

УДК 330.322:005.591.6:005.93:347.71

Олефіренко О.М.

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри маркетингу та УД,
Сумський державний університет

МЕТОДИЧНИЙ ІНСТРУМЕНТАРІЙ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИТРАТ НА ЗБУТ ПРОДУКЦІЇ ІННОВАЦІЙНО АКТИВНИХ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ

Статтю присвячено плануванню та оптимізації витрат на збут інноваційної продукції, що дасть змогу посилити конкурентні позиції підприємства на ринку. Для планування витрат на збут запропоновано побудувати економіко-математичну модель, що обґрунтовуватиме зв'язки між досліджуваними показниками та дасть змогу спрогнозувати оптимальні збутові витрати інноваційно активного машинобудівного підприємства, які забезпечать досягнення максимального прибутку в майбутньому. Для цього необхідно реалізувати три блоки дій: сформулювати вимоги до моделі планування витрат на збут інноваційно-активного машинобудівного підприємства; розробити економіко-математичну модель планування оптимального розміру витрат на збут, яка дасть змогу отримати максимальний прибуток; спрогнозувати витрати на збут, попит на продукцію та дохід машинобудівного інноваційно активного підприємства.

Ключові слова: витрати, збут, планування, інновації, оптимізація, підприємство, інструментарій.

МЕТОДИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ОПТИМИЗАЦИИ РАСХОДОВ НА СБЫТ ПРОДУКЦИИ ИННОВАЦИОННО АКТИВНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ УКРАИНЫ

Олефиренко О.М.

Статья посвящена планированию и оптимизации расходов на сбыт инновационной продукции, что позволит усилить конкурентные позиции предприятия на рынке. Для планирования расходов на сбыт предложено построить экономико-математическую модель, обосновывать связи между исследуемыми показателями и спрогнозировать оптимальные сбытовые расходы инновационно активного машиностроительного предприятия, которые обеспечат достижение максимальной прибыли в будущем. Для этого необходимо реализовать три блока действий: сформировать требования к модели планирования расходов на сбыт инновационно активного машиностроительного предприятия; разработать экономико-математическую модель планирования оптимального размера затрат на сбыт, которая позволит получить максимальную прибыль; спрогнозировать расходы на сбыт, спрос на продукцию и доход машиностроительного инновационно активного предприятия.

Ключевые слова: расходы, сбыт, планирование, инновации, оптимизация, предприятие, инструментарий.

METHODOLOGICAL TOOLKIT DEVELOPMENT OF EXPENSES OPTIMIZATION FOR PRODUCTS SALES OF INNOVATION ACTIVE INDUSTRIAL ENTERPRISES OF UKRAINE

Olefrenko O.

The article is devoted to planning and optimization of sales costs of innovation products that will enhance the enterprise competitive position in the market. For planning the sales costs it is proposed to construct economic and mathematical model that will substantiate relations between investigated param-

eters and will allow predicting the optimal sales costs of innovation active machine building enterprise. This will ensure the achievement of maximum profit in the future. It is necessary to implement the following three blocks actions: formation of requirements for model of planning sales costs of innovation active machine building enterprise; developing economic and mathematical model of planning the optimal size of sales costs of innovation active machine building enterprise that will provide the maximum profit; prediction of sales costs, demand for products and profit of machine building innovation active enterprise.

Keywords: costs, sales, planning, innovation, optimization, enterprise, toolkit.

Постановка проблеми. Здійснення ефективної збутової політики машинобудівних інноваційно активних підприємств пов'язане з раціональним процесом її фінансування. Оптимальне визначення витрат на збут інноваційної продукції є першочерговим елементом зростання рентабельності діяльності суб'єкта господарювання та підвищення його конкурентної позиції на ринку. Планування витрат на збут інноваційно активних машинобудівних підприємств повинно базуватися на економічно обґрунтованому та раціонально адаптованому до специфіки діяльності машинобудівних підприємств математичному інструментарії. Це є одним із базових складників загальної концепції маркетингу на підприємстві, мета якої полягає у прийнятті керівництвом виважених рішень на майбутнє виходячи з аналізу теперішнього стану та його факторного середовища. Управлінські рішення повинні формуватися відповідно до певного оптимального значення контрольованого показника, що забезпечуватиме високу прибутковість та ефективний рух грошових потоків, відповідних до потреб власників підприємства.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання управління збутовою діяльністю підприємств висвітлені у працях І.Ф. Лорві [1], Н.В. Майбогіної [2], І.Р. Поліщук [3], А. Шиманської [4] та ін. Питання фінансового забезпечення господарської та інноваційної діяльності промислових підприємств розглянуті в роботах О. Васюренко [5], С.М. Ілляшенка [6], М.І. Крупки [7], Г.І. Чубірки [8] та ін. Однак низка питань щодо фінансового забезпечення збутової діяльності інноваційно активних підприємств залишається невирішеною остаточно.

Постановка завдання. Метою статті є розроблення науково-методичного підходу до планування оптимального значення витрат на збут інноваційно активного машинобудівного підприємства.

Виклад основного матеріалу дослідження. Планування витрат на збут здійснюється на основі прогнозів чинників зовнішнього і внутрішнього середовища підприємства та очікуваних доходів від реалізації інноваційної продукції, а також фінансування цих витрат. У такому разі для планування витрат на збут доцільно побудувати економіко-математичну модель, що обґрунтовуватиме зв'язки між досліджуваними показниками та дасть змогу спрогнозувати оптимальні збутові витрати інноваційно-активного машинобудівного підприємства, які забезпечать досягнення максимального прибутку в майбутньому. Досягнення зазначеної мети вимагає реалізації трьох блоків дій, а саме: 1) формування вимог до моделі планування витрат на збут інноваційно-активного машинобудівного підприємства; 2) розроблення економіко-математичної моделі планування оптимального розміру витрат на збут інноваційно-активного машинобудівного підприємства, яка дасть змогу отримати максимальний прибуток; 3) прогнозування витрат на збут, попиту на продукцію та доходу машинобудівного інноваційно активного підприємства.

У розрізі першого блоку дій – формування вимог до моделі планування витрат на збут – виникає необхідність визначення основних теоретичних аспектів, які повинна враховувати побудована модель: виділити і формально описати найбільш важливі, істотні зв'язки між доходами, витратами підприємства, витратами на збут та попитом на продукцію підприємства; встановити вплив витрат на збут та ефективність діяльності підприємства.

Таким чином, керівництво підприємства, володіючи необхідною статистикою (витрати на збут, кількість і суми договорів на поставки продукції, загальні витрати, доходи тощо), повинно мати можливість визначити оптимальний збутовий бюджет, а на основі нього сформулювати

маркетингову стратегію та планувати подальшу діяльність. Окрім того, варіюючи такими параметрами, як збутові витрати та попит на продукцію підприємства, залежно від періоду особа, яка приймає рішення, повинна мати змогу визначити реакцію клієнтів та, відповідно, отриманий у майбутньому дохід.

Модель планування витрат на збут на основі вхідної інформації (середньої ціни продукції, що виробляється; періоду реалізації; початкового капіталу та обмежень щодо збутових витрат) повинна визначати оптимальні щомісячні витрати на збут, що максимізують дохід підприємства за даний період часу.

Другий блок дій – розроблення економіко-математичної моделі планування витрат на збут продукції інноваційно активного підприємства – включає реалізацію етапів: ідентифікацію змінних і параметрів моделі; дослідження причинно-наслідкових, структурних та функціональних зв'язків між змінними моделі; формалізацію економіко-математичної моделі планування витрат на збут.

Ідентифікація змінних і параметрів моделі передбачає поділ формуючих її показників на вхідні, неконтрольовані та вихідні. Практичну реалізацію запропонованого підходу передбачено провести на основі реальних даних ТОВ «Турбомаш», яке можна віднести до інноваційно активних машинобудівних підприємств, оскільки як сам процес виробництва продукції, так і готова продукція включають інноваційний складник.

Розглянемо основні закономірності розвитку показників характеристики збутової політики ТОВ «Турбомаш»: середня ціна продукції, що виробляється, тобто середня ціна продукції за всією номенклатурою товарів; максимальна частка витрат на збут у загальних витратах підприємства (тобто ймовірне значення обсягу фінансування, яке може встановити підприємство для здійснення збутової політики), %; статутний капітал – цей показник є незмінною величиною та становить 46 250 грн.; прибуток підприємства; загальна сума витрат підприємства; витрати на збут підприємства; кількість запитів на послуги, тобто скільки разів споживачі зверталися до підприємства із запитами щодо продукції, яку воно виробляє, та які не обов'язково закінчувалися завершенням контрактів на виробництво; кількість запитів, що завершилися договорами.

Таким чином, протягом 2010–2012 рр. спостерігаються рівномірні значення показників діяльності ТОВ «Турбомаш» порівняно з наступними періодами. Зокрема, у цей час спостерігаються незначні коливання середньої ціни продукції підприємства, яка становить близько 200 тис. грн., більш чітко різняться дані значення в 2011 р. – від 100 до 400 тис. грн.

Динаміка загальних витрат підприємства є помірно зростаючою, однак обсяг фінансування збутової політики перебуває на невисокому рівні, протягом цього терміну частка витрат на збут становила до 1%, але виняток становлять третій квартал 2010 р. та перший квартал 2012 р., коли цей показник дещо перевищував 3% загальних витрат.

Досліджуючи фінансові результати, отримані підприємством протягом 2010–2012 рр., слід відзначити їх рівномірність, однак низьку прибутковість. Динаміка чистого фінансового результату протягом четвертого кварталу 2011 р. – другого кварталу 2012 р. має від'ємне значення, що пов'язано зі зростанням загальних витрат, зменшенням середньої ціни на продукцію та скороченням витрат у збутовій сфері. Ця ситуація свідчить про неоптимальні витрати, що значно завищують собівартість виробленої продукції та погіршують динаміку її реалізації.

Протягом 2013–2014 рр. спостерігаються різкі зміни в показниках середньої ціни на продукцію, загальних витратах, частки витрат на збут та прибутків в їх структурі. Зокрема, слід відзначити перший квартал 2013 р., протягом якого прослідковується зниження загальних витрат, однак частка витрат на збут за цей період є максимальною – 8,5 %, та зростання середньої ціни продукції, що в підсумку дало змогу отримати найвище значення чистого прибутку за весь період дослідження. У цілому, враховуючи той факт, що кількість запитів на машинобудівну продукцію

ТОВ «Турбомаш», які закінчилися укладанням договорів, коливаються в незначних межах, то результати діяльності підприємства залежать від динаміки цін на продукцію, а також динаміки та структури витрат на виробництво і реалізацію цієї продукції.

У ході побудови моделі всі ці параметри можна змінювати, і користувач, таким чином, впливаючи на систему, може відслідковувати дію тих чи інших факторів на результати моделювання. Неконтрольованими змінними цієї моделі є: політична ситуація в країні; стан економіки країни; ставка за депозитами за кожен місяць. До вихідних змінних належать: оптимальні витрати на збут; попит на продукцію інноваційно активного машинобудівного підприємства; максимальний дохід на продукцію інноваційно активного машинобудівного підприємства. Витрати на збут можна вважати також контрольованою змінною, оскільки її можна змінювати залежно від етапу моделювання.

Перейдемо до реалізації другого етапу другого блоку дій побудови економіко-математичної моделі планування витрат на збут, а саме здійснимо аналіз факторів попиту на продукцію підприємства, побудувавши її функцію:

$$D_i(t) = f(K_i(t), R_i(t), t, D_i(t-1), D_i(t-2)), \quad (1)$$

де $D_i(t)$ – попит на продукцію i -го підприємства – інвестиції в основний капітал промислових підприємств України, млн. грн.; $f(*)$ – функція попиту; $K_i(t)$ – прибуток i -го підприємства; $R_i(t)$ – витрати на збут i -го підприємства.

Враховуючи вищезазначене, дохід i -го підприємства опишемо рівнянням:

$$\begin{aligned} \dot{S}_i(R_i(t)) = & \alpha_0 + \alpha_1 \cdot p_i + \alpha_2 \cdot D_i(K_i(t), R_i(t), t, D_i(t-1), D_i(t-2)) + \\ & + \alpha_3 \cdot ZV_i + \alpha_4 \cdot q_i \end{aligned} \quad (2)$$

де S_i – середній дохід i -го підприємства; p_i – середня ціна продукції, що виробляється; $D_i(t)$, $K_i(t)$, $R_i(t)$ – попит на продукцію i -го підприємства; ZV_i – загальна сума витрат; q_i – співвідношення кількості запитів, що завершилися договорами, до показника кількості запитів на послуги; $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ – константи, параметри регресійного рівняння.

Третій етап реалізації другого блоку дій передбачає формалізацію економіко-математичної моделі щодо планування витрат на збут продукції машинобудівного інноваційно активного підприємства. Для визначення та оптимізації цього показника пропонується така модель. На основі накопиченої статистики було визначено вигляд функції попиту на продукцію ТОВ «Турбомаш». Для моделі обрано функцію виду ряду Фур'є з урахуванням впливу часу.

Перетворення Фур'є буває двох видів: дискретне і безперервне. Безперервне використовується в аналітичних дослідженнях, дискретне застосовується у всіх інших випадках. У нашому випадку має місце не аналітичний вираз функції, а лише набір її значень ряду Фур'є. Перетворення для дискретної функції $H(t)$ можна виразити так:

$$H_i = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} \left(a_k \cdot \cos 2\pi \frac{k \cdot i}{N} + b_k \cdot \sin 2\pi \frac{k \cdot i}{N} \right), \quad (3)$$

де:

$$a_k = \frac{2}{N} \sum_{i=1}^N H_i \cos 2\pi \frac{k \cdot i}{N}, \quad (4)$$

$$b_k = \frac{2}{N} \sum_{i=1}^N H_i \sin 2\pi \frac{k \cdot i}{N}, \quad (5)$$

де k – порядковий номер гармоніки; $i = 1, 2, 3, \dots, N$; N – кількість дискретних значень.

Тригонометрична форма ряду Фур'є матиме такий вигляд (формули 6–8):

$$H_i = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{N/2} A m_k \cdot \cos \left(2\pi \frac{k i}{N} - \varphi_k \right), \quad (6)$$

де Am_k – амплітуда k -ї гармоніки; φ_k – фаза k -ї гармоніки.

$$Am_k = \sqrt{a_k^2 + b_k^2}, \quad (7)$$

$$\varphi_k = \arctg\left(\frac{b_k}{a_k}\right) \quad (8)$$

Отже, функція попиту виду ряду Фур'є з урахуванням впливу часу набуває вигляду:

$$\begin{aligned} D_i(t) &= f(K_i(t), R_i(t), t, D_i(t-1), D_i(t-2)) = \\ &= \beta_0 + \beta_1 \cdot \sin(K_i(t)) + \beta_2 \cdot \cos(K_i(t)) + \beta_3 \cdot \sin(R_i(t)) + \\ &+ \beta_4 \cdot \cos(R_i(t)) + \beta_5 \cdot t + \beta_6 \cdot D_i(t-1) + \beta_7 \cdot D_i(t-2) \end{aligned} \quad (9)$$

де $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7$ – коефіцієнти рівняння; t – індикатор періоду часу дослідження. Лінеаризуючи рівняння, отримуємо:

$$\begin{aligned} D_i(t) &= \beta_0 + \beta_1 \cdot d_1 + \beta_2 \cdot d_2 + \beta_3 \cdot d_3 + \\ &+ \beta_4 \cdot d_4 + \beta_5 \cdot t + \beta_6 \cdot d_5 + \beta_7 \cdot d_6 \end{aligned} \quad (10)$$

де $d_1 = \sin(K_i(t))$, $d_2 = \cos(K_i(t))$, $d_3 = \sin(R_i(t))$, $d_4 = \cos(R_i(t))$, $d_5 = D_i(t-1)$, $d_6 = D_i(t-2)$.

Скориставшись регресійним аналізом, визначимо коефіцієнти $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6, \beta_7$. Для цього визначимо параметри рівняння залежності попиту на продукцію ТОВ «Турбомаш» (інвестицій в основний капітал) від прибутку і витрат на збут, часового фактора та попиту на продукцію у два попередні часові проміжки (табл. 1).

Таблиця 1. Регресійна статистика дослідження залежності попиту на продукцію ТОВ «Турбомаш» від прибутку і витрат на збут, часового фактора та попиту на продукцію

Показник	Коефіцієнти	Стандартна похибка	t-статистика	Нижня 95%	Верхня 95%
Y-перетин	24837,31	7965,88	3,1180	7088,23	42586,40
sinK	5853,20	3603,05	1,6245	-2174,89	13881,28
cosK	6607,93	3720,36	1,7762	-1681,54	14897,40
sinR	-6353,12	2951,87	-2,1522	-12930,30	224,07
cosR	-3948,46	3561,56	-1,1086	-11884,11	3987,18
t	1210,54	662,98	1,8259	-266,68	2687,76
D-1	-0,2541	0,3878	-0,6552	-1,1182	0,6100
D-2	-0,4702	0,2315	-2,0308	-0,9860	0,0457

Функція попиту на продукцію ТОВ «Турбомаш» матиме вигляд:

$$\begin{aligned} D_i(t) &= f(K_i(t), R_i(t), t, D_i(t-1), D_i(t-2)) = \\ &= 24837,31 + 5853,20 \cdot \sin(K_i(t)) + 6607,93 \cdot \cos(K_i(t)) - \\ &- 6353,12 \cdot \sin(R_i(t)) - 3948,46 \cdot \cos(R_i(t)) + 1210,54 \cdot t - \\ &- 0,2541 \cdot D_i(t-1) - 0,4702 \cdot D_i(t-2) \end{aligned} \quad (11)$$

Динаміку доходу ТОВ «Турбомаш» трансформуємо так:

$$\begin{aligned} \dot{S}_i(R_i(t)) &= \alpha_0 + \alpha_1 \cdot p_i + \alpha_2 \cdot D_i(K_i(t), R_i(t), t, D_i(t-1), D_i(t-2)) + \\ &+ \alpha_3 \cdot ZV_i + \alpha_4 \cdot q_i = \\ &\alpha_0 + \alpha_1 \cdot p_i + \alpha_2 \cdot (\beta_0 + \beta_1 \cdot \sin(K_i(t)) + \beta_2 \cdot \cos(K_i(t)) + \beta_3 \cdot \sin(R_i(t)) + \\ &+ \beta_4 \cdot \cos(R_i(t)) + \beta_5 \cdot t + \beta_6 \cdot D_i(t-1) + \beta_7 \cdot D_i(t-2)) + \\ &+ \alpha_3 \cdot ZV_i + \alpha_4 \cdot q_i \end{aligned} \quad (12)$$

Використовуючи вищенаведене рівняння (12), функція доходу матиме вигляд:

$$\begin{aligned} \dot{S}_i(R_i(t)) = & \alpha_0 + \alpha_1 \cdot p_i + \alpha_2 \cdot (24837,31 + 5853,20 \cdot \sin(K_i(t)) + \\ & + 6607,93 \cdot \cos(K_i(t)) - 6353,12 \cdot \sin(R_i(t)) - 3948,46 \cdot \cos(R_i(t)) + \\ & + 1210,54 \cdot t - 0,2541 \cdot D_i(t-1) - 0,4702 \cdot D_i(t-2)) + \\ & + \alpha_3 \cdot ZV_i + \alpha_4 \cdot q_i \end{aligned} \quad (13)$$

Рівняння (13) містить параметри, визначити які пропонується на основі використання методу найменших квадратів у MS Excel. Для цього проведемо лінеаризацію цього рівняння, увівши відповідну заміну та сформувавши вхідні дані проведення подальших обчислень. Економетрична модель доходу ТОВ «Турбомаш» набуватиме вигляду:

$$\dot{S}_i(R_i(t)) = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot p_i + \alpha_2 \cdot s_1 + \alpha_3 \cdot ZV_i + \alpha_4 \cdot q_i \quad (14)$$

$$\begin{aligned} s_1 = & 24837,31 + 5853,20 \cdot \sin(K_i(t)) + \\ & + 6607,93 \cdot \cos(K_i(t)) - 6353,12 \cdot \sin(R_i(t)) - 3948,46 \cdot \cos(R_i(t)) + \\ & + 1210,54 \cdot t - 0,2541 \cdot D_i(t-1) - 0,4702 \cdot D_i(t-2) \end{aligned}$$

Регресійне рівняння (14) з урахуванням числових значень його параметрів набуває вигляду:

$$\begin{aligned} \dot{S}_i(R_i(t)) = & 34959,60 + 0,0965 \cdot p_i - 0,6496 \cdot (24837,31 + 5853,20 \cdot \sin(K_i(t)) + \\ & + 6607,93 \cdot \cos(K_i(t)) - 6353,12 \cdot \sin(R_i(t)) - 3948,46 \cdot \cos(R_i(t)) + \\ & + 1210,54 \cdot t - 0,2541 \cdot D_i(t-1) - 0,4702 \cdot D_i(t-2)) + \\ & + 1,0160 \cdot ZV_i - 1891357,39 \cdot q_i \end{aligned} \quad (15)$$

Економетрична модель (15) є адекватною, підтвердженням чого виступають: коефіцієнт детермінації на рівні 0,9653 од, тобто варіація доходу підприємства майже на 97% пояснюється варіацією факторних ознак; критерій Фішера, значення якого становить 104,33 од., значно перевищує критичний рівень.

Доцільно зауважити, що, зберігаючи майже однакову тенденцію протягом 2010–2012 рр., суттєві зміни рівня доходу ТОВ «Турбомаш» відбулися в 3–4-му кварталах 2013 р. та 1–3-му кварталах 2014 р. Так, після стрімкого зростання протягом 2–4-го кварталів 2013 р. обсяг доходу у 2014 р. зазнав суттєвого скорочення, досягнувши обсягів 2012 р. Такі зміни пов'язані з політичною кризою в Україні у цей період часу.

Таким чином, провівши формалізацію функції доходу ТОВ «Турбомаш», є можливість реалізувати основну мету моделювання, а саме здійснення витрат на збут кожного підприємства зводиться до максимізації величини доходу в періоді $t \in [t_0, T]$. Цільова функція описує дохід підприємства і набуває максимального значення:

$$\begin{aligned} \dot{S}_i(R_i(t)) = & 34959,60 + 0,0965 \cdot p_i - 0,6496 \cdot (24837,31 + 5853,20 \cdot \sin(K_i(t)) + \\ & + 6607,93 \cdot \cos(K_i(t)) - 6353,12 \cdot \sin(R_i(t)) - 3948,46 \cdot \cos(R_i(t)) + \\ & + 1210,54 \cdot t - 0,2541 \cdot D_i(t-1) - 0,4702 \cdot D_i(t-2)) + \\ & + 1,0160 \cdot ZV_i - 1891357,39 \cdot q_i \rightarrow \max \end{aligned} \quad (16)$$

Задача оптимізації доходу підприємства постає у виборі такої величини витрат на збут підприємства $R_i(t)$ на часовому проміжку $t \in [t_0, T]$, яка забезпечує максимум доходу підприємства (16) за умов невід'ємності змінних управління та набуття $R_i(t)$ величини не менше 8,46% (максимально можливий рівень за період із 2010 по 2014 р.).

Із необхідної умови існування екстремуму ($f'(x_0) = 0$) впливає:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \dot{S}_i(R_i(t))}{\partial R_i(t)} &= \alpha_2 \cdot (\beta_3 \cdot \cos(R_i(t)) - \beta_4 \cdot \sin(R_i(t))) = \\ &= \alpha_2 \cdot \beta_3 \cdot \cos(R_i(t)) - \alpha_2 \cdot \beta_4 \cdot \sin(R_i(t)) \end{aligned} \quad (17)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \dot{S}_i(R_i(t))}{\partial R_i(t)} &= -0,6496 \cdot (-6353,12 \cdot \cos(R_i(t)) + 3948,46 \cdot \sin(R_i(t))) = \\ &= 4126,99 \cdot \cos(R_i(t)) - 2564,92 \cdot \sin(R_i(t)) = 0 \end{aligned}$$

Знайдемо точки екстремуму.

$$R_i(t) = \begin{cases} -2 \cdot \arctan \frac{\alpha_2 \cdot \beta_4 + \sqrt{\alpha_2^2 \cdot \beta_3^2 + \alpha_2^2 \cdot \beta_4^2}}{\alpha_2 \cdot \beta_3} \\ -2 \cdot \arctan \frac{\alpha_2 \cdot \beta_4 - \sqrt{\alpha_2^2 \cdot \beta_3^2 + \alpha_2^2 \cdot \beta_4^2}}{\alpha_2 \cdot \beta_3} \end{cases} \quad (18)$$

Знайдемо другу похідну, щоб довести наявність максимуму.

$$\frac{\partial^2 \dot{S}_i(R_i(t))}{\partial R_i^2(t)} = -\alpha_2 \cdot \beta_3 \cdot \sin(R_i(t)) - \alpha_2 \cdot \beta_4 \cdot \cos(R_i(t)) \quad (19)$$

Другі похідні можуть приймати значення менше нуля та більше нуля на різних проміжках, тому можемо вважати, що максимум функції існує в точці екстремуму.

Виконавши відповідні розрахунки, отримуємо оптимальний рівень витрат на збут на рівні 61 934,37 грн., що становить 9,72% від загального обсягу витрат. При цьому інвестиції в основний капітал (попит на продукцію машинобудівного інноваційно активного підприємства) становлять 7 781,73 млн. грн., а максимальний дохід – відповідно 626 657,01 грн.

Завершальним блоком дій цього дослідження є практичне використання розробленої економіко-математичної моделі для прогнозування витрат на збут, попиту та доходу ТОВ «Турбомаш» на 2015–2016 рр. в розрізі кварталів. Для реалізації таких дій виникає необхідність апроксимації загальних витрат підприємства, які виступають фактором функції попиту і, своєю чергою, доходу. Саме тому сформуємо статистичний масив даних визначення специфікації функції загальних витрат та виконаємо обчислення параметрів економетричної моделі методом найменших квадратів (табл. 2).

Таблиця 2. Регресійна статистика визначення специфікації функції загальних витрат ТОВ «Турбомаш»

Показник	Коефіцієнти	Стандартна похибка	t-статистика	Нижня 95%	Верхня 95%
Y-перетин	-277306,81	668030,16	-0,42	-1693467,49	1138853,87
t	281859,08	56008,08	5,03	163127,25	400590,91
sint	31833,12	444190,14	0,07	-909807,90	973474,13
cost	-670219,72	462353,93	-1,45	-1650366,25	309926,81

Таким чином, на основі даних табл. 2 побудуємо функцію загальних витрат (ZV) ТОВ «Турбомаш», яка набуває вигляду:

$$ZV_i(t) = -277306,81 + 281859,08 \cdot t + 31833,12 \cdot \sin(t) - 670219,72 \cdot \cos(t) \quad (20)$$

Прогнозні значення, отримані на основі застосування рівняння (20), представимо в графічному вигляді (рис. 1).



Рис. 1. Динаміка фактичних і прогнозних значень загальних витрат ТОВ «Турбомаш» за період із 2010 по 2016 р. у розрізі кварталів, грн.

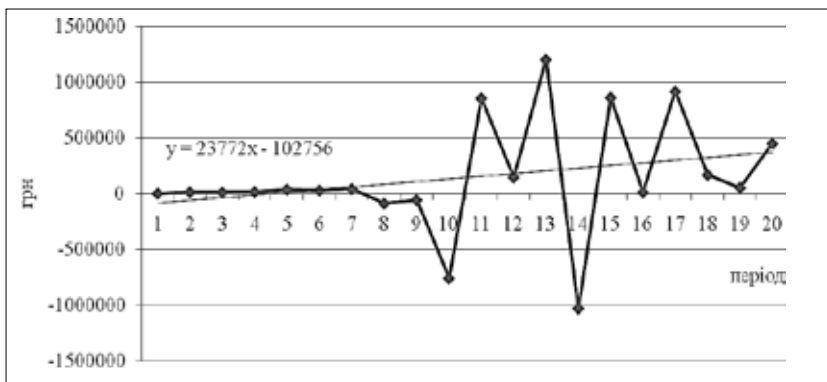


Рис. 2. Апроксимація лінійним трендом прибутку ТОВ «Турбомаш» за період із 2010 по 2016 р. у розрізі кварталів, грн.



Рис. 3. Динаміка фактичних і прогнозних значень доходу ТОВ «Турбомаш» за період із 2015 по 2016 р. у розрізі кварталів, грн.



Рис. 4. Науково-методичний підхід до планування оптимального значення витрат на збут інноваційно активних машинобудівних підприємств

Досліджуючи фактичні дані загальної суми витрат ТОВ «Турбомаш», зазначимо, що на відміну від доходу витрати підприємства мають більш стрімку тенденцію до зростання та неспадний тренд, незважаючи на циклічність включно до 4-го кварталу 2014 р. Цей факт свідчить про нагальну необхідність оптимізації витрат підприємства та впровадження дієвих управлінських рішень щодо підвищення рентабельності діяльності.

Апроксимацію показника прибутку пропонується здійснити на основі лінійного тренду (рис. 2). Цей показник є необхідним для визначення прогнозних значень функції попиту на продукцію ТОВ «Турбомаш» за період із 2010 по 2016 р. у розрізі кварталів.

Графічна інтерпретація доходу ТОВ «Турбомаш» подана на рис. 3. На основі наведених даних зазначимо, що дохід досліджуваного підприємства після різкого збільшення в 4-му кварталі 2014 р. прогнозовано, після незначного скорочення, збереже тенденцію до зростання в 2015–2016 рр. Отже, результати прогнозу вихідних змінних економіко-математичної моделі планування витрат на збут ТОВ «Турбомаш», що протягом наступних 2015 та 2016 рр., зберігаючи оптимальну частку витрат на збут на рівні 9,72%, в абсолютному вимірі ці витрати зростатимуть у зв'язку з прогнозним збільшенням суми загальних витрат підприємства.

При цьому показники попиту на продукцію практично залишатимуться незмінними, хоча спостерігаються певні порушення з погляду сезонного складника, як це прослідковується за фактичними даними. У результаті підприємство може очікувати на рівномірне зростання доходу на прогнозований часовий інтервал. На рис. 4 подано науково-методичний підхід до планування оптимального значення витрат на збут інноваційно активних машинобудівних підприємств.

Висновки з проведеного дослідження. Таким чином, використання економіко-математичних моделей у плануванні витрат на збут машинобудівного інноваційно активного підприємства дає змогу описати зв'язки між вихідними змінними моделі, оцінити вплив витрат на збут на отримані результати діяльності, знайти оптимальне рішення щодо величини даних витрат, а також сприяє формуванню обґрунтованої фінансової та маркетингової політики підприємства.

1. Лорві І.Ф. Формування стратегії збуту інноваційної продукції / І.Ф. Лорві // *Маркетинг і менеджмент інновацій*. – 2012. – № 2. – С. 93–98.

2. Майбогіна Н.В. Організація і методика аналізу збутової діяльності промислового підприємства : автореф. дис. ... канд. екон. наук : спец. 08.00.09 / Н.В. Майбогіна ; Держ. вищ. навч. закл. «Київ. нац. екон. ун-т ім. В. Гетьмана». – К., 2007. – 15 с.

3. Поліщук І.Р. Управління витратами на збут відповідно до маркетингової стратегії підприємства: статистична оцінка та облікове забезпечення / І.Р. Поліщук // *Глобальні та національні проблеми економіки*. – 2016. – № 9. – С. 832–836.

4. Шиманська А. Класифікація витрат на збут промислового підприємства / А. Шиманська // *Маркетинг в Україні*. – 2014. – № 5. – С. 24–28.

5. Васюренко О. Шляхи розвитку кредитного забезпечення інноваційної діяльності / О. Васюренко, І. Пасічник // *Економіка України*. – 2000. – № 2. – С. 23–28.

6. Ілляшенко С.М. Товарна інноваційна політика / С.М. Ілляшенко, Ю.С. Шипуліна. – Суми : Університетська книга, 2007. – 281 с.

7. Крупка М.І. Фінансові інструменти державного регулювання та підтримки інноваційної сфери / М.І. Крупка // *Фінанси України*. – 2001. – № 4. – С. 77–85.

8. Чубірка Г.І. Методи оптимізації витрат підприємства у ринкових умовах / Г.І. Чубірка // *Науковий вісник Мукачівського державного університету. Серія «Економіка»*. – 2016. – № 2(6). – С. 118–124.