

УДК 519.866

МОДЕЛЮВАННЯ ПЛАВАЮЧИХ ГРАНИЧНИХ ЗНИЖОК ЦІНОВОЇ ФУНКЦІЇ ЗА МЕТОДОМ ІНТЕРПОЛЯЦІЇ

Мошенська А.В.

Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана

В статті проаналізовані цінові знижки при переході від роздрібної ціни до базової і від базової до оптової. Аналітично знижки представлені у вигляді цінової функції та відповідній їй функції виручки. Встановлені інтервали в області граничних знижок та інтерполяція функцій для усунення розривів функцій, що дає можливість встановити плаваючу цінову знижку для просування продукції.

Ключові слова: функція цінових знижок, інтервали граничних знижок, функція виручки.

Постановка проблеми. Розглянемо Метал-Холдинг – лідера на українському ринку металопрокату, в якому завдяки налагодженому механізму поставок і ретельному контролю якості металопрокату, всі споживачі залишаються повністю задоволеними вигідністю співробітництва, причому вартість металоконструкцій відповідає стандартам якості (їх функціональним характеристикам і довговічності). У компанії розроблена спеціальна система знижок, що враховує обсяги закупівель кожного клієнта, його індивідуальні потреби, специфіку і рід діяльності. Наприклад, придбати арматуру в Києві за низькими цінами забезпечує інтерес з боку різних категорій замовників.

Існує дилема з покупки та продажу металовиробів в межах інтервалів граничних знижок – це двостороння збитковість.

Разом з тим при вивченні збуту продукції виокремлюється проблема, пов'язана із продажами продукції в області цінової знижки, запропонованої прайс-листом. Тому проблема встановлення плаваючої цінової знижки на деякому ваговому інтервалі при підході до існуючої цінової знижки зліва і справа являється актуальною.

Аналіз основних джерел. Стосовно моделювання ефекту ціни просування, то основною властивістю ціноутворення на сучасних ринках, наприклад з продажу металу є те, що роздрібні торговці мають прайс-лист і часто з різних причин вони надають знижки від цих цін [1]. Таким чином, стратегії ціноутворення мають дві компоненти [2, 3]:

– компонента прайс-листа, який показує як бренд в основному позиціонується по ціні щодо інших брендів;

– компонента ціни просування, яка показує тимчасові зниження від цього прайс-листа (Рис. 1).

Так, моделі відгуку на ціноутворення мають включати обидва цих компонента для коректного визначення і повного опису всіх ефектів ціноутворення.

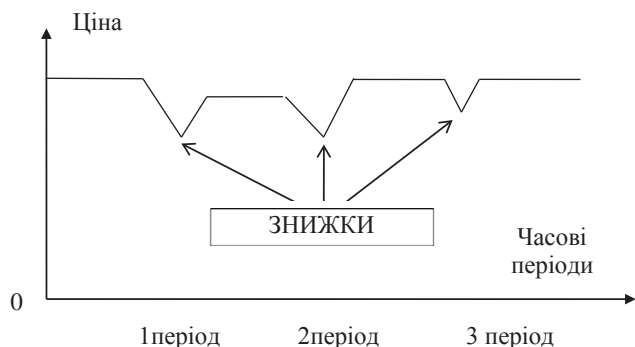


Рис. 1. Ефект ціни просування

Отже, для повного опису ефекту ціни просування, слід використовувати дві незалежні змінні для

ціни замість однієї: одна змінна повинна представляти ціну з прайс-листа бренду, інша – ціну просування бренду [4]. Постає питання ціноутворення при просування, орієнтуючись на прайс-лист. Наприклад, на зарубіжних ринках в наш час, фірми в основному тримають ціну прайс-листа протягом тривалого періоду часу, але іноді знижують ціну, влаштувавши розпродажі чи знижки [5]. Таким чином, в зарубіжній економічній літературі визначається ціна прайс-листа як постійна ціна підприємства для певного часового періоду [6].

Постановка задачі. Розглянемо процес моделювання ефектів ціни просування та контрольної ціни. Інтерес представляє тимчасова ціна для покупця зі знижкою, яку реально надають менеджери з продажу на підприємстві. Тут проявиться ефект від знижок відносно до тимчасових базисних цін. Як правило визначають знижку, що допустима в даний часовий період, як ціну нижчу, ніж за прайс-листом. Цінова знижка – це частина ціни товару, яку можуть впроваджувати підприємства-виробники з метою стимулювання і зацікавлення підприємств-реалізаторів продавати продукцію.

Отже, підприємство при підході до цінової знижки зліва не отримує бажаний прибуток, хоча проходить компенсування за рахунок підняття продажів при підході до цінової знижки справа. Знаючи проблему, що покупець намагається перейти в інший тип ціни (з роздрібною в базову і з базовою в оптову), його намагаються утримати в ціновому інтервалі при підході до цінової знижки зліва, пропонуючи індивідуальні знижки (постійний партнер, налагоджені поставки і т.п.). Ці індивідуальні знижки вирішуються суб'єктивно без методичних рекомендацій і побудовані більше на інтуїції менеджера з продажу та узгодження з керівництвом підприємства.

Отже, необхідно встановлювати плаваючі знижки в околі граничних.

Виклад основного матеріалу. Функція цінових знижок (1) або цінова функція – кусково-неперервна і має два розриви 1-го роду неусувних в точках $x_1 = 500$ кг, $x_2 = 3000$ кг типу стрибка, причому величина стрибків визначається, як: в точці $x_1 = 500$ кг А-В, а в точці $x_2 = 3000$ кг В-С. Представимо графічно функцію, – відклавши по осі ОХ вагу (кг), а по осі ОУ – ціну за т металопродукції (Рис. 1).

З Рис. 5 видно, що на кожному з інтервалів $[1; x_1) = [1, 500)$, $[x_1; x_2) = [500, 3000)$ $x \in [x_2, N) = [3000, N]$ відповідно пропонуються ціни А (роздрібна ціна), В (базова ціна), С (оптова ціна), причому $A > B > C$.

Зауважимо, що число N на Рис. 1 – максимально можлива закупка металу, що виходить за межі 3000 кг. При покупці металовиробів покупець заплатить ціну, що складається із добутку функції цінової функції на ціну x. Цю функцію будемо називати функцією виручки $V(x)$.

В Табл. 1 представлено порівняння роздрібної та базової цін для металовиробу Арматура 8.

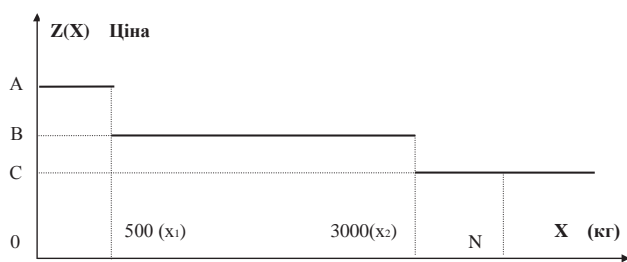


Рис. 1. Графік цінової функції з продажу металу

Роздрібна ціна за 476 кг майже така сама, як і базова ціна за 500 кг (межа знижки), а роздрібна ціна за 499 кг майже така сама як і базова ціна за 524 кг. В той же час базова ціна за 2941 кг майже така сама, як і оптова ціна за 30360 кг (межа знижки), а базова ціна за 30975 кг майже така сама як і оптова ціна за 3061 кг. Таким чином, існують відрізки в околі граничних знижок, які визначають інтервали $(x_1 - \alpha; x_1 + \alpha)$ і $(x_2 - \beta; x_2 + \beta)$. Визначимо значення і для одержання інтервалів граничних знижок. Отже, отримано інтервали граничних знижок при переході від роздрібної ціни до базової та при переході від базової ціни до оптової у вигляді:

Таблиця 1

Порівняння роздрібної та базової цін для металовиробу Арматура 8

Об'єм (кг)	Ціна роздрібна	Об'єм (кг)	Ціна базова	Об'єм (кг)	Ціна базова	Об'єм (кг)	Ціна оптова
470	5094,8	500	5162,5	2940	30355,5	3000	30360
475	5149	501	5172,825	2941	30365,83	3001	30370,12
476	5159,84	502	5183,15	2945	30407,13	3005	30410,6
477	5170,68	503	5193,475	2950	30458,75	3010	30461,2
478	5181,52	504	5203,8	2955	30510,38	3015	30511,8
479	5192,36	505	5214,125	2960	30562	3029	30653,48
480	5203,2	510	5265,75	2965	30613,63	3025	30613
481	5214,04	515	5317,375	2970	30665,25	3030	30663,6
482	5224,88	516	5327,7	2975	30716,88	3035	30714,2
483	5235,72	517	5338,025	2980	30768,5	3040	30764,8
484	5246,56	518	5348,35	2985	30820,13	3045	30815,4
485	5257,4	519	5358,675	2990	30871,75	3050	30866
490	5311,6	520	5369	2995	30923,38	3055	30916,6
495	5365,8	521	5379,325	2996	30933,7	3060	30967,2
496	5376,64	522	5389,65	2997	30944,03	3061	30977,32
497	5387,48	523	5399,975	2998	30954,35	3062	30987,44
498	5398,32	524	5410,3	2999	30964,68	3063	30997,56
499	5409,16	525	5420,625	3000	30975	3064	31007,68

Таблиця 2

Інтервали граничних знижок для металовиробів

№	Назва товару (номер міри)	інтервали граничних знижок при переході від роздрібної ціни до базової ціни	інтервали граничних знижок при переході від базової ціни до оптової ціни
		$(x_1 - \alpha; x_1 + \alpha) = \left(\frac{Bx_1}{A}, \frac{Ax_1}{B} \right)$	$(x_2 - \beta; x_2 + \beta) = \left(\frac{Cx_2}{B}, \frac{Bx_2}{C} \right)$
1	Арматура 8	(476,2454;524,9395)	(2940,436;3060,771)
2	Арматура 10	(476,1684;525,0243)	(2940,233;3060,982)
3	Арматура 10 2/3/4	(476,2817;524,8994)	(2939,638;3061,602)
4	Арматура 12,14,16	(476,1682;525,0245)	(2939,647;3061,592)
5	Арматура 18	(476,0788;525,1232)	(2939,409;3061,84)
6	Арматура 20, 22, 25, 28,32	(476,0788;525,1232)	(2939,409;3061,84)
7	Арматура 36	(476,2891;524,8913)	(2940,551;3060,651)
8	Балка 10	(476,2556;524,9283)	(2939,742;3061,493)
9	Балка 12 (ІРЕ)	(476,1171;525,0809)	(2939,806;3061,427)
10	Балка 14,16,18,20	(476,2312;524,9551)	(2939,677;3061,561)
11	Балка 22, 27 ІРЕ	(476,1131;525,0853)	(2939,59;3061,651)
12	Балка 24 (ІРЕ)	(476,1131;525,0853)	(2939,59;3061,651)
13	Балка 24М	(476,2533;524,9307)	(2939,751;3061,484)
14	Балка 30, 36	(476,2203;524,9671)	(2939,882;3061,348)
15	Балка 45	(476,1759;525,016)	(2940,346;3060,864)
16	Балка 45М	(476,1152;525,0831)	(2940,199;3061,017)
17	Балка 50Б1	(476,1755;525,0165)	(2939,763;3061,471)
18	Катанка 6,5	(476,2749;524,9069)	(2939,944;3061,283)
19	Катанка 10	(476,2749;524,9069)	(2939,944;3061,283)
20	Квадрат 8	(476,2759;524,9058)	(2939,724;3061,512)
21	Квадрат 10,12,14,16,20,22	(476,2706;524,9117)	(2939,976;3061,249)

22	Квадрат 40	(476,1829;525,0083)	(2939,98;3061,245)
23	Квадрат 45	(476,1223;525,0752)	(2939,819;3061,412)
24	Квадрат 50	(476,126;525,0711)	(2940,256;3060,958)
25	Квадрат 65	(476,1905;525)	(2939,998;3061,227)
26	Круг 6,8,10,12	(476,1784;525,0133)	(2939,329;3061,923)
27	Круг 14	(476,2316;524,9546)	(2940,109;3061,111)
28	Круг 16 – 32	(476,238;524,9476)	(2939,623;3061,617)
29	Круг 36–80	(476,1538;525,0404)	(2939,418;3061,83)

$$(x_1 - \alpha; x_1 + \alpha) = \left(\frac{Bx_1}{A}, \frac{Ax_1}{B} \right), (x_2 - \beta; x_2 + \beta) = \left(\frac{Cx_2}{B}, \frac{Bx_2}{C} \right) \quad (1)$$

В Табл. 2 представлені інтервали граничних знижок при переході від роздрібної ціни до базової ціни та при переході від базової ціни до оптової ціни для металовиробів.

В Табл. 3 обчислені середні значення коефіцієнтів для інтервалів граничних знижок для металовиробів представлених в Табл. 2.

Таблиця 3

Середні значення коефіцієнтів для інтервалів граничних знижок для металовиробів представлених в Табл. 2

Середні значення коефіцієнтів для інтервалів граничних знижок при переході від роздрібно до базової ціни		Середні значення коефіцієнтів для інтервалів граничних знижок при переході від базової до оптової ціни	
V/A	A/B	C/B	B/C
0,952386	1,049994	0,979952	1,020459

Отже, одержуємо усереднений інтервал граничних знижок при переході від роздрібно до базової ціни та від базової до оптової ціни для металовиробів № 1-29, представлених в Табл. 1:

$$(x_1 - \alpha; x_1 + \alpha) = (0,952386 \cdot x_1; 1,049994 \cdot x_1) = (476,1931; 524,9971)_{(кг)} \quad (2)$$

$$(x_2 - \beta; x_2 + \beta) = (0,979952x_2; 1,020459x_2) = (2939,855; 3061,376)_{(кг)}$$

Менеджери на інтервалах, визначених за формулами (2) фактично проводять суб'єктивну цінову політику, пропонуючи знижку, як постійним клієнтам, в роздрібній або в базовій ціни при підході до граничної знижки, щоб підвищити прибуток підприємства в лівих частинах інтервалів граничних знижок, які як правило підприємство втрачає. Отже, приймаючи нечіткі рішення з покупки та продажу товару в межах інтервалів граничних знижок відповідно покупець і підприємство несуть збитки з обох сторін.

Для знаходження оптимального рішення розглянемо взаємозв'язок двох функцій на одному графіку: функції цінових знижок та функції виручки (Рис. 1). З Рис. 1 видно, що інтервал граничних знижок, який визначено для функції виручки дає можливість перенести його на функцію цінових знижок.

Таким чином, можна визначити точки A_1, B_1, B_2, C_1 , що визначають початки (A_1, B_2) і кінці (B_1, C_1) інтервалів граничних знижок на графіку функції цінових знижок $Z(x)$. На Рис. 1 представлено зв'язок функції цінових знижок та функції виручки, при якому графіки розташовані один під одним і значення ваги співпадають для обох функцій. Вертикальними пунктирними лініями визначаються інтервали граничних знижок, які для функцій ціни та виручки однакові. Трьома крапками на лініях позначені умовно вагові інтервали, які випускаються для стиску рисунка.

На нашу думку для усунення неусувного розриву 1-го роду типу стрибків необхідно зробити плавний перехід від ціни A до ціни B від точки A_1 до точки B_1 – також від ціни B до ціни C від точки B_2

до точки C_1 (пунктирні лінії). Цей плавний перехід буде визначати плаваючу цінову знижку у вигляді неперервної функції.

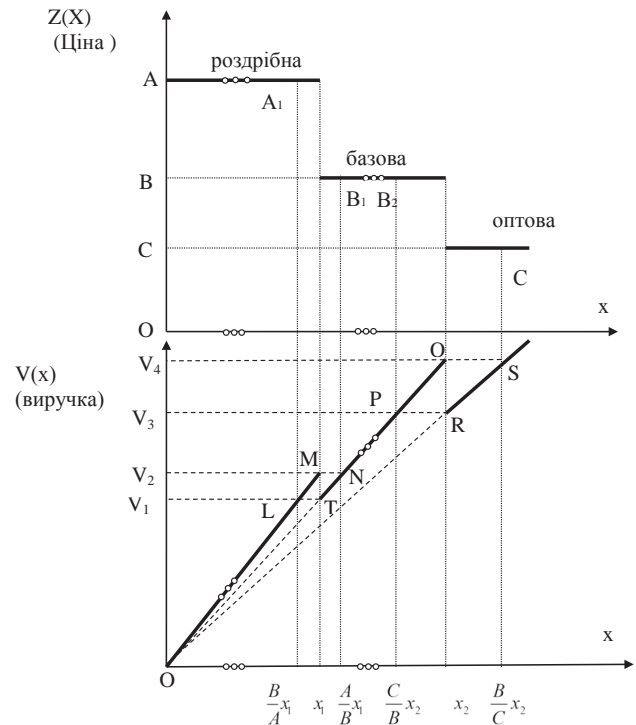


Рис. 1. Зв'язок функції цінових знижок та функції виручки

Постає питання не тільки визначити таку неперервну функцію, а щоб її склеювання на кінцях інтервалу відповідало умовам найкращого склеювання, т. б. повинно виконуватися рівність перших похідних в граничних точках інтервалів граничних знижок.

Виберемо тригонометричне інтерполювання – наближене уявлення 2π -періодичної функції у вигляді тригонометричного полінома (або в комплексній формі), значення якого в заданих точках збігаються з відповідними значеннями функції. Неперервність інтерпольованих функцій при кусковій інтерполяції грає істотну роль, причому неперервність першого порядку по параметру означає, що перші похідні за параметром двох кривих однакові в точці перетину (стикування). В нашому випадку в точках A_1, R_1 і B_2, C_1 буде проведене тригонометричне інтерполювання з подальшим перетворенням для функції виручки в точках L, N і P, S (Рис. 1).

На Рис. 2 представлена інтерполяція плаваючої цінової знижки за тригонометричним інтерполюванням (в даній задачі – по кривій елементарної тригонометричної функції) в області граничної знижки від роздрібно до базової ціни.

В новій системі координат $X_1Y_1O_1$ визначаємо координати центра:

$O_1\left(\frac{B}{A}x_1; \frac{A-B}{2}\right)$, $x_1 = 500$ кг та величину амплітуди: $\frac{A-B}{2}$. Період функції буде дорівнювати $\frac{2\pi}{4 \cdot O_1M} = \frac{\pi}{2 \cdot O_1M}$, де $O_1M = \frac{x_1}{2} \cdot \left(\frac{A}{B} - \frac{B}{A}\right) = \frac{x_1}{2} \cdot \left(\frac{A^2 - B^2}{BA}\right)$.

Отже, період функції дорівнює:

$$\frac{\pi}{2O_1M} = \frac{\pi}{x_1} \cdot \left(\frac{BA}{A^2 - B^2}\right). \quad (3)$$

Остаточно маємо функцію вигляду в системі координат $X_1Y_1O_1$:

$$y = \frac{A-B}{2} \cdot \cos\left(\frac{\pi}{x_1} \cdot \left(\frac{BA}{A^2 - B^2}\right) \cdot x\right). \quad (4)$$

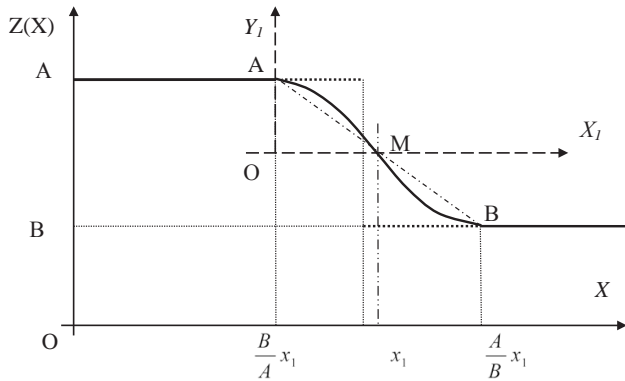


Рис. 2. Інтерполяція плаваючої цінової знижки від роздрібно до базової ціни

За перетворенням паралельного зсуву перейдемо в систему координат OXY :

$$Y_1^* = \frac{A-B}{2} \cdot \cos\left(\frac{\pi}{x_1} \cdot \left(\frac{BA}{A^2 - B^2}\right) \cdot \left(x - \frac{B}{A}x_1\right)\right) + B + \frac{A-B}{2}. \quad (5)$$

Або остаточно одержимо інтерполюючу функцію плаваючої цінової знижки від роздрібно до базової ціни:

$$Y_1^* = \frac{A-B}{2} \cdot \cos\left(\frac{\pi}{x_1} \cdot \left(\frac{BA}{A^2 - B^2}\right) \cdot \left(x - \frac{B}{A}x_1\right)\right) + \frac{A+B}{2}, x \in \left[\frac{B}{A}x_1; \frac{A}{B}x_1\right]. \quad (6)$$

Аналогічно отримана інтерполяція плаваючої цінової знижки по кривій елементарної тригонометричної функції $\cos x$ в області граничної знижки від базової до оптової ціни у вигляді

$$Y_2^* = \frac{B-C}{2} \cos\left(\frac{\pi}{x_2} \cdot \left(\frac{BC}{B^2 - C^2}\right) \cdot \left(x - \frac{C}{B}x_2\right)\right) + \frac{C+B}{2}, x \in \left[\frac{C}{B}x_2; \frac{B}{C}x_2\right]. \quad (7)$$

Розглянемо інтерполюючу функцію виручки, що відповідає плаваючій ціновій знижці від роздрібно до базової ціни:

$$V_1'(x) = \begin{cases} Ax, & x \in \left(0; \frac{B}{A}x_1\right) \\ Y_1'(x) \cdot x = \left(\frac{A-B}{2}\right) \cdot x \cdot \cos\left(\frac{\pi}{x_1} \cdot \left(\frac{BA}{A^2 - B^2}\right) \cdot \left(x - \frac{B}{A}x_1\right)\right) + x \cdot \frac{A+B}{2}, & x \in \left[\frac{B}{A}x_1; \frac{A}{B}x_1\right] \\ Bx, & x \in \left[\frac{A}{B}x_1; N\right]. \end{cases} \quad (8)$$

Виконуються плавні умови стику функцій (рівність перших похідних), що визначаються у наступному вигляді:

$$V_1''(x) = \begin{cases} A, \text{ якщо } & x \in \left(0; \frac{B}{A}x_1\right), \\ B, \text{ якщо } & x \in \left[\frac{A}{B}x_1; N\right]. \end{cases} \quad (9)$$

Таким чином, виконується рівність перших похідних в точках з'єднання двох графіків функцій прямих $y = Ax$, $y = Bx$ та функції, що задана формулою (8).

Графік неперервної інтерполюючої функції виручки $V_1(x)$, що відповідає плаваючій ціновій знижці від роздрібно до базової ціни зображено на Рис. 3.

Аналогічно інтерполююча функція виручки, що відповідає плаваючій ціновій знижці від базової до оптової ціни.

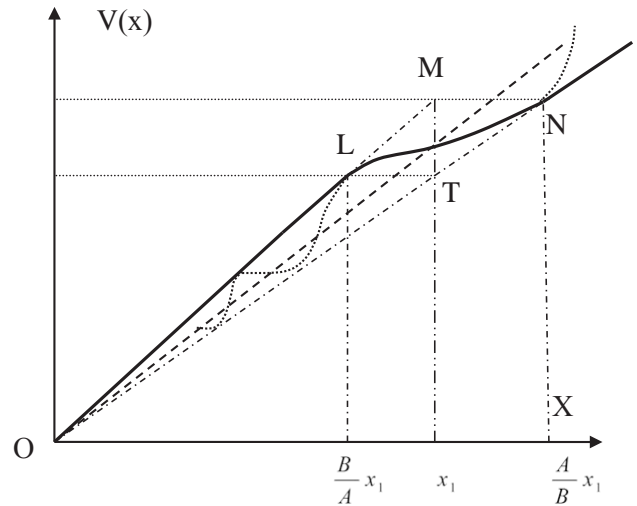


Рис. 3. Інтерполююча функція виручки, що відповідає плаваючій ціновій знижці від роздрібно до базової ціни

$$V_2'(x) = \begin{cases} Bx, & x \in \left(0; \frac{C}{B}x_2\right), \\ Y_2'(x) \cdot x = \left(\frac{B-C}{2}\right) \cdot x \cdot \cos\left(\frac{\pi}{x_2} \cdot \left(\frac{BC}{B^2 - C^2}\right) \cdot \left(x - \frac{C}{B}x_2\right)\right) + x \cdot \frac{C+B}{2}, & x \in \left[\frac{C}{B}x_2; \frac{B}{C}x_2\right] \\ Cx, & x \in \left[\frac{B}{C}x_2; N\right]. \end{cases} \quad (10)$$

Також виконуються плавні умови стику функцій (рівність перших похідних), що визначаються у наступному вигляді:

$$V_2''(x) = \begin{cases} B, \text{ якщо } & x \in \left(0; \frac{C}{B}x_2\right), \\ C, \text{ якщо } & x \in \left[\frac{B}{C}x_2; N\right]. \end{cases} \quad (11)$$

Таким чином, виконується рівність перших похідних в точках з'єднання двох графіків функцій прямих $y = Bx$, $y = Cx$ та функції, що задана формулою (10).

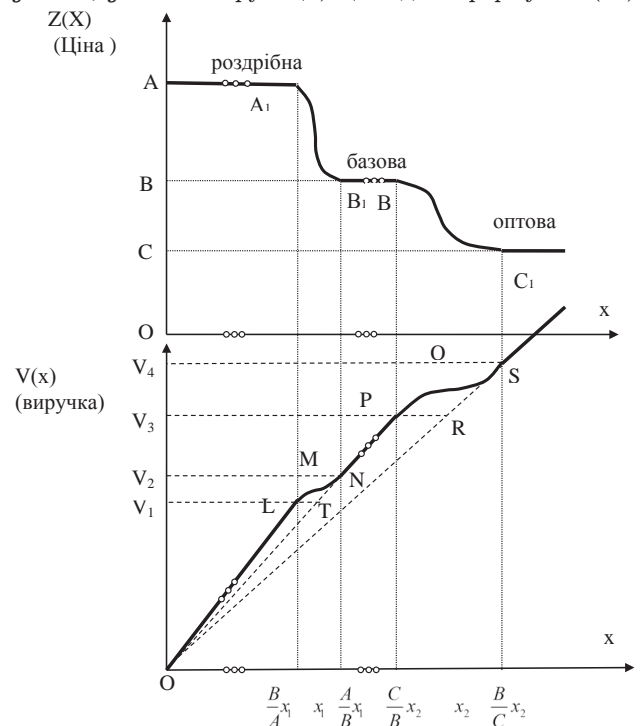


Рис. 4. Зв'язок функції цінових знижок та функції виручки з використанням плаваючої граничної знижки

На Рис. 4 представлено зв'язок інтерполюючих функції цінових знижок та функції виручки з вико-

ристанням плаваючої граничної знижки. Остаточ-но, об'єднавши результати інтерполюючих функцій (8),(10), одержуємо плавний перехід від роздрібної до базової ціни та від базової до оптової ціни з ура-хуванням рівності перших похідних при з'єднанні графіків функцій, що показують формули (9),(11), – уникаючи при цьому розриви 1-го роду неусувні в точках цінових знижок.

Висновки. Отже, проаналізовані цінові зниж-ки при переході від роздрібної ціни до базової і від базової до оптової. Аналітично ці знижки представлені у вигляді цінової функції та від-повідній їх функції виручки. Встановлені інтер-

вали в області граничних знижок при переході від роздрібної ціни до базової і від базової до оптової та вирішена інтерполяція функцій для усунення розривів 1-го роду типу стрибка ціно-вої функції та функції виручки, що дає можли-вість встановити плаваючу цінову знижку для просування продукції.

Таким чином, вирішена проблема встановлення плаваючої цінової знижки на деякому ваговому ін-тервалі при підході до існуючої цінової знижки зліва і справа, що дає можливість усунути суб'єктивний фактор при встановленні менеджером ціни просу-вання продукції підприємства.

Список літератури:

1. Chandy R., Tellis G. J., MacInnis D. & Thaivanich, P. (2001). What to say when: Advertising appeals in evolving markets. *Journal of Marketing Research*, 38, 399–414.
2. Clarke D. G. (1976). Econometric measurement of the duration of advertising effect on sales. *Journal of Marketing Research*, 13, 345–357.
3. Cooper L. G., & Nakanishi M. (1988). *Market share analysis*. Norwell, MA: Kluwer.
4. Guadagni P. & Little J. D. C. (1983). A logit model of brand choice calibrated on scanner data. *Marketing Science*, 2, 203–238.
5. Tellis G. J. (1986). Beyond the many faces of price: An integration of pricing strategies. *Journal of Marketing*, 50, 146–160.
6. Winer R. (1986). A reference price model for demand of frequently purchased goods. *Journal of Consumer Research*, 13, 250–256.

Мошенская А.В.

Киевский национальный экономический университет имени Вадима Гетьмана

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛАВАЮЩИХ ПРЕДЕЛЬНЫХ СКИДОК ЦЕНОВОЙ ФУНКЦИИ МЕТОДОМ ИНТЕРПОЛЯЦИИ

Аннотация

В статье проанализированы ценовые скидки при переходе от розничной цены в базовой и от базовой к оптовой. Аналитически скидки представлены в виде ценовой функции и соответствующей их функции выручки. Установленные интервалы в области предельных скидок и интерполяция функций для устранения разрывов функций, что дает возможность установить плавающую ценовую скидку для продвижения продукции.

Ключевые слова: функция ценовых скидок, интервалы предельных скидок, функция выручки.

Moshenska A.V.

Kyiv National Economic University named after Vadim Hetman

MODELING OF DRIFTING MARGINAL DISCOUNTS OF PRICE FUNCTION THROUGH INTERPOLATION METHOD

Summary

The paper analyzed price discounts during the transition from the retail price to the base and from base to wholesale. Analytical discounts are presented as a function of price and features according to their earnings. The interval is set in marginal discounts and interpolation functions for healing functions, which allows to install a floating price discount for product promotion.

Keywords: feature price discounts, rebates boundary intervals, the function proceeds.