

МОДЕЛЮВАННЯ ОБСЯГІВ РЕАЛІЗАЦІЇ ЗАСОБІВ КОМУНІКАЦІЙНОГО ЗВ'ЯЗКУ

БОЖКО В. П.

доктор технічних наук

КАРАЦЕВА І.Ю.

аспірантка

МАГОМЕДОВА М. М.

магістр

Харків

Сучасний ритм життя змушує бути завжди на зв'язку. Безперечно, мобільний телефон – це незамінний предмет стрімкого розвитку, це засіб зв'язку людини з інформаційним середовищем, це ключ до дверей соціальної активності, саме тому мобільний телефон уже давно не є розкішшю, скоріше він став необхідним елементом нашого повсякденного життя. Але функції цього компактного пристрою аж ніяк не обмежуються прийомом дзвінків і передачею повідомлень. Для багатьох користувачів мобільний телефон виступає дорогим аксесуаром, що підкреслює їхню індивідуальність, за собом підвищення соціального статусу. Модель телефону та його вартість є своєрідним ранговим маркером.

Ринок засобів комунікаційного зв'язку надзвичайно динамічний, на якому споживчі властивості продукту стрімко змінюються і нечітко пов'язані з ціною на продукт. Тому питання моделювання обсягів реалізації засобів комунікаційного зв'язку з урахуванням тенденцій цього ринку є актуальним.

Серед вітчизняних дослідників цієї проблеми слід відзначити С. Карпенка, Н. Наймушину, В. Максимова, Т. Максимову та інших, у працях яких визначено характерні особливості ринку мобільних телефонів, визначено напрямки його розвитку та окреслено стан конкуренції [1].

У даній роботі запропоновано за допомогою регресійного аналізу, який базується на статистичних методах планування експерименту, прогнозувати обсяги реалізації засобів комунікаційного зв'язку. Модель процесу будується у вигляді

$$Y = f(X_1, X_2, X_3), \quad (1)$$

де Y – параметр оптимізації;

X_i – фактори системи.

Правила вибору параметру оптимізації та факторів у економічних задачах детально викладені в [4].

Слід відзначити, що в даній методиці використовуються тільки екстремальні значення факторів (максимальне та мінімальне), що спрощує підготовку та обробку статистичних даних стосовно досліджуваних факторів.

Мета роботи – прогнозування обсягів реалізації засобів комунікаційного зв'язку. Проблема полягає в тому, що без використання обґрунтованої моделі щодо прогнозування продажів, тобто конкретних запланованих параметрів на певний період, неможливо визначити, які асортиментні позиції і в яких обсягах повинні зберігатися на складі для забезпечення стабільної роботи підприємства. Наявність достовірного прогнозу дозволить покращити систему управління запасами, знизити логістичні витрати тощо [2, 3].

Потрібно також відзначити, що прогнозування продажів, особливо торговельного підприємства, має великий вплив як на стабільну роботу самого підприємства, так і його партнерів. Тим паче, що торговий асортимент більшості роздрібних компаній характеризується нерівномірністю замовлень для окремих товарів.

Деякі фактори, які впливають на обсяг реалізації, неможливо оцінити (наприклад, дизайн), тому у роботі у якості параметру оптимізації буде використовуватися не величина обсягів реалізації, а темп їх зростання в залежності від супутніх ризиків, а у якості факторів – відповідні показники, які впливають на продажі.

Факторів, які впливають на обсяги реалізації, – безліч. На зміну деяких факторів покупці реагують більше сильно, на інші – не так істотно. Одне з найскладніших питань у аналізі впливу факторів – це їхній взаємовплив між собою.

Будь-який споживач чутливий до ціни, проте ця чутливість може істотно змінюватися залежно від важливості, що приписується товару, або, навпаки, від нецінових жертв, пов'язаних з придбанням товару. Покупці менш чутливі до ціни, якщо ціна товару складає лише невелику частку їхнього доходу, а також якщо товар викликає певні асоціації з якістю, престижем, ексклюзивністю. Чинники чутливості до ціни впливають на рішення щодо придбання товару конкретної категорії, а також вибору конкретної моделі. У першому випадку мова, наприклад, може йти про вибір між телефонами різних сегментів, а в другому – між телефонами фірм «Apple» і «Samsung» і та ін.

З експертних досліджень витікає, що тільки близько 30% покупців стільникових телефонів регулярно цікавляться поточними цінами на ці моделі і здатні порівняти рівень цін до подорожчання моделей і після подорожчання.

Тому першим фактором, який запропоновано використовувати у моделі, буде зміна питомої ваги вартості телефону у реальній середній заробітній платні.

Значний вплив на обсяги ринку мобільних телефонів, а саме – на складову обсягів ринку, яка пов'язана із заміною застарілих моделей, надає чинник середнього терміну користування телефоном. При зміні телефону

люди, як правило, обирають більш дорогу та функціональну модель, тому зростає середня роздрібна ціна.

Термін користування мобільним телефоном залежить від декількох факторів, а саме:

- ✦ рівень доходів населення – чим вище рівень доходів, тим менше середній термін користування стільниковим телефоном певної моделі;
- ✦ наявність (відсутність) нових технологій на ринку послуг зв'язку та на ринку стільникових телефонів. Наявність нових послуг і програм на ринку цих послуг, які вимагають заміну застарілих моделей (наприклад, 3G), а також значні технологічні прориви (наприклад, у 2003 році поява кольорових дисплеїв) зменшують середній термін користування стільниковим телефоном;
- ✦ загальне сприйняття мобільного телефону споживачем – статус телефону (наприклад, телефон як іміджева річ або телефон як звичайна побутова техніка) та інше.

Не можна не відмітити, що набір споживчих характеристик також має значний вплив на обсяги ринку засобів комунікаційного зв'язку. Для оцінки технічних характеристик телефонів було виділено основні функції, на які звертають увагу покупці при виборі засобу комунікаційного зв'язку для кожного сегменту. За кожним сегментом вибираються максимальні значення функцій, які будуть своєрідним еталоном.

Уся сукупність мобільних телефонів повинна бути певним чином структурована та класифікована, адже питання класифікації мобільних телефонів у науковій літературі залишається відкритим. При цьому основними класифікаційними ознаками слід вважати: ціновий рівень (та співвідносність із ним якості), функціональність апарату, можливість виконувати додаткові завдання, дизайнерське рішення щодо зовнішнього виконання та інше (табл. 1).

Нижче перелічені базові характеристики, які враховувалися при розрахунку інтегрального показника

оцінки технічних характеристик залежно від сегмента: ємність акумулятора (мА*ч); час роботи в режимі очікування (год.); час роботи в режимі розмови (хв.); гучний зв'язок; диктофон; конференц-зв'язок; розмір телефонної книжки та інше.

Запропоновані фактори не є єдино можливими і можуть бути замінені іншими у випадку відповідного обґрунтування.

Методика планування екстремальних експериментів доведена до рівня стандарту і тому може вважатися найбільш об'єктивною для прогнозування економічних процесів, зокрема, обсягів реалізації [4].

Як параметр оптимізації нами обрано темп зростання обсягів реалізації.

Як фактори необхідно вибирати ті, які мають найбільший вплив на параметр оптимізації, крім цього вони повинні задовольняти ряду вимог [4].

У даному випадку факторами запропоновано вибрати такі:

- ✦ темп приросту інтегрального показника оцінки технічних характеристик та сучасних тенденцій (перша група);
- ✦ темп приросту цінового відношення, тобто відношення роздрібною ціни, встановленої у мережі «Галерея мобільного зв'язку», до рекомендованої ціни компаній-виробників мобільних телефонів (друга група);
- ✦ темп приросту коефіцієнта, яким оцінюється якість роботи з товарною масою засобів зв'язку (третья група).

Інтегральний показник оцінки технічних характеристик і сучасних модних тенденцій буде характеризувати ризик зменшення обсягів реалізації в наслідок появи нових моделей.

Темп зростання роздрібною ціни враховує ризик зменшення/зростання продажів через змінювання ціни на продукцію.

Таблиця 1

Характеристика сегментів засобів комунікаційного зв'язку

Сегмент	Характеристика
Початковий	Мінімум функцій, дешевизна, важливі простота у використанні, бажано тривалий час роботи без підзаряджування. Телефони даного сегмента купуються користувачами, для яких потрібні прості і міцні телефони, оскільки простота використання для цих споживачів знаходиться на першому місці
Бізнес	Телефони для прагматичних користувачів, яким необхідні тільки основні функції в телефоні, проте яких не влаштовує функціонал, пропонується у початкових моделях. Наголос робиться на розвинені бізнес-функції (продумана телефонна книга, органайзер, інші офісні функції), можлива наявність Bluetooth, камери початкового рівня
Стиль	Іміджеві телефони з широкими функціональними можливостями: якісною камерою, програвачем аудіо, найчастіше сенсорний екран. Як правило, немоноблочний форм-фактор
Мультимедіа	Телефони з поширеними мультимедіа-функціями. Зокрема, у таких телефонах як до однієї з основних функцій може бути прирівняний або аудіоплеєр (наприклад, серія Walkman від Sony Ericsson), або фотокамера з розширеним функціоналом, що перевищує за можливостями більшість аналогів (наприклад, камерофони від Sony Ericsson), або ж розширені гральні можливості в якомусь вигляді
Преміум	Моделі топ-класу, що характеризуються бездоганною якістю виготовлення, максимальним набором функцій. У цей же сегмент потрапляють всі інноваційні моделі терміналів (наприклад, планшетні пристрої Apple iPad, Samsung Galaxy Tab)

Якість роботи з товарною масою буде характеризувати потенційні втрати продажів через нестачу товарів і через «неоптимальний» розподіл товарів між підприємствами торгівлі.

Для проведення повного факторного експерименту необхідно розрахувати кількість точок плану за формулою:

$$N = 2^k, \quad (2)$$

де N – кількість точок плану;
 k – кількість факторів (у даному випадку – 3);
 2 – кількість рівнів факторів.

Тобто для заданих умов необхідно провести 8 експериментів, а для статистичної достовірності необхідно мати мінімальну вибірку з 24 експериментів. У табл. 2 наведено статистичні дані щодо характеристик телефонів мобільного зв'язку для трьох груп факторів, які обрані для аналізу.

Екстремальні значення факторів для обраних трьох груп наведено у табл. 3.

Для математичного оброблення статистичних даних необхідно розраховувати основний рівень та інтервал варіювання факторів за допомогою формул:

$$X_{i\text{осн}} = \frac{X_{i\text{max}} + X_{i\text{min}}}{2}; \quad (3)$$

$$\Delta X = \frac{X_{i\text{max}} - X_{i\text{min}}}{2}, \quad (4)$$

де $X_{i\text{осн}}$ – основний рівень фактора;
 $X_{i\text{max}}$ – максимальний рівень фактора;
 $X_{i\text{min}}$ – мінімальний рівень фактора;
 ΔX – інтервал варіювання фактора.

Таблиця 3

Межі варіювання факторів відповідно до даних з табл. 2

Фактори та їх граничні межі	Номер групи			
	1	2	3	
Темп приросту інтегрального показника оцінки технічних характеристик	max	-0,02	-0,01	-0,01
	min	-0,16	-0,14	-0,12
Темп приросту цінового відношення	max	0,10	0,12	-0,03
	min	-0,20	-0,13	-0,22
Темп приросту коефіцієнту «якість роботи з товарною масою»	max	0,14	0,10	0,16
	min	-0,26	-0,09	-0,40

Таблиця 2

Статистичні дані щодо факторів, які обрані для аналізу

Номер групи експериментів	Номер точки плану	Найменування моделі мобільного телефону	Темп приросту інтегрального показника оцінки технічних характеристик	Темп приросту цінового відношення	Темп приросту коефіцієнта «якість роботи з товарною масою»
1	1	Nokia C5-03	-0,03	-0,12	0,07
	2	Samsung S5670	-0,07	-0,08	-0,01
	3	LG GX300 DUOS	-0,05	-0,02	0,00
	4	Nokia C2-01	-0,03	-0,03	0,12
	5	Samsung C3510 Corby Pop	-0,04	-0,20	-0,26
	6	Samsung S3850 Corby II	-0,03	-0,10	-0,03
	7	LG P520 DUOS	-0,02	-0,19	-0,09
	8	Nokia 5310	-0,16	0,10	0,14
2	1	Samsung C6712 Star II	-0,01	-0,13	-0,04
	2	Samsung S5670	-0,14	0,06	0,07
	3	SonyEricsson W8 (E16)	-0,02	-0,02	0,10
	4	LG GT540 Optimus	-0,02	-0,12	0,00
	5	Nokia C5-03	-0,03	0,12	0,00
	6	SonyEricsson E15(xperia X8)	-0,03	-0,03	0,00
	7	LG P500	-0,03	-0,03	-0,09
	8	Nokia E5	-0,13	-0,07	0,00
3	1	SonyEricsson U10-AINO	-0,05	-0,14	-0,16
	2	BlackBerry 9300	-0,12	-0,22	-0,08
	3	Samsung S7230	-0,06	-0,21	0,16
	4	HTC A3333 WildFire	-0,12	-0,10	-0,40
	5	Nokia E72 Navi	-0,01	-0,11	0,02
	6	HTC T8585 HD2	-0,09	-0,03	0,14
	7	Samsung P1000 Galaxy Tab	-0,04	-0,05	0,00
	8	Apple iPad 2 64Gb	-0,03	-0,18	-0,04

Оскільки фактори можуть бути неоднорідними і мати різні одиниці виміру, а числа, якими вимірюються значення факторів, мати різний порядок, то під час оброблення експерименту переходять до кодованих значень рівнів факторів: +1 (максимальне значення фактора) і -1 (мінімальне значення фактора), а кодування здійснюється за формулою:

$$\tilde{x}_i = \frac{x_i - X_{i\text{осн}}}{\Delta X}, \quad (5)$$

де \tilde{x}_i – кодоване значення фактора.

Результати обчислень за формулами (3), (4) наведено в *табл. 4*.

Таблиця 4

Вихідні значення факторів

Рівень	Фактори процесу в одиницях виміру		
	Темп приросту інтегрального показника оцінки технічних характеристик	Темп приросту цінового відношення	Темп приросту коефіцієнту «якість роботи з товарною масою»
Верхній	-0,01	0,12	0,16
Нижній	-0,16	-0,22	-0,37
Основний	-0,08	-0,05	-0,11
Інтервал варіювання	0,07	0,17	0,27
Кодоване значення	X_1	X_2	X_3

Математичне оброблення експериментальних даних полягає в побудові повного плану матриці планування, який дає можливість визначити вплив на функцію відгуку не тільки кожного окремого фактора, але і їх комбінацій. Середнє значення параметра оптимізації розраховується за формулою (6) [4].

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{j=1}^m Y_{v,j}}{m}, \quad (6)$$

де $Y_{v,j}$ – дійсне значення параметра оптимізації;
 m – кількість паралельних спостережень в кожній точці плану.

Матриця планування експерименту N = 23

Номер точки плану	Кодовані значення факторів								Дійсне значення функції відгуку			
	x_0	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	$x_1x_2x_3$	Y_1	Y_2	Y_3	\bar{Y}
1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	-0,20	-0,09	-0,22	-0,17
2	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	-0,03	-0,01	-0,02	-0,02
3	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-0,20	-0,09	-0,22	-0,17
4	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	-0,04	-0,01	-0,04	-0,03
5	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	0,11	0,10	0,09	0,10
6	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	0,02	0,01	0,01	0,01
7	1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	-0,22	-0,11	0,60	0,09
8	1	1	1	1	1	1	1	1	-0,03	-0,01	0,06	0,01

У *табл. 5* наведено результати розрахунків експериментального значення параметру оптимізації.

Після складання матриці проводиться етап обробки експериментальних даних. Для перевірки можливості їх використання в процесі подальшої побудови математичної моделі проводять оцінку однорідності дисперсії вимірювання функції відгуку в кожній точці експерименту. Далі перевіряється гіпотеза однорідності дисперсій за критерієм Кохрена. Дисперсії є однорідними, оскільки, експериментальне значення критерію Кохрена $G = 0,4937$, не перевищує табличного значення $G_{кр} = 0,5157$ [4] при заданому рівні значущості $q = 5\%$.

Наступним кроком є визначення коефіцієнтів регресії, для чого, спочатку, необхідно встановити вид самого рівняння регресії. Найбільш часто використовується неповне квадратичне рівняння регресії, яке для трьохфакторної системи має вигляд:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_1X_2 + b_5X_1X_3 + b_6X_2X_3 + b_7X_1X_2X_3, \quad (7)$$

де b_i – коефіцієнти регресії;

X_i – фактори;

Y – параметр оптимізації.

Після визначення коефіцієнтів регресії вибирають з них ті, які є значущими, для чого використовується критерій Стьюдента:

$$t_i = \frac{|b_i|}{s(b_i)}, \quad (8)$$

де t_i – критерій Стьюдента;

b_i – розраховані коефіцієнти регресії;

$s(b_i)$ – середньоквадратичне відхилення дисперсії помилки визначення коефіцієнта регресії.

Ці розрахунки наведено в *табл. 6*.

Таблиця 6

Розрахункові значення критерію Стьюдента

t_0	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7
2,16	2,42	-2,24	3,06	-2,22	1,95	-1,40	-1,38

Коефіцієнт b_i є значущим, якщо розрахункове значення більше табличного значення $t_{кр}$. Оскільки для умов даного експерименту $t_{кр} = 2,119$ [4], то коефіцієнти b_5, b_6 та b_7 є незначущими.

Таблиця 5

Отримане рівняння регресії має вигляд:

$$Y = -0,23 + 0,014X_1 - 0,003X_2 + 0,074X_3 - 0,058X_1X_2, \quad (9)$$

Заключним етапом побудови моделі є її перевірка на адекватність реальним процесам за критерієм Фішера.

Використовуючи таблицю критеріїв Фішера [4] при рівні значущості $q = 5\%$, визначається критичне значення $F_{кр} = 3,01$. Оскільки, $F < F_{кр}$ ($F = 1,13$), то модель може вважатися адекватною.

Для переходу до реальних значень факторів використовується формула (5) за допомогою якої рівняння (9) набуває такого вигляду:

$$Y = 0,05T_{пр\ тех.\ хар.} - 0,03T_{пр\ ц} + 0,11T_{пр\ упр\ тов} + 0,08T_{пр\ тех.\ хар.} \times T_{пр\ ц} - 0,018, \quad (10)$$

де $T_{пр\ тех.\ хар.}$ – темп приросту інтегрального показника оцінки технічних характеристик і модних тенденцій;

$T_{пр\ ц}$ – темп приросту цінового відношення;

$T_{пр\ упр\ тов}$ – темп приросту коефіцієнта, за яким оцінюється якість роботи з товарною масою.

ВИСНОВКИ

Запропонована модель дозволяє удосконалити систему товарообігу та управління продажами і замовленнями, що, у свою чергу, суттєво збільшує обсяги

реалізації та відповідно збільшує прибуток. Розроблена модель дозволяє моделювати обсяги реалізації з урахуванням коливань ринку засобів мобільного зв'язку, а саме – зміни цін, дефіциту попиту на продукцію, появи нових більш досконалих моделей та інше. ■

ЛІТЕРАТУРА

1. Максимова Т. Конкуренция на отечественном рынке мобильной связи / Максимова Т., Максимов В. // *Економіст*. – 2010. – № 8. – С. 62 – 65.

2. Кривуля П. В. Адаптация модели Марковица к условиям формирования ассортимента продукции предприятия / П. В. Кривуля // *Прометей. Региональный сб. науч. трудов по экономике*. – Донецк : Юго-Восток, Лтд., 2003. – Вып. 11. – С. 246 – 253.

3. Кривуля П. В. Показники потенційної втрати зиску у оцінці можливого недопродажу товарів / П. В. Кривуля, І. С. Гостева // *Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля*. – 2006. – № 4(98). Ч. 1. – С. 130 – 143.

4. Божко В. П. Методика планування і математичного оброблення факторних експериментів у фінансово-економічних задачах [текст]: навч. посіб. до дипл. та курс. проектування / В. П. Божко, Г. С. Сінько, І. Ю. Карацева. – Х. : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2011. – 51 с.