на хліб;
- міграція населення, яка збільшує попит в місцях міграції;
- доходи населення, так, зниження реальних доходів населення зумовлює збільшення споживання хліба;
- рівень безробіття, при підвищенні рівня безробіття зумовлюється збільшення попиту;
- раціональні норми споживання хліба, які впливають на оптимальну структуру споживання;
- виробництво борошна, тобто при зменшенні сировини зменшується і виробництво хліба.

Враховуючи фактори, які найбільш істотно впливають на виробництво хлібобулочних виробів, ми проведемо кореляційний аналіз цих факторів, що дасть нам можливість визначити наскільки тісним є зв'язок усіх цих факторів з виробництвом хлібобулочних виробів в Україні. Аналіз проведемо на основі даних таблиці 1 за допомогою програмного пакету Statistica.

Аналіз дасть змогу побачити нам, як зміна одного із факторів впливає на виробництво хлібобулочних виробів. Результатом кореляційного аналізу є коефіцієнт кореляції. Кореля-

ція може бути позитивною та негативною. Від'ємна кореляція означає, що збільшення однієї змінної пов'язане зі зменшенням іншої, при цьому коефіцієнт кореляції від'ємний. Додатна кореляція означає, що збільшення однієї змінної пов'язане зі збільшенням іншої, при цьому коефіцієнт кореляції додатний. Результати кореляційного аналізу показані на рисунку 1.

Таким чином, бачимо, що всі ці фактори справляють тією чи іншою мірою безпосередній вплив на виробництво хлібобулочних виробів. Зв'язок між виробництвом хліба та індексом споживчих цін не є тісним, так як коефіцієнт кореляції дорівнює 0,12, що говорить про те, що при зменшенні, або збільшенні ІСЦ на хліб, попит на нього майже не зміниться. Зв'язок між виробництвом хліба і чисельністю населенням є дуже тісним, коефіцієнт кореляції дорівнює 0,92, це означає, що при зменшенні чисельності населення попит на хліб істотно зменшиться. Зв'язок між виробництвом хліба та міграцією населення також є тісним, коефіцієнт кореляції дорівнює -0,79, тобто в місцях міграції попит збільшується. Зв'язок між виробництвом хліба і доходами населення є дуже тісним, так як коефіцієнт кореляції дорівнює -0,98, що говорить про те, що при збільшенні доходів населення, попит на хліб зменшиться. Зв'язок між виробництвом хліба і рівнем безробіття не є тісним, коефіцієнт кореляції дорівнює 0,04, це означає, що при збільшенні або зменшенні рівня безробітних, попит на хліб майже не зміниться. Зв'язок між виробництвом хліба і раціональними нормами споживання хліба є тісним, коефіцієнт кореляції дорівнює 0,86, що говорить про те, що при зменшенні норми споживання, попит на хліб зменшиться. Зв'язок між виробництвом хліба та виробництвом борошна є також тісним, коефіцієнт кореляції дорівнює 0,89, тобто при збільшенні або зменшенні виробництва борошна, виробництво хліба аналогічно збільшиться або зменшиться.

Отже, враховуючи вищесказане, із запропонованих факторів можна виділити п'ять таких основних, як: чисельність населення, міграція населення, доходи населення, раціональні норми споживання, виробництво борошна.

Останнім часом поряд із традиційними методами аналізу соціально-економічних показників все більшого поширення набуває використання нейронних мереж, які належать до сис-

Переменная	Корреляции (Регрес) Отмеченные корреляции значимы на уровне $p < ,05000$ N=12 (Построчное удаление ПД)							
	Виробництво хліба (тис. т)	ІСЦ на хліб (%)	Населення (тис. осіб)	Міграція населення (тис. осіб)	Доходи населення (млн. грн)	Рівень безробіття (тис. осіб)	РНС хліба (кг)	Виробництво борошна (тис. т)
Виробництво хліба (тис. т)	1,00	0,12	0,92	-0,79	-0,98	0,04	0,86	0,81
ІСЦ на хліб (%)	0,12	1,00	-0,01	-0,39	-0,21	0,07	-0,04	0,23
Населення (тис. осіб)	0,92	-0,01	1,00	-0,61	-0,87	0,00	0,72	0,85
Міграція населення (тис. осіб)	-0,79	-0,39	-0,61	1,00	0,81	-0,47	-0,61	-0,51
Доходи населення (млн. грн)	-0,98	-0,21	-0,87	0,81	1,00	-0,09	-0,88	-0,78
Рівень безробіття (тис. осіб)	0,04	0,07	0,00	-0,47	-0,09	1,00	-0,06	-0,26
РНС хліба (кг)	0,86	-0,04	0,72	-0,61	-0,88	-0,06	1,00	0,55
Виробництво борошна (тис. т)	0,81	0,23	0,85	-0,51	-0,78	-0,26	0,55	1,00

Рис. 1. Матриця парних кореляцій

Подробные результаты моделей (Регрес)										
N	Архитектура									
	Производительность обуч.	Контр. производительность	Тест. производительность	Ошибка обучения	Контрольная ошибка	Тестовая ошибка	Входы	Скрытые (1)	Скрытые (2)	
1	Линейная 2-2-1:1	0,053154	0,089372	0,274393	0,020149	0,091983	0,092143	2	0	0
2	МП 4:4-3-1:1	0,445671	0,032948	0,419736	0,173430	0,030091	0,140232	4	3	0
3	МП 4:4-4-1:1	0,080075	0,053540	0,353840	0,030762	0,021617	0,112841	4	4	0
4	ОРНС 3:3-6-2-1:1	0,029155	0,763075	0,224732	0,000083	0,002141	0,000535	3	6	2
5	ОРНС 4:4-6-2-1:1	0,023448	0,520655	0,217108	0,000067	0,001353	0,000517	4	6	2

Рис. 2. Таблица детальных результатов моделей

	Регрессия (1 - 5) (Регрес)				
	Виробництво хліба (тис.т). 1	Виробництво хліба (тис.т). 2	Виробництво хліба (тис.т). 3	Виробництво хліба (тис.т). 4	Виробництво хліба (тис.т). 5
Среднее данных	1930,592	1930,592	1930,592	1930,592	1930,592
Ст.откл. данных	283,973	283,973	283,973	283,973	283,973
Среднее ошибки	22,637	-1,303	2,408	23,474	6,855
Ст.откл. ошибки	46,420	110,090	47,545	112,000	74,823
Среднее абсолютной ошибки	37,146	96,228	33,679	66,969	48,723
Отношение ст.откл.	0,173	0,388	0,167	0,394	0,263
Корреляция	0,987	0,953	0,986	0,920	0,965

Рис. 3. Таблица описовых статистик

тем штучного інтелекту. Адже сфера їхнього застосування надзвичайно велика: прогнозування змін на фондовій біржі, укладення кредитних планів, прийняття рішень під час посадки пошкодженого літального апарата, апроксимація функцій, розв'язування оптимізаційних задач, керування складними процесами, прогнозування тощо. Саме тому актуальним є використання нейронних мереж і для аналізу факторів впливу на виробництво продуктів харчування поряд з іншими методами.

Перейдемо до побудови нейронної мережі, дані для обчислень беремо з таблиці 1. Для побудови використовуємо модуль Neural Networks програмного пакета Statistica.

У вікні Нейронні мережі ставимо такі параметри:

- тип задачі «Регресія»;
- в якості вхідних параметрів, відповідно до кореляційного аналізу, становимо:

1. населення (тис. осіб);
2. міграція населення (тис. осіб);
3. доходи населення (млн грн);
4. раціональні норми споживання хліба (кг);
5. виробництво борошна (тис. т).

- в якості вихідного параметру становимо виробництво хліба (тис. т).

Далі за допомогою Майстра рішень переходимо у вікно побудови Нейронних мереж.

У вікні Майстра рішень задаємо параметри для створення нейромереж:

- протестувати 100 мереж і зберегти тільки 5 кращих;
- типи нейромережових архітектур, які застосовуються для моделювання – багатошаровий перцептрон, узагальнено-регресійна мережа і лінійна мережа;
- запускаємо аналіз.

Проаналізуємо результати нейромережового моделювання, спрямовані на підтримку регресії на основі детальних результатів моделей (рис. 2).

З рисунка 2 видно, що Майстер створив і запропонував такі найкращі типи нейромережових архітектур: одну лінійну, два багатошарових перцептрони та дві узагальнено-регресійних нейронні мережі.

Вибираємо найкращу модель за допомогою результатів Описових статистик, що являють собою таблицю (рис. 3).

Найбільш інформативним параметром тут у сенсі показника якості моделі є «Отношение ст. откл.». Найкраще значення параметра має третя модель 0,167. Також бачимо, що вона має високий коефіцієнт кореляції вхідних параметрів, який становить 0,986.

Отже, найкращою є третя модель – багатошаровий перцептрон, з архітектурою МП 4:4-4-1:1. Архітектура МП 4:4-4-1:1 ідентифікує модель з чотирма вхідними змінними, однією вихідною змінною та одним прихованим шаром, який містить 4 приховані нейрони.

Графічне зображення архітектури отриманої моделі, зображено на рисунку 4.

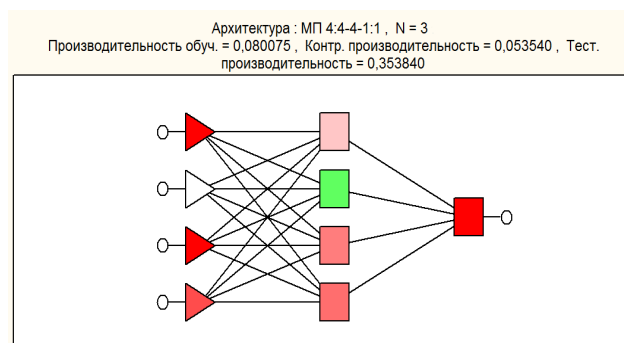


Рис. 4. Архітектура МП 4:4-4-1:1

У програмі Statistica Нейронні Мережі передбачена можливість проведення аналізу чутливості мережі до вхідних змінних. Така процедура дозволяє зробити висновок про відносну важливість вхідних змінних для конкретної нейронної мережі і при необхідності видалити входи з низькими показниками чутливості. Аналіз чутливості можна використовувати з чисто інформаційними цілями, або щоб зробити видалення входів. Аналіз чутливості вносить деяку ясність в питання про корисність тих чи інших змінних. Він дозволяє виділити ключові змінні, без яких аналіз неможливий, та ідентифікувати ті, які можна без шкоди виключити з розгляду.

Отже, проаналізуємо результати чутливості вхідних змінних до вихідної змінної та побачимо, які змінні входять до нашої моделі (рис. 5).

Аналіз чутливості - 3 (Регрес)				
	Населення (тис. осіб)	Доходи населення (млн. грн)	РНС хліба однією особою в рік (кг)	Виробництво борошна (тис. т)
Отношение.3	1,854415	4,715388	1,130704	1,017609
Ранг.3	2,000000	1,000000	3,000000	4,000000

Рис. 5. Аналіз чутливості

Тепер проаналізуємо стандартне прогнозування нейронної мережі, тобто передбачені значення для результуючих змінних у моделі (рис. 6).

Предсказание (3) (Регрес)		
	Виробництво хліба (тис. т)	Виробництво хліба (тис. т). 3
1	2334,700	2359,153
2	2307,100	2277,341
3	2263,700	2207,891
4	2159,700	2159,802
5	2033,700	2049,821
6	1978,400	1967,476
7	1827,500	1959,016
8	1807,700	1819,650
9	1763,500	1722,688
10	1685,600	1635,278
11	1559,700	1570,568
12	1445,800	1467,312

Рис. 6. Таблиця прогнозованих значень регресії

Отже, бачимо, що обрана модель має незначні похибки, а отже її можна назвати надійною. Залишки прогнозованих результатів обчислень моделі представлені на рисунку 7.

Остатки (3) (Регрес)		
	Виробництво хліба (тис. т). 3	Ост. Виробництво хліба (тис. т). 3
1	2359,153	24,4535
2	2277,341	-29,7594
3	2207,891	-55,8090
4	2159,802	0,1022
5	2049,821	16,1213
6	1967,476	-10,9243
7	1959,016	131,5160
8	1819,650	11,9501
9	1722,688	-40,8124
10	1635,278	-50,3224
11	1570,568	10,8676
12	1467,312	21,5116

Рис. 7. Таблиця прогнозованих залишків обчислень

З рисунка 7 видно, що модель справді має незначні залишки, це свідчить про досить високу точність прогнозу.

Графіки фактичних та прогнозованих значень виробництва хлібобулочних виробів в Україні у період з 2003 по 2014 рр. представлені на рисунку 8.

Висновки і пропозиції. Хлібопекарська галузь є однією із найважливіших галузей, яка забезпечує продовольчу безпеку країни. Основними факторами, які впливають на попит хліба, можна назвати такі: ціна, чисельність населення, міграція населення, доходи населення, рівень безробіття, раціональні норми споживання хліба, виробництво борошна. Усі ці фактори, що здійснюють вплив на обсяг попиту на хліб та хлібобулочні

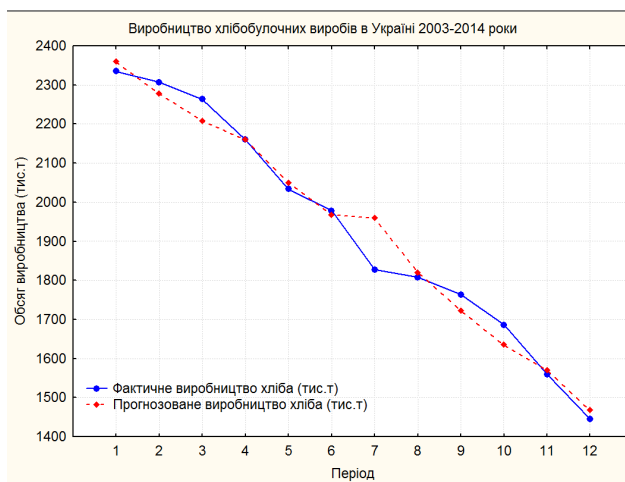


Рис. 8. Фактичні на прогнозовані обсяги виробництва хлібобулочних виробів в Україні 2003–2014 роки

вироби, можна розділити на 3 групи: фактори, які майже не впливають на обсяги споживання хліба; фактори, що призводять до підвищення обсягу попиту на хліб; фактори, що впливають на зниження рівня споживання хлібобулочної продукції.

За результатами кореляційного аналізу ми дізналися, що найбільш вагомими факторами є такі: чисельність населення, міграція населення, доходи населення, раціональні норми споживання хліба, виробництво борошна. Коефіцієнти кореляції цих факторів з виробництвом хлібобулочної продукції знаходяться в межах від -0,79 до -1,00 та від 0,81 до 1,00, а це говорить про дуже тісний зв'язок. Регресійний нейромережевий аналіз допоміг нам визначити чотири фактори, за допомогою яких можна прогнозувати виробництво хлібобулочних виробів в Україні на майбутнє, і кожному з цих факторів був присвоєний свій ранг у моделі відповідно до чутливості. До цих факторів віднесли: доходи населення – ранг 1,00; населення – ранг 2,00; раціональні норми споживання хліба – ранг 3,00; виробництво борошна – ранг 4,00.

Знання про напрям та силу впливу факторів дасть змогу підприємствам-товаровиробникам управляти формуванням виробничої програми, а державі, у свою чергу, знайти напрями розвитку галузі.

Література:

1. Васильченко А.Н. Состояние и перспективы развития хлебопекарной промышленности в Украине / А.Н. Васильченко // Научно-виробничий журнал «Харчова наука і технологія». – Одеса : Вид-во Одеської національної академії харчових технологій. – 2009. – № 1(6). – С. 5-8.
2. Нетяжук М.В. Социальные и экономические аспекты государственного регулирования цен на хлеб / М. Нетяжук // Экономика Украины. – 2005. – № 3. – С. 63-68.
3. Плотников М.Ф. Стратегічні орієнтації підприємств хлібопекарської промисловості / М.Ф. Плотников, В.В. Мосейчук // Экономика АПК. Міжнародний науково-виробничий журнал. – 2007. – № 12(158). – С. 42-48.
4. Статистичний щорічник України за 2013 рік / [щорічник, за ред. О.Г. Осаулєнка]. – Київ : Державна служба статистики України, 2014. – 552 с.
5. Виробництво основних видів промислової продукції по місяцях 2014 року [Електронний ресурс]. – 2015. – Режим доступу : http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2014/pr/ovp/ovp_u/ovp2014.html.
6. Боровиков В.П. Нейронные сети. Statistica Neural Networks. Методология и технологии современного анализа данных / Боровиков В.П. // Москва. – 2008. – С. 241-256.

Алексейчук В.А. Регрессионный анализ производства хлебобулочных изделий в Украине с помощью нейронных сетей

Аннотация. В статье рассмотрены хлебопекарная отрасль Украины, основные факторы, влияющие на производство хлебобулочных изделий, сделаны корреляционный анализ факторов и регрессионный анализ производства хлебобулочных изделий с помощью модуля Neural Networks программного пакета Statistica, сделаны соответствующие выводы.

Ключевые слова: хлебобулочные изделия, государственное регулирование, корреляционный анализ, регрессионный анализ, нейронная сеть.

Alekseychuk V.A. Regression analysis bakery products in Ukraine using neural networks

Summary. In the article the baking industry of Ukraine, the basic factors affecting the production of baked goods made correlation analysis and regression analysis factors Bakery using Neural Networks module software package Statistica, made appropriate conclusions.

Keywords: bakery, government regulation, correlation analysis, regression analysis, neural network.