

УДК 338.439

ВИРОБНИЦТВО ПРОДУКЦІЇ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВІСТІ УКРАЇНИ: ПРОГНОЗУВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЧІТКИХ МНОЖИН

О. Тоцька

Волинський національний університет імені Лесі Українки

У статті автор прогнозує виробництво основних продуктів харчування в Україні на загальнодержавному і регіональному (Волинська область) рівнях за допомогою теорії нечітких множин. Для кожного продовольчого товару визначається нечіткий інтервал у вигляді трапеції. Оптимістична оцінка інтервалів розраховується на основі розробленого автором алгоритму. Ключові слова: виробництво продукції, харчова промисловість, прогнозування, нечіткі множини, оптимістична оцінка.

Постановка наукової проблеми. Для прогнозування випуску продуктів харчування в Україні на загальнодержавному і регіональному (Волинська область) рівнях поряд з класичними (екстраполяція тенденції, експоненційне згладжування), рідко використовуваним (імовірнісний) та порівняно новим (нейронних мереж) методами доцільно застосовувати також нечіткі числа і розглядати їх як нечіткі дані.

Аналіз останніх досліджень. Використанню нечітких мір та інтегралів для розв'язання слабо структурованих завдань присвятили наукові публікації С. Арапов, І. Арапова, Л. Б. Артеменко, В. М. Вовк, Л. Заде, С. І. Зайцев, Н. М. Зайцева, Ю. П. Зайченко, О. І. Захаревич, О. А. Ковальчик, А. В. Матвійчук, Н. В. Мица, В. І. Приймак, О. М. Рибицька, М. Є. Рогоза, А. А. Скляр, М. Соляніченко, М. С. Сявакко, В. М. Цицак та інші [1–16]. Так, зокрема, їх застосовують для оцінки витрат на ремонт автошляхів [1], прийняття наближених рішень [4; 6], оцінки рівня фінансової стійкості підприємства [5], попереднього аналізу емітента цінних паперів [7, 177–186], прогнозування прибутку підприємств грального бізнесу [9], моніторингу регіонального ринку праці [10], побудови системи інформаційного забезпечення стратегічного управління [11], прогнозування обсягу реалізації продукції хлібобулочними заводами [12], моделювання виробничої програми підприємства [14] та гнучких обмежень попиту на продукцію [15], оцінки якості суспільного обслуговування [16] тощо. А засадничою роботою в теорії нечітких множин вважається опублікована в 1965 році книга американського математика Л. Заде “Fuzzy sets” – “Нечіткі множини”.

Мета та завдання статті. Метою написання цієї статті є прогнозування показників виробництва продовольчих товарів в Україні за допомогою нечітких множин. Для її реалізації потрібно розв'язати такі завдання:

- побудувати динамічні ряди випуску продуктів харчування за 1990 та 1995–2003 роки;
- впорядкувати їх за зростанням;
- визначити для кожного товару нечіткий інтервал виробництва;
- перевірити попадання фактичних даних за наступний (2004) рік в межі побудованих нечітких інтервалів;
- повторити 1–4 кроки з додаванням інформації за 2004, 2005 і 2006 роки.

Виклад основного матеріалу. Нечіткою (під)множиною A на множині X вважається сукупність пар вигляду $(x, \mu_A(x))$, де $x \in X$, а μ_A – функція $x \rightarrow [0, 1]$, яка називається функцією належності нечіткої (під)множини A . Значення $\mu_A(x)$ для конкретного x вважається мірою належності цього елемента нечіткій (під)множині A [6, 490]. Причому рівень належності задається у діапазоні $[0, 1]$ [3, 225]. Найчастіше для формування функції належності вибирають трапецієподібний та трикутний способи.

Над нечіткими множинами, як і над звичайними, можна проводити різноманітні операції, зокрема доповнення (логічне заперечення), об'єднання (логічна зв'язка “або”), перетин (логічна зв'язка “і”), добуток, піднесення до степеня, концентрування (піднесення до степеня 2), розтягнення (піднесення до степеня 0,5), випукла комбінація [4, 39], різниця, Декартовий добуток тощо.

Під час прийняття рішень на основі нечітких множин використовують як нечіткі числа, так і нечіткі інтервали.

Нечітке число – це випукла нормалізована нечітка (під)множина A множини дійсних чисел $X = R$, для якої існує тільки одне число x_0 із $\mu_A(x_0) = 1$, і $\mu_A(x)$ є кусково-неперервною функцією.

Нечіткий інтервал – це випукла нормалізована нечітка (під)множина A множини дійсних чисел $X = R$, для якої існує більше як одне число із $\mu_A(x) = 1$, і $\mu_A(x)$ є кусково-неперервною функцією [13, 84].

Оскільки доцільність зображення нечітких величин у формі трапецій полягає у зручності математичних розрахунків та значних можливостях з представлення функцій [9, 181], то показники випуску основних продовольчих товарів по Україні та Волині подамо саме у формі трапецієподібних нечітких інтервалів такими четвірками:

$$\text{товар}_i = (\underline{m}_i; \overline{m}_i; a_i; b_i),$$

де \underline{m}_i – нижнє значення оптимістичної (з найбільшою мірою належності $\mu_A(x) = 1$) оцінки параметра i ;

\overline{m}_i – верхнє значення оптимістичної оцінки параметра i ;

a_i – різниця між нижніми межами оптимістичної та песимістичної (з найменшою мірою належності $\mu_A(x) = 0$) оцінок параметра i ;

b_i – різниця між верхніми межами песимістичної та оптимістичної оцінок параметра i .

При цьому виникає запитання, яким чином на основі рядів динаміки виробництва продовольчої продукції вибрати нижні та верхні значення оптимістичної та песимістичної оцінок.

Песимістичні оцінки зобразимо як найменше та найбільше значення випуску продуктів харчування у країні та регіоні за аналізований період.

А для визначення оптимістичного інтервалу ми вирішили не застосовувати якісь суб'єктивні оцінки на основі аналізу даних, а розробити однозначний підхід, який використовуватиме математичний апарат. Основна його ідея полягає в тому, що найбільш імовірним, на нашу думку, є інтервал, який відповідає “золотій середині” впорядкованого за зростанням динамічного ряду. Тобто:

– якщо кількість членів такого ряду – парна (напр., 12) і її половина – також парна (6), то в оптимістичний інтервал входять центральні елементи, кількість яких дорівнює половині кількості членів ряду (6);

– якщо кількість членів ряду – парна (напр., 10), а її половина – непарна (5), то в оптимістичний інтервал входять центральні елементи, кількість яких на 1 перевищує половину кількості членів ряду (6);

– якщо кількість членів ряду – непарна (напр., 11), а число, яке на 0,5 більше її половини – парне (6), то в оптимістичний інтервал входять центральні елементи, кількість яких буде на 0,5 менша від половини кількості членів ряду (5);

– якщо кількість членів ряду – непарна (напр., 13) і число, яке на 0,5 перевищує її половину – також непарне (7), то в оптимістичний інтервал входять центральні елементи, кількість яких буде на 0,5 більша від половини кількості членів ряду (7).

Алгоритм обчислення меж оптимістичного інтервалу полягатиме у проходженні таких етапів:
розташування елементів часового ряду у порядку зростання;
обчислення кількості елементів часового ряду N ;
визначення меж оптимістичного інтервалу (з найбільшою мірою належності):

якщо N – парне число і величина $\frac{N}{2}$ – теж парне, то центральні $\frac{N}{2}$ елементи входять у шуканий інтервал, причому перший з цих елементів буде його нижньою межею, а останній – верхньою. Ряд динаміки у цьому випадку складатиметься з таких трьох частин: $\frac{N}{4} + \frac{N}{2} + \frac{N}{4} = N$. Номер нижнього елемента

оптимістичного інтервалу – $\left(\frac{N}{4} + 1\right)$, а верхнього – $\left(\frac{N}{4} + \frac{N}{2} = \frac{3}{4}N\right)$;

якщо N – парне число, а величина $\frac{N}{2}$ – непарне, то центральні $\frac{N}{2} + 1$ елементи входять у шуканий інтервал. Ряд динаміки у цьому випадку складатиметься з таких трьох частин:

$\left(\frac{N}{4} - \frac{1}{2}\right) + \left(\frac{N}{2} + 1\right) + \left(\frac{N}{4} - \frac{1}{2}\right) = N$. Номер нижнього елемента оптимістичного інтервалу –

$\left(\left(\frac{N}{4} - \frac{1}{2}\right) + 1 = \frac{N}{4} + \frac{1}{2}\right)$, а верхнього – $\left(\left(\frac{N}{4} - \frac{1}{2}\right) + \left(\frac{N}{2} + 1\right) = \frac{3}{4}N + \frac{1}{2}\right)$;

якщо N – непарне число, а величина $\frac{N}{2} + \frac{1}{2}$ – парне, то центральні $\frac{N}{2} - \frac{1}{2}$ елементи входять у шуканий інтервал. Ряд динаміки у цьому випадку складатиметься з таких трьох частин: $\left(\frac{N}{4} + \frac{1}{4}\right) + \left(\frac{N}{2} - \frac{1}{2}\right) + \left(\frac{N}{4} + \frac{1}{4}\right) = N$. Номер нижнього елемента оптимістичного інтервалу – $\left(\left(\frac{N}{4} + \frac{1}{4}\right) + 1 = \frac{N}{4} + \frac{5}{4}\right)$, а верхнього – $\left(\left(\frac{N}{4} + \frac{1}{4}\right) + \left(\frac{N}{2} - \frac{1}{2}\right) = \frac{3}{4}N - \frac{1}{4}\right)$;

якщо N – непарне число і величина $\frac{N}{2} + \frac{1}{2}$ – теж непарне, то центральні $\frac{N}{2} + \frac{1}{2}$ елементи входять у шуканий інтервал. Ряд динаміки у цьому випадку складатиметься з таких трьох частин: $\left(\frac{N}{4} - \frac{1}{4}\right) + \left(\frac{N}{2} + \frac{1}{2}\right) + \left(\frac{N}{4} - \frac{1}{4}\right) = N$. Номер нижнього елемента оптимістичного інтервалу – $\left(\left(\frac{N}{4} - \frac{1}{4}\right) + 1 = \frac{N}{4} + \frac{3}{4}\right)$, а верхнього – $\left(\left(\frac{N}{4} - \frac{1}{4}\right) + \left(\frac{N}{2} + \frac{1}{2}\right) = \frac{3}{4}N + \frac{1}{4}\right)$.

Отже, побудуємо нечіткі інтервали виробництва продовольчої продукції по Україні та Волині спочатку на основі інформації за 1995–2003 рр. та 1990 рік (оскільки саме тоді показники випуску продуктів харчування були максимальними практично за всіма видами), а потім поетапно додаватимемо дані за 2004–2006 рр. Процес прогнозування полягатиме у перевірці попадання фактичних даних за кожен наступний рік в межі нечітких інтервалів, побудованих на основі даних за попередні роки.

Відсортовані у порядку зростання вхідні дані по Україні, нечіткі інтервали $(\underline{m}_i; \overline{m}_i; a_i; b_i)$ та попадання фактичних даних в їхні межі зобразимо в табл. 1.

Таблиця 1

Результати побудови нечітких інтервалів виробництва продовольства по Україні, тис. т

Відсортовані вхідні дані за 1990, 1995-2003 роки										
Товар 1	Товар 2	Товар 3	Товар 4	Товар 5	Товар 6	Товар 7	Товар 8	Товар 9	Товар 10	Сума
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
332,0	155,0	109,0	662,0	46,3	1621,0	2819,0	2358,0	283,0	107,0	–
396,0	160,0	113,0	691,0	52,0	1780,0	2984,0	2427,0	315,0	111,0	–
400,0	167,0	117,0	699,0	52,7	1858,0	2986,0	2450,0	328,0	115,0	–
420,0	175,0	131,0	700,0	59,0	1947,0	3076,0	2464,0	401,0	117,0	–
457,0	206,0	135,0	915,0	67,5	1984,0	3368,0	2510,0	515,0	142,0	–
553,0	209,0	148,0	1021,0	73,5	2034,0	3890,0	2676,0	668,0	155,0	–
568,0	213,0	158,0	1179,0	105,0	2486,0	4320,0	3060,0	732,0	165,0	–
760,0	277,0	163,0	1293,0	129,0	3296,0	4965,0	3452,0	757,0	172,0	–
946,0	290,0	222,0	1309,0	169,0	3894,0	5319,0	4114,0	860,0	223,0	–
2710,0	900,0	444,0	6432,0	184,0	6791,0	7671,0	6701,0	1111,0	360,0	–
Нечіткі інтервали на 2004 рік										
400,0	167,0	117,0	699,0	52,7	1858,0	2986,0	2450,0	328,0	115,0	9172,7
760,0	277,0	163,0	1293,0	129,0	3296,0	4965,0	3452,0	757,0	172,0	15264,0
68,0	12,0	8,0	37,0	6,4	237,0	167,0	92,0	45,0	8,0	680,4
1950,0	623,0	281,0	5139,0	55,0	3495,0	2706,0	3249,0	354,0	188,0	18040,0
Фактичні дані за 2004 рік та попадання в межі інтервалів										
527,7	332,0	116,0	1277,9	224,0	2147,0	2948,0	2307,0	554,0	99,7	10533,3
оптим.	песим.	песим.	оптим.	–	оптим.	песим.	–	оптим.	–	оптим.

Відсортовані вхідні дані за 1990, 1995-2004 роки										
332,0	155,0	109,0	662,0	46,3	1621,0	2819,0	2307,0	283,0	99,7	–
396,0	160,0	113,0	691,0	52,0	1780,0	2948,0	2358,0	315,0	107,0	–
400,0	167,0	116,0	699,0	52,7	1858,0	2984,0	2427,0	328,0	111,0	–
420,0	175,0	117,0	700,0	59,0	1947,0	2986,0	2450,0	401,0	115,0	–
457,0	206,0	131,0	915,0	67,5	1984,0	3076,0	2464,0	515,0	117,0	–
527,7	209,0	135,0	1021,0	73,5	2034,0	3368,0	2510,0	554,0	142,0	–
553,0	213,0	148,0	1179,0	105,0	2147,0	3890,0	2676,0	668,0	155,0	–
568,0	277,0	158,0	1277,9	129,0	2486,0	4320,0	3060,0	732,0	165,0	–
760,0	290,0	163,0	1293,0	169,0	3296,0	4965,0	3452,0	757,0	172,0	–
946,0	332,0	222,0	1309,0	184,0	3894,0	5319,0	4114,0	860,0	223,0	–
2710,0	900,0	444,0	6432,0	224,0	6791,0	7671,0	6701,0	1111,0	360,0	–
Нечіткі інтервали на 2005 рік										
420,0	175,0	117,0	700,0	59,0	1947,0	2986,0	2450,0	401,0	115,0	9370,0
568,0	277,0	158,0	1277,9	129,0	2486,0	4320,0	3060,0	732,0	165,0	13172,9
88,0	20,0	8,0	38,0	12,7	326,0	167,0	143,0	118,0	15,3	936,0
2142,0	623,0	286,0	5154,1	95,0	4305,0	3351,0	3641,0	379,0	195,0	20171,1
Фактичні дані за 2005 рік та попадання в межі інтервалів										
621,8	309,0	120,0	1464,8	274,0	2139,0	2931,0	2264,0	568,0	104,0	10795,6
песим.	песим.	оптим.	песим.	–	оптим.	песим.	–	оптим.	песим.	оптим.
Відсортовані вхідні дані за 1990, 1995-2005 роки										
332,0	155,0	109,0	662,0	46,3	1621,0	2819,0	2264,0	283,0	99,7	–
396,0	160,0	113,0	691,0	52,0	1780,0	2931,0	2307,0	315,0	104,0	–
400,0	167,0	116,0	699,0	52,7	1858,0	2948,0	2358,0	328,0	107,0	–
420,0	175,0	117,0	700,0	59,0	1947,0	2984,0	2427,0	401,0	111,0	–
457,0	206,0	120,0	915,0	67,5	1984,0	2986,0	2450,0	515,0	115,0	–
527,7	209,0	131,0	1021,0	73,5	2034,0	3076,0	2464,0	554,0	117,0	–
553,0	213,0	135,0	1179,0	105,0	2139,0	3368,0	2510,0	568,0	142,0	–
568,0	277,0	148,0	1277,9	129,0	2147,0	3890,0	2676,0	668,0	155,0	–
621,8	290,0	158,0	1293,0	169,0	2486,0	4320,0	3060,0	732,0	165,0	–
760,0	309,0	163,0	1309,0	184,0	3296,0	4965,0	3452,0	757,0	172,0	–
946,0	332,0	222,0	1464,8	224,0	3894,0	5319,0	4114,0	860,0	223,0	–
2710,0	900,0	444,0	6432,0	274,0	6791,0	7671,0	6701,0	1111,0	360,0	–
Нечіткі інтервали на 2006 рік										
Товар 1	Товар 2	Товар 3	Товар 4	Товар 5	Товар 6	Товар 7	Товар 8	Товар 9	Товар 10	Сума
420,0	175,0	117,0	700,0	59,0	1947,0	2984,0	2427,0	401,0	111,0	9341,0
621,8	290,0	158,0	1293,0	169,0	2486,0	4320,0	3060,0	732,0	165,0	13294,8
88,0	20,0	8,0	38,0	12,7	326,0	165,0	163,0	118,0	11,3	950,0
2088,2	610,0	286,0	5139,0	105,0	4305,0	3351,0	3641,0	379,0	195,0	20099,2
Фактичні дані за 2006 рік та попадання в межі інтервалів										
766,0	301,0	104,0	1447,7	217,0	2592,0	2655,0	2151,0	544,0	107,0	10884,7
песим.	песим.	–	песим.	песим.	песим.	–	–	оптим.	песим.	оптим.
Відсортовані вхідні дані за 1990, 1995-2006 роки										
332,0	155,0	104,0	662,0	46,3	1621,0	2655,0	2151,0	283,0	99,7	–
396,0	160,0	109,0	691,0	52,0	1780,0	2819,0	2264,0	315,0	104,0	–
400,0	167,0	113,0	699,0	52,7	1858,0	2931,0	2307,0	328,0	107,0	–
420,0	175,0	116,0	700,0	59,0	1947,0	2948,0	2358,0	401,0	107,0	–
457,0	206,0	117,0	915,0	67,5	1984,0	2984,0	2427,0	515,0	111,0	–
527,7	209,0	120,0	1021,0	73,5	2034,0	2986,0	2450,0	544,0	115,0	–
553,0	213,0	131,0	1179,0	105,0	2139,0	3076,0	2464,0	554,0	117,0	–
568,0	277,0	135,0	1277,9	129,0	2147,0	3368,0	2510,0	568,0	142,0	–
621,8	290,0	148,0	1293,0	169,0	2486,0	3890,0	2676,0	668,0	155,0	–

760,0	301,0	158,0	1309,0	184,0	2592,0	4320,0	3060,0	732,0	165,0	–
765,95	309,0	163,0	1447,7	217,0	3296,0	4965,0	3452,0	757,0	172,0	–
946,0	332,0	222,0	1464,8	224,0	3894,0	5319,0	4114,0	860,0	223,0	–
2710,0	900,0	444,0	6432,0	274,0	6791,0	7671,0	6701,0	1111,0	360,0	–
Нечіткі інтервали на 2007 рік										
420,0	175,0	116,0	700,0	59,0	1947,0	2948,0	2358,0	401,0	107,0	9231,0
760,0	301,0	158,0	1309,0	184,0	2592,0	4320,0	3060,0	732,0	165,0	13581,0
88,0	20,0	12,0	38,0	12,7	326,0	293,0	207,0	118,0	7,3	1122,0
1950,0	599,0	286,0	5123,0	90,0	4199,0	3351,0	3641,0	379,0	195,0	19813,0

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.

Як бачимо, на першому етапі у шукані оптимістичні інтервали входять з третього по восьмий, на другому – з четвертого по восьмий, на третьому – з четвертого по дев'ятий, на четвертому – з четвертого по десятий елементи впорядкованих динамічних рядів.

Отримані дані свідчать про те, що:

– по країні у 2004 році в межі побудованих нечітких інтервалів попали 7 показників виробництва продовольчих товарів, причому 4 з них – в межі оптимістичних і 3 – песимістичних; за межі нечітких інтервалів попали 3 показники, що пов'язане з підвищенням випуску жирних сирів і зменшенням виробництва хліба і хлібобулочних та макаронних виробів; загальний показник випуску продовольства, який розраховується як сума нечітких інтервалів по усіх видах, попав в межі оптимістичного інтервалу;

– у 2005 році в межі побудованих нечітких інтервалів попали 8 показників, причому 3 з них – в межі оптимістичних і 5 – песимістичних; за межі нечітких інтервалів попали 2 показники, що пов'язане з продовженням зростання виробництва жирних сирів і спадання випуску хліба і хлібобулочних виробів; загальний показник виробництва продуктів харчування знову попав в межі оптимістичного інтервалу;

– у 2006 році в межі побудованих нечітких інтервалів попали 7 показників, причому 1 з них – в межі оптимістичного і 6 – песимістичних; за межі нечітких інтервалів попали 3 показники, що пов'язане зі зменшенням випуску тваринного масла, борошна, хліба і хлібобулочних виробів; загальний показник виробництва продовольчих товарів знову попав в межі оптимістичного інтервалу.

Відсортовані у порядку зростання вхідні дані по Волині, нечіткі інтервали $(\underline{m}_i; \overline{m}_i; a_i; b_i)$ та попадання фактичних даних в їхні межі зобразимо в табл. 2.

Таблиця 2

Результати побудови нечітких інтервалів виробництва продовольства по Волині, тис. т

Відсортовані вхідні дані за 1990, 1995-2003 роки										
Товар 1	Товар 2	Товар 3	Товар 4	Товар 5	Товар 6	Товар 7	Товар 8	Товар 9	Товар 10	Сума
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12,3	3,0	4,0	8,2	1,3	67,8	63,5	39,9	3,9	1,8	–
12,5	3,1	4,0	9,4	1,5	67,9	70,3	41,5	4,3	2,1	–
13,2	4,0	4,0	9,7	1,5	70,5	74,8	42,7	4,3	2,7	–
13,6	4,7	4,7	12,4	1,7	71,0	83,0	44,5	4,6	2,8	–
16,1	4,7	4,8	15,8	2,0	76,4	84,1	45,4	5,4	4,5	–
16,2	6,7	5,7	22,9	3,2	77,8	84,7	45,7	6,0	5,2	–
20,9	12,1	6,3	25,2	5,9	81,5	90,6	49,2	7,1	6,2	–
21,8	13,5	6,3	27,8	6,0	103,3	112,9	49,3	7,4	6,4	–
23,1	13,8	7,1	32,8	6,2	221,0	136,4	59,5	8,2	7,0	–
61,8	16,7	18,3	106,0	6,4	223,2	271,2	184,2	15,7	10,4	–
Нечіткі інтервали на 2004 рік										
13,2	4,0	4,0	9,7	1,5	70,5	74,8	42,7	4,3	2,7	227,4
21,8	13,5	6,3	27,8	6,0	103,3	112,9	49,3	7,4	6,4	354,7
0,9	1,0	0,0	1,5	0,2	2,7	11,3	2,8	0,4	0,9	21,7
40,0	3,2	12,0	78,2	0,4	119,9	158,3	134,9	8,3	4,0	559,2

Фактичні дані за 2004 рік та попадання в межі інтервалів										
19,8	17,0	3,7	37,1	8,7	181,2	78,1	48,7	11,0	9,9	415,2
оптим.	–	–	песим.	–	песим.	оптим.	оптим.	песим.	песим.	песим.
Відсортовані вхідні дані за 1990, 1995-2004 роки										
12,3	3,0	3,7	8,2	1,3	67,8	63,5	39,9	3,9	1,8	–
12,5	3,1	4,0	9,4	1,5	67,9	70,3	41,5	4,3	2,1	–
13,2	4,0	4,0	9,7	1,5	70,5	74,8	42,7	4,3	2,7	–
13,6	4,7	4,0	12,4	1,7	71,0	78,1	44,5	4,6	2,8	–
16,1	4,7	4,7	15,8	2,0	76,4	83,0	45,4	5,4	4,5	–
16,2	6,7	4,8	22,9	3,2	77,8	84,1	45,7	6,0	5,2	–
19,8	12,1	5,7	25,2	5,9	81,5	84,7	48,7	7,1	6,2	–
20,9	13,5	6,3	27,8	6,0	103,3	90,6	49,2	7,4	6,4	–
21,8	13,8	6,3	32,8	6,2	181,2	112,9	49,3	8,2	7,0	–
23,1	16,7	7,1	37,1	6,4	221,0	136,4	59,5	11,0	9,9	–
61,8	17,0	18,3	106,0	8,7	223,2	271,2	184,2	15,7	10,4	–
Нечіткі інтервали на 2005 рік										
13,6	4,7	4,0	12,4	1,7	71,0	78,1	44,5	4,6	2,8	237,4
20,9	13,5	6,3	27,8	6,0	103,3	90,6	49,2	7,4	6,4	331,4
1,3	1,7	0,3	4,2	0,4	3,2	14,6	4,6	0,7	1,0	32,0
40,9	3,5	12,0	78,2	2,7	119,9	180,6	135,0	8,3	4,0	585,1
Фактичні дані за 2005 рік та попадання в межі інтервалів										
22,2	13,9	4,3	40,9	8,5	198,7	72,3	46,6	8,5	10,2	426,1
песим.	песим.	оптим.	песим.	песим.	песим.	песим.	оптим.	песим.	песим.	песим.
Відсортовані вхідні дані за 1990, 1995-2005 роки										
12,3	3,0	3,7	8,2	1,3	67,8	63,5	39,9	3,9	1,8	–
12,5	3,1	4,0	9,4	1,5	67,9	70,3	41,5	4,3	2,1	–
13,2	4,0	4,0	9,7	1,5	70,5	72,3	42,7	4,3	2,7	–
13,6	4,7	4,0	12,4	1,7	71,0	74,8	44,5	4,6	2,8	–
16,1	4,7	4,3	15,8	2,0	76,4	78,1	45,4	5,4	4,5	–
16,2	6,7	4,7	22,9	3,2	77,8	83,0	45,7	6,0	5,2	–
19,8	12,1	4,8	25,2	5,9	81,5	84,1	46,6	7,1	6,2	–
20,9	13,5	5,7	27,8	6,0	103,3	84,7	48,7	7,4	6,4	–
21,8	13,8	6,3	32,8	6,2	181,2	90,6	49,2	8,2	7,0	–
22,2	13,9	6,3	37,1	6,4	198,7	112,9	49,3	8,5	9,9	–
23,1	16,7	7,1	40,9	8,5	221,0	136,4	59,5	11,0	10,2	–
61,8	17,0	18,3	106,0	8,7	223,2	271,2	184,2	15,7	10,4	–
Нечіткі інтервали на 2006 рік										
13,6	4,7	4,0	12,4	1,7	71,0	74,8	44,5	4,6	2,8	234,1
21,8	13,8	6,3	32,8	6,2	181,2	90,6	49,2	8,2	7,0	417,1
1,3	1,7	0,3	4,2	0,4	3,2	11,3	4,6	0,7	1,0	28,7
40,0	3,2	12,0	73,2	2,5	42,0	180,6	135,0	7,5	3,4	499,4
Фактичні дані за 2006 рік та попадання в межі інтервалів										
26,8	15,1	4,3	24,6	5,5	113,5	58,6	46,5	8,3	10,2	313,4
песим.	песим.	оптим.	оптим.	оптим.	оптим.	–	оптим.	песим.	песим.	оптим.
Відсортовані вхідні дані за 1990, 1995-2006 роки										
12,3	3,0	3,7	8,2	1,3	67,8	58,6	39,9	3,9	1,8	–
12,5	3,1	4,0	9,4	1,5	67,9	63,5	41,5	4,3	2,1	–
13,2	4,0	4,0	9,7	1,5	70,5	70,3	42,7	4,3	2,7	–
13,6	4,7	4,0	12,4	1,7	71,0	72,3	44,5	4,6	2,8	–
16,1	4,7	4,3	15,8	2,0	76,4	74,8	45,4	5,4	4,5	–
16,2	6,7	4,3	22,9	3,2	77,8	78,1	45,7	6,0	5,2	–
19,8	12,1	4,7	24,6	5,5	81,5	83,0	46,5	7,1	6,2	–
20,9	13,5	4,8	25,2	5,9	103,3	84,1	46,6	7,4	6,4	–

21,8	13,8	5,7	27,8	6,0	113,5	84,7	48,7	8,2	7,0	–
22,2	13,9	6,3	32,8	6,2	181,2	90,6	49,2	8,3	9,9	–
23,1	15,1	6,3	37,1	6,4	198,7	112,9	49,3	8,5	10,2	–
26,8	16,7	7,1	40,9	8,5	221,0	136,4	59,5	11,0	10,2	–
61,8	17,0	18,3	106,0	8,7	223,2	271,2	184,2	15,7	10,4	–
Нечіткі інтервали на 2007 рік										
13,6	4,7	4,0	12,4	1,7	71,0	72,3	44,5	4,6	2,8	231,6
22,2	13,9	6,3	32,8	6,2	181,2	90,6	49,2	8,3	9,9	420,6
1,3	1,7	0,3	4,2	0,4	3,2	13,7	4,6	0,7	1,0	31,1
39,6	3,1	12,0	73,2	2,5	42,0	180,6	135,0	7,4	0,5	495,9

Отримані дані свідчать про те, що:

– по регіону у 2004 році в межі побудованих нечітких інтервалів попали 7 показників випуску продуктів харчування, причому 3 з них – в межі оптимістичних і 4 – песимістичних; за межі нечітких інтервалів попали 3 показники, що пов'язане зі зростанням виробництва ковбасних виробів та жирних сирів і спаданням випуску тваринного масла; загальний показник виробництва продовольства попав в межі песимістичного інтервалу;

– у 2005 році в межі побудованих нечітких інтервалів попали усі показники, причому 2 з них – в межі оптимістичних і 8 – песимістичних; загальний показник випуску продовольчих товарів попав в межі песимістичного інтервалу;

– у 2006 році в межі побудованих нечітких інтервалів попали 9 показників, причому 5 з них – в межі оптимістичних і 4 – песимістичних; за межі нечіткого інтервалу попав 1 показник, що пов'язане зі зменшенням виробництва борошна; загальний показник випуску продовольства попав в межі оптимістичного інтервалу.

Як бачимо, отримані нечіткі інтервали достатньо добре описують показники виробництва основних продуктів харчування.

Нечіткі інтервали обсягів випуску продовольчих товарів по Україні / Волині на 2007 рік зобразимо за допомогою таких четвірок:

<i>товар</i> ₁	(420; 760; 88; 1950),	(13,6; 22,2; 1,3; 39,6),
<i>товар</i> ₂	(175; 301; 20; 599),	(4,7; 13,9; 1,7; 3,1),
<i>товар</i> ₃	(116; 158; 12; 286),	(4; 6,3; 0,3; 12),
<i>товар</i> ₄	(700; 1309; 38; 5123),	(12,4; 32,8; 4,2; 73,2),
<i>товар</i> ₅	(59; 184; 12,7; 90),	(1,7; 6,2; 0,4; 2,5),
<i>товар</i> ₆	(1947; 2592; 326; 4199),	(71; 181,2; 3,2; 42),
<i>товар</i> ₇	(2948; 4320; 293; 3351),	(72,3; 90,6; 13,7; 180,6),
<i>товар</i> ₈	(2358; 3060; 207; 3641),	(44,5; 49,2; 4,6; 135),
<i>товар</i> ₉	(401; 732; 118; 379),	(4,6; 8,3; 0,7; 7,4),
<i>товар</i> ₁₀	(107; 165; 7,3; 195),	(2,8; 9,9; 1; 0,5).

А загальний випуск продовольства по Україні є сумою попередніх десяти четвірок:

$$S = (420; 760; 88; 1950) \oplus (175; 301; 20; 599) \oplus (116; 158; 12; 286) \oplus (700; 1309; 38; 5123) \oplus (59; 184; 12,7; 90) \oplus (1947; 2592; 326; 4199) \oplus (2948; 4320; 293; 3351) \oplus (2358; 3060; 207; 3641) \oplus (401; 732; 118; 379) \oplus (107; 165; 7,3; 195) = (9231; 13581; 1122; 19813).$$

Графічно отриманий нечіткий інтервал зобразимо на рис. 1.

З нього видно, що найбільш імовірним у наступні роки є загальне виробництво основних продуктів харчування в межах від 9231 до 13581 тис. т. У будь-якому випадку воно не може опуститися нижче 8109 тис. т (9231 – 1122) чи піднятися вище 33394 тис. т (13581 + 19813).

А загальне виробництво продовольства по Волині є сумою інших десяти четвірок:

$$S = (13,6; 22,2; 1,3; 39,6) \oplus (4,7; 13,9; 1,7; 3,1) \oplus (4; 6,3; 0,3; 12) \oplus (12,4; 32,8; 4,2; 73,2) \oplus (1,7; 6,2; 0,4; 2,5) \oplus (71; 181,2; 3,2; 42) \oplus (72,3; 90,6; 13,7; 180,6) \oplus (44,5; 49,2; 4,6; 135) \oplus (4,6; 8,3; 0,7; 7,4) \oplus (2,8; 9,9; 1; 0,5) = (231,6; 420,6; 31,1; 495,9).$$

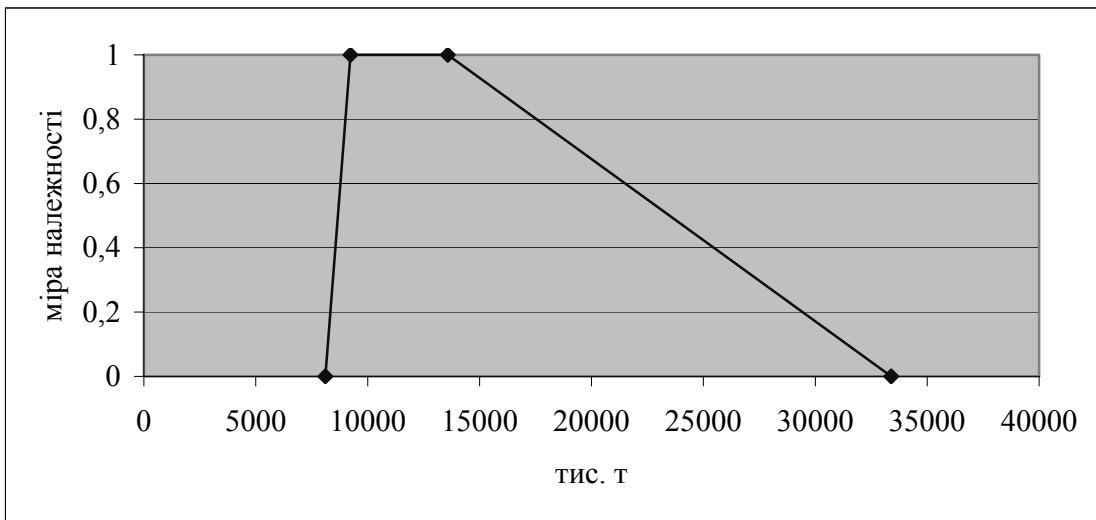


Рис. 1. Нечіткий інтервал загального виробництва продовольства по Україні

Графічно отриманий нечіткий інтервал зобразимо на рис. 2.

З нього видно, що найбільш імовірним у наступні роки є загальний випуск основних продуктів харчування в межах від 231,6 до 420,6 тис. т. У будь-якому випадку він не може опуститися нижче 200,5 тис. т $(231,6 - 31,1)$ чи піднятися вище 916,5 тис. т $(420,6 + 495,9)$.

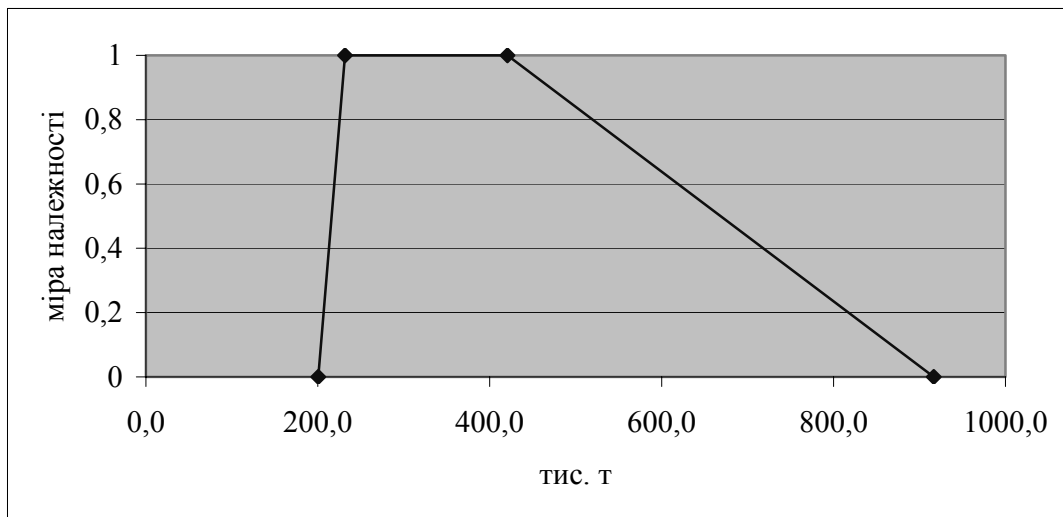


Рис. 2. Нечіткий інтервал загального виробництва продовольства по Волині

Висновки і перспективи подальших досліджень. У результаті проведеного дослідження можна зробити такі висновки:

- найбільш імовірним у майбутньому є виробництво по країні від 420 до 760 тис. т м'яса (включаючи субпродукти 1-ї категорії); від 175 до 301 тис. т ковбасних виробів; від 116 до 158 тис. т тваринного масла; від 700 до 1309 тис. т продукції з незбираного молока (у перерахунку на молоко); від 59 до 184 тис. т жирних сирів (включаючи бринзу); від 1947 до 2592 тис. т цукру-піску; від 2948 до 4320 тис. т борошна; від 2358 до 3060 тис. т хліба і хлібобулочних виробів; від 401 до 732 тис. т кондитерських виробів; від 107 до 165 тис. т макаронних виробів;

- найімовірніший випуск по регіону становитиме від 13,6 до 22,2 тис. т м'яса (включаючи субпродукти 1-ї категорії); від 4,7 до 13,9 тис. т ковбасних виробів; від 4 до 6,3 тис. т тваринного масла; від 12,4 до 32,8 тис. т продукції з незбираного молока (у перерахунку на молоко); від 1,7 до 6,2 тис. т жирних сирів (включаючи бринзу); від 71 до 181,2 тис. т цукру-піску; від 72,3 до 90,6 тис. т борошна; від 44,5 до 49,2 тис. т хліба і хлібобулочних виробів; від 4,6 до 8,3 тис. т кондитерських виробів; від 2,8 до 9,9 тис. т макаронних виробів;

- отримані нечіткі інтервали достатньо добре описують показники виробництва основних продуктів харчування.

1. Артеменко Л. Б., Захаревич О. І., Ковальчик О. А. Використання теорії нечітких множин при оцінці витрат на ремонт автошляхів // Проблеми економічної кібернетики: Тези доп. XII Всеукр. наук.-метод. конф. Львів, 3–5 жовт. 2007 р.– Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2007.– С. 19–20.
2. Вовк В. М. Алгоритмізація пошуку рішень і формалізація нечітких умов // Проблеми економічної кібернетики: Тези доп. XII Всеукр. наук.-метод. конф. Львів, 3–5 жовт. 2007 р.– Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2007.– С. 33–34.
3. Вовк В. М. Математичні методи дослідження операцій в економіко-виробничих системах: Монографія.– Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2007.– 584 с.
4. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений: Пер. с англ.– М.: Мир, 1976.– 168 с.
5. Зайцев С. І., Зайцева Н. М. Нечітко-множинна модель оцінки рівня фінансової стійкості підприємства // Проблеми економічної кібернетики: Тези доп. XII Всеукр. наук.-метод. конф. Львів, 3–5 жовт. 2007 р.– Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2007.– С. 47–49.
6. Зайченко Ю. П. Исследование операций.– 3-е изд., перераб. и доп.– К.: Вища школа, 1988.– 552 с.
7. Матвійчук А. В. Аналіз і управління економічним ризиком: Навч. посіб.– К.: ЦНЛ, 2005.– 224 с.
8. Матвійчук А. В. Аналіз та прогнозування розвитку фінансово-економічних систем із використанням теорії нечіткої логіки: Монографія.– К.: ЦНЛ, 2005.– 206 с.
9. Мица Н. В. Прогнозування прибутку підприємств грального бізнесу на основі нечіткої логіки // Наук. записки Острозької академії. Серія “Економіка”.– Острог: Вид-во “Острозька акад.”.– 2003.– Вип. 5.– С. 179–184.
10. Приймак В. І. Моніторинг регіонального ринку праці за умов неповноти
11. первинної інформації // Регіональна економіка.– 2006.– № 2.– С. 98–107.
12. Скляр А. А., Рогоза М. Є. Система інформаційного забезпечення стратегічного управління, побудована на апараті нечіткої логіки // Проблеми економічної кібернетики: Тези доп. XII Всеукр. наук.-метод. конф. Львів, 3–5 жовт. 2007 р.– Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2007.– С. 242–243.
13. Сявавко М. Застосування нечітких мір та інтегралів для розв’язання слабо структурованих задач економіки // Вісн. Львів. ун-ту. Серія економічна.– Львів: ЛНУ ім. Івана Франка.– 2007.– Вип. 37 (2).– С. 46–58.
14. Сявавко М. С., Рибицька О. М. Моделювання за умов невизначеності.– Л.: НВФ “Українські технології”, 2000.– 320 с.
15. Цицак В. Моделювання виробничої програми підприємства за умов нечіткого попиту на продукцію // Вісн. Львів. ун-ту. Серія економічна.– Львів: ЛНУ ім. Івана Франка.– 2007.– Вип. 37 (2).– С. 390–397.
16. Цицак В. Нечіткий підхід до моделювання гнучких обмежень попиту на продукцію у задачі пошуку оптимального плану виробництва // Нові обрії економічної науки: Матеріали міжнар. наук. студ.-асп. конф. Львів, 11–12 трав. 2007 р.– Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2007.– С. 262–263.
17. Агарова І., Агаров С., Solyanichenko M. Public service quality evaluation by methods of fuzzy logic. Conception // Сучасний стан та проблеми інноваційного розвитку держави: Матеріали міжнар. наук.-практ. конф. Тези доп. Луцьк, 6–7 жовт. 2006 р.– Луцьк: РВВ “Вежа”, 2006.– С. 316–318.

A PRODUCTION OF GOODS IN FOOD RETAIL INDUSTRY OF UKRAINE: PROGNOSTICATION BY FUZZY SETS

O. Totzka

Volyn National University named after Lesya Ukrainka

In the article an author forecasts the production of basic food stuffs in Ukraine on national and regional (Volyn area) levels by the theory of fuzzy sets. For every food commodity an unclear interval is determined as a trapezoid. The optimistic estimation of intervals settles on the basis of the algorithm developed an author.

Keywords: production of goods, food retail industry, prognostication, fuzzy sets, optimistic estimation.