

УДК 336.5.02

І. Є. Андрющенко,
старший викладач кафедри фінансів та банківської справи, ЗНТУ, м. Запоріжжя

МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ ВИТРАТАМИ ПІДПРИЄМСТВА

У статті розглянути теоретико-методичні основи, а також практичні рекомендації щодо формування і вдосконалення математичних методів управління витратами промислового підприємства.

Ключові слова: лінійне програмування; управління витратами промислового підприємства, калькуляція, маржинальний прибуток.

ВСТУП

Ядром управління витратами промислового підприємства є система їх класифікації. Для вітчизняного обліку не характерна класифікація витрат по відношенню до обсягу виробництва, ступеня регулювання та змінності у процесі прийняття рішень, хоча в ринкових умовах саме ці критерії є найбільш значущими.

Класифікація витрат по відношенню до обсягу виробництва дозволяє приймати рішення щодо формування оперативного плану виробництва.

Залежно від різних ситуацій критерієм прийняття рішень з формування оперативного плану виробництва є:

- при неповному завантаженні потужностей — сума покриття по продукту;
- при повному завантаженні потужностей і наявності дефіциту одного ресурсу — питома сума покриття (сума покриття на одиницю обсягу дефіцитного ресурсу);
- при повному завантаженні потужностей і наявності дефіциту декількох ресурсів — загальна сума покриття.

Для формування оперативного плану виробництва, з метою удосконалення математичного забезпечення системи управління витратами, використовують моделі лінійного програмування.

У останні роки істотний внесок у розвиток теорії і методології управління витратами внесли І.А. Басманов, П.С. Безруких, Е.К. Гільде, І.О. Ламикін, М.Г. Чумаченко, В.Ф. Лалій, О.Д. Трусов та інші вчені.

У дослідженнях вітчизняних і зарубіжних авторів даються визначення основних понять, пов'язаних з управлінням витратами підприємства в умовах конкуренції, формуються і обґрунтовуються методичні принципи

оцінки та аналізу витрат підприємства. Однак математична система управління витратами промислового підприємства залишилась недостатньо вивченою характеристикою.

Метою дослідження є визначення цільової функції, за допомогою якої можливо буде визначити оптимальний розподіл обмежених ресурсів для досягнення наступної мети — максимізації прибутку або мінімізації споживаних ресурсів підприємства. Визначивши цільову функцію, необхідно визначити основні взаємозв'язки, що включають обмеження, виражені як лінійні функції.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для усунення впливу фактора постійних витрат рекомендується використовувати в якості критерію оптимальності маржинальний прибуток (вклад на покриття), при цьому цільова функція може бути записана за допомогою показника маржинального прибутку на одиницю продукції m :

$$m = \mu - c_v$$

де m — маржинальний дохід; μ — ціна виробу; c_v — величина змінних витрат.

При незмінних витратах на виробництво заданого обсягу продукції максимізація маржинального прибутку здійснюється за рахунок зниження постійних витрат.

Завдання планування виробничої програми за критерієм максимізації маржинального прибутку має вигляд:

$$F = \sum_{i=1}^l m_i x_i \rightarrow \max, x_i \geq 0, i=1, \dots, l,$$

де m_i — сума покриття i -го виробу; x_i — обсяг виробництва i -го виробу; l — кількість видів виробів.

Оптимізація здійснюється в умовах обмежених ресурсів, виражених у натуральній або грошовій формі. Обмеження пов'язані з реалізацією процесів постачання, виробництва і збуту.

Виробничі обмеження зумовлені використанням засобів виробництва і робочої сили, при цьому вказуються необхідний і наявний фонд часу по кожному виробничому процесу і виду обладнання (потужності):

$$\sum_{i=1}^I b_{pi} x_i \leq B_p, \quad p=1, \dots, P,$$

де b_{pi} — норма використання потужності p -го виду обладнання при виробництві i -го виробу; B_p — потужність p -го виду обладнання; P — кількість видів устаткування.

Обмеження, пов'язані зі збутом виробленої продукції, встановлюється, виходячи з аналізу ринкових умов: максимальний обсяг визначається кривою попиту на i -й продукт, мінімальний — диктується необхідністю виконання укладених договорів:

$$x_i \geq d_i, \quad x_i \leq D_i,$$

де d_i, D_i — мінімальний і максимальний обсяги випуску i -го продукту; x_i — обсяг виробництва i -го виробу.

Обмеження по постачанню зумовлені несвоєчасними поставками сировини і матеріалів, недоліком комплектуючих, відсутністю вільних грошових коштів у підприємства на закупівлю сировинних ресурсів:

$$\sum_{i=1}^I e_{hi} x_i \leq E_h, \quad h=1, \dots, H,$$

де e_{hi} — норма витрати h -го матеріалу при виготовленні i -го виробу; E_h — максимальний обсяг поставок h -го матеріалу, H — кількість видів матеріалів.

Виражені в грошовій формі коефіцієнти використання засобів виробництва і робочої сили є змінними витратами на виробництво виробу:

$$\sum_{j=1}^J a_{ji} = c_{vi},$$

де c_{vi} — змінні витрати на виробництво i -го виробу; a_{ji} — норма витратного ресурсу на одиницю i -го виробу.

Підсумовування кількості видів устаткування, що характеризують трудовитрати P та видів матеріалів H , дає в результаті кількість витрачених на виробництво видів ресурсів:

$$J = P + H.$$

Коефіцієнти використання ресурсів для виробництва виробів визначаються технологією виробництва і являють собою технологічну матрицю. З метою спрощення будемо розглядати технологічну матрицю у вигляді:

$$\sum_{i=1}^I b_{ji} x_i \leq B_j,$$

де b_{ji} — норма витрати j -го матеріалу при виготовленні i -го виробу; B_j — максимальний обсяг j -го ресурсу.

Для пошуку вирішення найбільш відповідними є симплекс-метод і метод множників Лагранжа.

У стабільних умовах обмеження можуть бути задані

у вигляді планованих діапазонів, що визначаються на основі трендових моделей.

Основою для розрахунку можуть бути:

— для виробничих обмежень — прогнозовані виробничі програми, технологічні карти, потреби в потужностях;

— для збутових обмежень — укладені договори, криві попиту та пропозиції, планові ціни і змінні витрати;

— для постачальницьких обмежень — планована періодичність поставок і мінімальний рівень запасів сировини, очікувані ціни на сировину.

При повному завантаженні виробничих потужностей і наявності дефіциту ресурсу критерієм може виступати відносний маржинальний прибуток — частка від ділення вкладу на покриття кожного виду виробу на спожиту кількість ресурсу. Дефіцит ресурсу викликає витіснення одних продуктів іншими, при цьому вироби з більш високими відносними сумами покриття при певних обсягах виробництва кращі, ніж вироби з більш низькими сумами покриття до тих пір, поки приріст сум покриття по цим виробам перевищує втрати сум покриття від зниження обсягів виробництва. Критерій максимізації відносного маржинального прибутку має сенс використовуватися для підвищення ефективності трудових ресурсів або основних виробничих фондів.

Завдання планування структури випуску за критерієм максимізації відносного маржинального прибутку має вигляд:

$$F = \sum_{i=1}^I \frac{m_i}{a_{ji}} x_i \rightarrow \max, \quad x_i \geq 0, \quad j=1, \dots, J, \quad i=1, \dots, I,$$

де a_{ji} — норма витрати j -го ресурсу на одиницю i -го виробу.

Завдання планування виробничої програми за критерієм мінімізації ресурсу є протилежним до задачі максимізації маржинального прибутку і має вигляд:

$$F = \sum_{j=1}^J B_j s_j \rightarrow \min,$$

$$\sum_{j=1}^J b_{ji} s_j \geq m_i, \quad s_j \geq 0, \quad i=1, \dots, I, \quad j=1, \dots, J,$$

де s_j — тіньова ціна j -го ресурсу; b_{ji} — кількість наявного ресурса j -го виду.

Замість критерію мінімізації ресурсу можна використовувати аналогічний йому критерій максимізації невикористаного ресурсу, при цьому завдання має вигляд:

$$F = \sum_{j=1}^J y_j \rightarrow \max, \quad j=1, \dots, J, \quad y_j=1, \dots, J,$$

$$\sum_{i=1}^I b_{ji} x_i + y_j = B_j, \quad x_i \geq d_i,$$

де y_j — величина j -го невикористаного ресурсу.

Облік критерію мінімізації ресурсу має сенс в умовах спаду виробництва, неплатежів, відсутності попиту.

Оперативний план виробництва, сформований за критеріями максимізації внеску на покриття, відносного маржинального прибутку, мінімізації ресурсів, може бути не виконаний, оскільки використання моделей

лінійного програмування має ряд недоліків:

- розрахунки проводяться за даними минулих періодів, що неприйнятно в нестабільних умовах;
- заздалегідь вибраній критерій може виявитися невірним, при цьому план не буде оптимальним;
- у момент формування плану не відома ефективність планування, оскільки не розраховуються можливі втрати для альтернативних виробничих планів.

Для усунення перерахованих недоліків методів планування потрібно враховувати імовірнісний розкид факторів, зумовлений як внутрішніми, так і зовнішніми умовами. Існуючі моделі стохастичного програмування найчастіше ігнорують вплив ринкових факторів, що у вітчизняних нестабільних умовах неприпустимо. Що стосується невірних вибору критерію, то для вирішення даної проблеми використовуються багатокритеріальні моделі, які дозволяють сформулювати альтернативні плани. Тут проблема полягає у виборі критеріїв. Визначення ефективності альтернативних планів може бути вироблене шляхом аналізу ризику. Найбільш ризиковані варіанти є найменш ефективними, оскільки мають не тільки найбільший виграш, а й максимальний програш. Існують два основні підходи до аналізу ризиків: якісний і кількісний. Якщо в ході якісного аналізу визначаються основні можливі ризики проекту, описуються причини їх реалізації та намічаються шляхи мінімізації з зазначенням приблизної вартості, то в ході кількісного аналізу вивчають зміни ефективності проекту. Класифікація проектних ризиків може доповнюватися в залежності від конкретних переваг і інформаційних можливостей розробника. Планування виробничої програми засноване на виявленні якісних і кількісних характеристик випуску. Якісними змінними є види виробів, кількісними — обсяги випуску.

Вирішимо задачу знаходження оптимального обсягу випуску продукції з позиції максимізації прибутку за допомогою моделей лінійного програмування. Використовуючи модель, яка являє собою сукупність залежностей витрат від обсягу виробництва, в якості мети, визначивши максимізацію прибутку, представимо наступну функцію, змінними параметрами якої є кількість і ціна:

$$Pr = \sum_{i=1}^I u_i x_i - \sum_{i=1}^I C_i^{np}(x_i) - C_{оп}(z) - C_{обх}(z_{np}) \rightarrow \max \quad (1).$$

З урахуванням залежностей витрат від обсягу виробництва продукції дана цільова функція буде мати вигляд:

$$Pr = \sum_{i=1}^{14} (u_i C_i^{np}) x_i - \sum_{i=1}^{14} C_i^{np} - \sum_{k=1}^2 C_k^{косв} - C_{обх}^{косв} k_{обх} - \sum_{k=1}^3 (C_k^{косв} \sum_{i=1}^{14} u_i x_i) \rightarrow \max \quad (2),$$

де C_i^{np} — частка змінних витрат прямих статей витрат i -го виробу на одиницю випуску; C_i^{np} — величина постійних витрат прямих статей витрат i -го виробу; $C_k^{косв}$ — величина постійних витрат непрямих статей витрат; — величина постійних витрат загальногосподарських витрат; $C_k^{косв}$ — частка змінних витрат побічних статей

витрат на одиницю випуску.

В якості системи обмежень маємо наступні об'єктивні обмеження, виражені математичними нерівностями:

1. Сумарні витрати часу по випуску i -го продукту на p -м обладнанні не повинні перевищувати виробничої потужності p -го обладнання:

$$\sum_{i=1}^I b_{pi} x_i \leq B_p, \quad p = 1, \dots, P.$$

Згідно технологічним картам, кожен виріб проходить певні стадії обробки.

2. Максимальний обсяг визначається кривою попиту на i -й продукт, мінімальний — диктується необхідністю виконання умов договорів.

$$d_i \leq x_i \leq D_i(u_i), \quad x_i = 0.$$

Кожне підприємство прагне максимізувати прибуток, але неможливо продати необмежену кількість продукції за однаковою ціною. Збільшення обсягу продажу призводить до насичення ринку і падіння платоспроможного попиту на продукцію. У певний момент для того, щоб продати більшу кількість товару, потрібно знизити ціну, що призведе до зниження прибутку. Для того щоб визначити максимально можливий прибуток, необхідно ввести криву попиту. Попит визначає максимальну ціну, яку підприємство може запросити за свій продукт. Дана залежність $D_i(u_i)$ є поліномом другого порядку який має наступний вигляд: $D_i(u_i) = a_0 + a_1 u_i + a_2 u_i^2$, побудований у результаті апроксимації даних маркетингових досліджень. Мінімальний обсяг випуску буде визначатися кількістю укладених договорів на поставку продукції.

3. У свою чергу, зазначена ціна повинна покривати повні витрати або принаймні відомі змінні витрати:

$$u_i = (Cv_i + \frac{Cc_i}{x}) k_{Ri},$$

де k_{Ri} — коефіцієнт рентабельності i -го виробу.

Калькуляція цін, орієнтована на повне покриття фактично здійснених витрат, ґрунтується на собівартості. У цьому випадку відпускна (продажна) ціна містить у собі загальну собівартість і розрахунковий прибуток у вигляді коефіцієнта рентабельності. Таким чином, витратами підприємства визначається мінімальна ціна. Очевидно, що визначена ціна не повинна бути нижче мінімальної ціни.

Система обмежень буде мати вигляд:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^I b_{pi} x_i \leq B_p, p = 1, \dots, P; \\ d_i \leq x_i \leq D_i(u_i); \\ x_i \geq 0; \\ u_i = (Cv_i + \frac{Cc_i}{x_i}) k_{Ri}. \end{cases} \quad (3).$$

Математична модель максимізації прибутку буде включати цільову функцію (2) та систему обмежень (3).

У результаті оптимізації цільової функції ми отримуємо розрахункову величину завантаження обладнання для випуску i -й номенклатури продукції, що, у свою чергу, дозволяє визначити величину вільних потужностей. Функціональна залежність попиту від ціни

та ціни від обсягу випуску дозволяє визначити ту ціну, за якою доцільно продавати оптимальну кількість продукції.

Визначення цін на основі витрат може вироблятися двояко: на основі повних витрат і на основі обмеженої собівартості, наприклад, за змінними витратами.

При повному розподілі витрат стратегія "середніх цін" досить популярна для машинобудівної галузі внаслідок наступних причин:

— інформація про витрати на виробництво продукції більш визначена і відома, ніж про попит;

— державні органи вважають метод розрахунку цін "середні витрати виробництва плюс прибуток" для великих і середніх підприємств найбільш справедливим по відношенню і до споживачів, і до виробників.

Основним недоліком другого методу, з точки зору прибічників обліку на основі повних витрат, є те, що калькулювання продукції здійснюється лише з урахуванням прямих (змінних або виробничих) витрат і визначена на їх базі ціна не дозволяє покрити всі витрати і забезпечити прибуток. Дана точка зору формується з помилкової інтерпретації результату калькулювання як вірного методу визначення ціни реалізації. У умовах ринкової економіки вони встановлюються на основі збалансованості попиту та пропозиції.

Необхідно підкреслити, що не існує такої системи калькулювання витрат, яка дозволила б визначити собівартість одиниці продукції зі стовідсотковою точністю. Будь-яке непряме віднесення витрат на виріб, як би добре воно не було обґрунтовано, спотворює фактичну собівартість, знижує точність калькулювання. Якщо дивитися з цих позицій, то найбільш точною є калькуляція за прямими (змінними) витратами. У цьому випадку в калькуляцію включаються витрати, безпосередньо пов'язані з виготовленням даного виробу. Тому критерієм точності обчислення собівартості виробу повинна бути не повнота включення витрат у собівартість, а спосіб їх віднесення на виріб.

Необхідно підкреслити і ту обставину, що постійні витрати в основній своїй масі не пов'язані з виробництвом даного конкретного виробу, а є, як правило, періодичними і вони пов'язані з випуском усього обсягу продукції підприємства. Тому теза про те, що ці витрати також повинні в обов'язковому порядку включатися в розрахунок собівартості виробу, можна піддати критиці.

Яку собівартість калькулювати, як розподіляти накладні витрати: на всі виробы, пропорційно певній базі чи тільки на більш рентабельні, або керуватися іншими думками, — ці питання, в принципі, повинні складати комерційну таємницю підприємства і вирішуватися самим підприємством. Вже сьогодні на деяких промислових підприємствах через різке зростання питомої ваги заробітної плати виникла штучна проблема збитковості ряду позицій асортименту тільки тому, що накладні втрати розподіляються пропорційно заробітній платі.

На основі викладеного можна зробити висновок, що облік прямих витрат, доповнений визначенням сум покриття та аналізом існуючої ринкової ситуації, є на сьогоднішній день одним із методів реалізації комплексного підходу до ціноутворення. Згідно

даної методики ціна реалізації розраховується на основі попередньо визначених прямих витрат, сум покриття і ціни, яка склалася на ринку. Таким чином, для вирішення завдання знаходження оптимального обсягу випуску продукції з урахуванням цін, що склалися на ринку, можна як обмеження ввести суму покриття:

$$\sum_{i=1}^I (u_{ri} - C_{v_i}) x_i \geq m,$$

де u_{ri} — рівноважна ціна на i -й продукт, що склалася на ринку.

Математична модель максимізації прибутку буде включати цільову функцію (2) та систему обмежень:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^I (u_{ri} - C_{v_i}) x_i \geq m; \\ x_i \geq 0; \\ d_i \leq x_i \leq D_i(u_i); \\ \sum_{i=1}^I b_{pi} x_i \leq B_p. \end{cases}$$

ВИСНОВКИ

На основі аналізу відомого практичного досвіду у статті запропоновано інформаційно-логічну модель обліку витрат для використання в інформаційній системі управління машинобудівним підприємством. Основою наведеної моделі є логічно пов'язана послідовність етапів здійснення зазначеного процесу. Практична реалізація даної моделі створює базу для іншого процесу — планування ресурсів у вартісному та натуральному вимірах.

Запропонована модель дозволяє знаходити оптимальну точку виробництва з урахуванням ряду обмежувачих факторів, що мають місце в реальних умовах виробництва; розраховувати ціну реалізації продукції з урахуванням рівноважної ціни, що склалася на ринку; планувати асортимент продукції, що випускається з урахуванням фактичного внеску кожного виробу в сумарний фінансовий результат підприємства.

Література:

1. Нападівська Л.В. Управлінський облік: монографія. — Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2000. — 450 с.
 2. Голов С.Ф., Костюченко В.М. Бухгалтерський облік за міжнародними стандартами: приклади та коментарі: практичний посібник. — К.: Лібра, 2001. — 840 с.
 3. Теория бухгалтерского учета: учеб. пособие для студентов экон. спец. / Валуев Б.И., Лоханов Н.А., Кубик В.Д. и др. Под ред. Б.И. Валуева; Одесск. гос. экон. ун-т. — О.: Принт Мастер, 2002. — 271 с.
 4. Панасюк В.М. Витрати виробництва: Управлінський аспект. — Тернопіль: Астон, 2005. — 389 с.
 5. Чумаченко М.Г., Болюх М.А., Бурчевський В.З., Горбатюк М.І. Економічний аналіз: навчальний посібник. За ред проф. Чумаченка М.Г. — К.: КНЕУ, 2001. — 540 с.
 6. Бухгалтерський облік і прийняття рішень: навч. посібник / За ред П.С. Смоленюка. — Хмельницький, НВП "Еврика" ТОВ, 2001. — 380 с.
- Стаття надійшла до редакції 20.07.2010 р.