

## ДИНАМІЧНІ МОДЕЛІ БЕЗЗБИТКОВИХ ОБСЯГІВ ВИРОБНИЦТВА

*Пропонується метод побудови моделі точок беззбитковості*

**Постановка проблеми.** В залежності від планових завдань, які можуть стояти перед виробниками продукції, виникає проблема у самій постановці побудови моделей беззбиткових обсягів виробництва (точок беззбитковості) як для однопродуктового так і багатопродуктового виробництва у випадку нерівномірного розподілу постійних витрат планового періоду, що змінюються в часі.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Для об'єктивного висвітлення будь-якої проблеми необхідною умовою є вивчення напрацювань попередніх дослідників. Питання моделювання беззбитковості фігурує в досить чисельній кількості літературних джерел. На жаль, деяким проблемам цієї тематики, приведеним автором, не приділялась увага і тому публікації, стосовно поставлених проблем, відсутні.

**Мета дослідження.** На основі аналізу результатів отриманих в роботі [1] розвинути розробку методики побудови планової динамічної моделі критичних обсягів виробництва в тісному поєднанні математичних і інформаційних підходів.

**Завдання дослідження.** На основі результатів, отриманих в роботі [1], розглянемо постановку задачі визначення точок беззбитковості стосовно характерних ситуацій, що можуть виникнути в процесі планової діяльності. Спочатку розглянемо постановку задач і їх вирішення для планових точок беззбитковості стосовно однопродуктового виробництва а потім і багатопродуктового.

Приведемо короткий аналіз результатів отриманих в роботі [1]. Нагадаємо зміст завдань, що ставились в цих роботах. Розглянемо завдання для однопродуктового виробництва

**Завдання 1.** За плановими змінними одиничними витратами ( $U$ ), ціною реалізації ( $C$ ) планового періоду ( $T$ ), запланованого обсягу виробництва продукції  $X_p$ , визначити в плановому періоді беззбитковий мінімальний обсяг виробництва  $X_b$  і термін його настання  $t_{opt}$  в плановому періоді, виручка від реалізації якого, покрила б всі сукупні витрати цього терміну.

Нехай на кінець планового періоду постійні витрати складатимуть  $Z(T)$  у.о., а на початок,  $Z(0)$  у.о. Величина  $Z(0)$  може розглядатись як авансований капітал на початку планового періоду, а  $Z(T) - Z(0)$  – як поточні постійні витрати планового періоду. Звичайно, можна авансувати кошти на всі постійні витрати  $Z(T)$  планового періоду, в цьому випадку  $Z(T) = Z(0)$ . Але при відсутності коштів розміру  $Z(T) - Z(0)$  і наявності тільки капіталу  $Z(0)$ , поточні постійні витрати  $Z(t) - Z(0)$  приходиться покривати за рахунок виручки отриманої в момент часу  $t$ .

Припустимо, що зміна постійних витрат протягом планового періоду відбуватиметься в лінійній залежності від часу  $t$  (що відповідає багатьом ситуаціям, наприклад, заробітна плата адмінперсоналу, амортизаційні відрахування і т.д.) , тобто,  $Z(t) = Z(0) + dt$ , де  $d$  – швидкість зміни постійних витрат (кількість постійних витрат в одиницю часу).

В статті [1] був знайдений термін настання беззбитковості за формулою,

$$t = \frac{Z(0)T}{(C-U)X_p - (Z(T) - Z(0))}, \quad (1)$$

а мінімальний беззбитковий обсяг виробництва знаходився за формулою,

$$X_b = \frac{Z(0)}{C - U - \frac{Z(T) - Z(0)}{X_p}}, \quad (2)$$

Формула (2) має зміст за умови, що  $C - U - \frac{Z(T) - Z(0)}{X_p} > 0$ , тобто, коли

маржинальний прибуток від одиниці продукції буде більшим від поточних постійних витрат на одиницю запланованого випуску продукції. У випадку, коли авансуються всі сукупні витрати, тобто  $Z(T) = Z(0)$  і їх приходиться відшкодовувати з виручки протягом планового періоду, то формули (1) і (2) приймають вигляд,

$$t = \frac{TZ(T)}{(C - U)X_p}, \quad (3)$$

$$X_b = \frac{Z(T)}{C - U}, \quad (4)$$

У випадку багато продуктового виробництва розглядалась аналогічне завдання.

**Завдання 2.** За плановими змінними одиничними витратами ( $U_1, U_2, \dots, U_n$ ), цінами реалізації ( $C_1, C_2, \dots, C_n$ ) по кожному виду продукції планового періоду ( $T$ ), запланованими обсягами виробництва продукції ( $X_{p1}, X_{p2}, \dots, X_{pn}$ ), за авансованими на початку планового періоду постійними витратами  $Z(0)$ , поточними постійними витратами  $Z(T)$ , що розподілятимуться рівномірно протягом планового періоду, визначити термін ( $t_{opt}$ ) настання беззбитковості в плановому періоді і беззбиткові обсяги виробництва ( $X_{b1}, X_{b2}, \dots, X_{bn}$ ), виручка від реалізації яких, покрила б всі сукупні витрати цього терміну.

Термін настання беззбитковості і відповідні беззбиткові обсяги випуску продукції отримувались із рівняння,

$$\frac{t}{T} \sum_{k=1}^n (C_k - U_k) X_{pk} = Z(0) + dt, \quad (5)$$

Результати завдання 2 були отримані із рівняння (5) стосовно наступних випадків.

1.  $Z(0) = 0$ , тобто, коли авансовані витрати на початку планового періоду відсутні. В цьому випадку рівняння (5) набуде вигляду,

$$t \sum_{k=1}^n (C_k - U_k) X_{pk} = Tdt, \quad (6)$$

Рівняння (6) матиме розв'язки і їх буде безліч, коли

$$\sum_{k=1}^n (C_k - U_k) X_{pk} = Z(T) - Z(0), \quad (7)$$

тобто, коли запланований маржинальний прибуток збігатиметься з поточними постійними витратами. В любий момент часу виручка покриє всі сукупні витрати за цей період часу. В цьому випадку любий випуск продукції протягом планового періоду є точкою беззбитковості.

2.  $Z(0) \neq 0$ . Цей випадок дозволяє розв'язати рівняння (5) відносно параметра часу  $t$ ,

$$t_{opt} = \frac{TZ(0)}{\sum_{k=1}^n (C_k - U_k)X_{pk} - (Z(T) - Z(0))}, \quad (8)$$

Знайдене значення параметра часу  $t$  можна трактувати як період, за який підприємство досягне стану беззбитковості. Підставляючи його у параметричні рівняння  $X_k = (X_{pk} / T)t$ , отримаємо координати точки беззбитковості за формулами,

$$X_{bk} = \frac{Z(0)\mu_{pk}}{\sum_{j=1}^n (C_j - U_j)\mu_{pj} - \frac{Z(T) - Z(0)}{\sum_{i=1}^n X_{pi}}} \quad k = 1, \dots, n, \quad (9)$$

де  $\mu_k = X_{pk} / \sum_{i=1}^n X_{pi}$ , - доля кожного запланованого обсягу випуску продукції в загальному її об'ємі. Формули (9) мають зміст за умови, що  $\sum_{j=1}^n (C_j - U_j)\mu_{pj} - \frac{Z(T) - Z(0)}{\sum_{i=1}^n X_{pi}} > 0$  тобто, коли середньозважений маржинальний

прибуток від одиниці продукції буде більшим від поточних постійних витрат, віднесених до одиниці запланованого випуску продукції.

Таким чином, значення координати точки беззбитковості визначається як результат ділення зкорегованих авансованих постійних витрат на початку планового періоду на середньозважений маржинальний прибуток від одиниці продукції за вирахуванням поточних постійних витрат на одиницю загального числа всіх видів продукції.

3. якщо планується виділення коштів повністю на покриття всіх постійних планових витрат, тобто  $Z(T) = Z(0)$ , то формула (10) матиме наступний вигляд:

$$X_{bk} = \frac{Z(T)\mu_{pk}}{\sum_{j=1}^n (C_j - U_j)\mu_{pj}} \quad k = 1, \dots, n, \quad (10)$$

В цьому випадку, значення координати точки беззбитковості визначається як результат ділення зкорегованих постійних витрат (на долю відповідного виду продукції в загальній її кількості) планового періоду на середньозважений маржинальний прибуток від одиниці продукції всіх її видів.

Зауважимо, що завдання 1 суттєво відрізняється від подібних завдань багатьох літературних джерел, в яких беззбитковий обсяг продукції визначається шляхом співставлення всієї виручки від її реалізації всім сукупним витратам певного періоду і таким чином є статичною моделлю. Ця статична модель беззбитковості особливо ефективна в інвестиційних процесах, коли потрібно

вказати той обсяг продукції, непов'язаний з її виробництвом, виручка від якого відшкодувала б всі сукупні витрати певного періоду.

Що стосується завдання 2, то статична модель беззбитковості для багато продуктового виробництва не може мати однозначного вирішення в силу того, що рівняння  $\sum_{k=1}^n C_k X_k = \sum_{k=1}^n U_k X_k + Z$  не може бути однозначно розв'язане відносно обсягів продукції  $X_k$ .

Вирішення завдань 1 і 2 вимагає формування динамічної моделі беззбитковості.

Для одно продуктового виробництва модель беззбиткових обсягів випуску продукції була отримана в роботі [1] із рівняння,  $C(t) = UX(t) + Z(t)$ , в якого:

1. вираз  $CX(t)$  означає, що випуск продукції і її збут відбуваються одночасно;  
2. складова  $UX(t)$  визначає той факт, що змінні витрати і випуск продукції теж відбуваються одночасно;

3. вважається, що постійні витрати залежні від часу за лінійним законом.

Ті ж пункти 1) – 3) мають місце і для багато продуктової моделі.

Узагальнення завдань 1 і 2 відноситься до пункту 3) (пункти 1 і 2) лишаються незмінними) і полягає в тому, що в плановому періоді передбачається нерівномірний розподіл постійних витрат тобто, коли плановий період заздалегідь розбивається на ряд періодів, в яких постійні витрати змінюються рівномірно але з різними швидкостями, при цьому разові постійні витрати можуть здійснюватись тільки на початку кожного періоду поділу. Таким чином пропонується модельний процес в часі з точністю до періоду поділу планового періоду.

Для узагальнення завдання 1 складемо параметричні рівняння постійних витрат. Нехай  $d_s$  ( $s = 1, \dots, m$ ) - швидкість зміни поточних постійних витрат за одиницю часу в  $s$ -тому періоді  $[t_s; t_{s+1}]$  ( $t_1 = 0, s = 1, \dots, m, t_{m+1} = T$ ) планового періоду  $[0; T]$ ,  $Z_s$  – розмір постійних витрат на початку  $s$ -того періоду. Запишемо параметричні рівняння постійних витрат  $Z(t)$  на  $s$ -тому відрізку часу  $[t_s; t_{s+1}]$ ,

$$Z_s(t) = \begin{cases} \{Z_s + d_s(t - t_s) \text{ коли } t \in [t_s, t_{s+1}] \\ 0, & \text{коли } t \notin [t_s, t_{s+1}] \end{cases} \quad s = 1, \dots, m \quad (11)$$

Зауважимо, що величина  $Z_s$  складається із постійних витрат в момент часу  $t_s$  так і з поточних витрат, визначених в той же момент часу  $t_s$ . Таким чином,

$Z(t) = \sum_{j=1}^m Z_j(t)$ . Правомірність вибору кусковолінійної залежності постійних витрат

від часу пояснюється тим, що зміна постійних витрат на практиці не може бути нелінійною за нескінченно малі проміжки часу.

Точка беззбитковості визначається із рівняння

$$CX(t) = UX(t) + Z(t) \quad (12)$$

з якого потрібно попередньо знайти час настання беззбитковості. Для цього підставимо параметричне рівняння обсягу випуску продукції  $X(t) = \frac{X_p}{T} t$  і параметричне рівняння постійних витрат (11) в (12), отримаємо,

$$\frac{X_p}{T}(C - U)t = \sum_{j=1}^m Z_s(t), \quad (13)$$

Права частина рівняння (13) є кусковолінійною функцією, взагалі розривною. Ліва частина рівняння (13) представляє собою пряму, що виходить із початку координат. Корені рівняння (13) це абсциси точок перетину цих двох ліній. Таких точок перетину може бути не одна, а значить може бути не один корінь рівняння (13), тобто можна отримати декілька строків настання беззбитковості для підприємства, а також можна отримати відповідно і декілька точок беззбитковості.

Практично пошук розв'язків рівняння (13) зводиться до пошуку моментів (беззбитковості) часу, за яких пряма маржинального прибутку  $P(t) = \frac{X_p}{T}(C - U)t$  перетинає кожну сходинку, задану параметричним рівнянням (12). Моменти беззбитковості знаходяться як розв'язки рівнянь,  $\frac{X_p}{T}(C - U)t = \{Z_s + d_s(t - t_s), t \in [t_s, t_{s+1}], s = 1, \dots, m\}$ . Звідки, моменти беззбитковості можуть бути знайдені за формулами,

$$t_s^* = \frac{T(Z_s - d_s t_s)}{X_p(C - U) - Td_s}, s = 1, \dots, m, \quad (14)$$

Очевидно, моменти беззбитковості, а значить і точки беззбитковості будуть відсутні, коли  $t_s^* \notin [t_s, t_{s+1}], s = 1, \dots, m$

Зауважимо, що, знайдені за формулами (14), моменти беззбитковості поділять весь плановий період  $T$  на часові інтервали, що відповідають зонам прибутковості і збитковості, строге чергування яких, як показує приклад 1, не обов'язкове.

Якщо тепер знайдений із рівняння (14) параметр часу  $t_s^*$  беззбитковості підставити у рівняння випуску продукції  $X(t) = \frac{X_p}{T}t$ , одержимо точки беззбитковості за формулами,

$$X_{bs} = \frac{Z_s - d_s t_s}{C - U - \frac{Td_s}{X_p}}, s = 1, \dots, m, \quad (15)$$

Коментар знаходження точки беззбитковості за формулою (15) такий же, як і за формулою (9). Точки беззбитковості знаходяться як результат ділення постійних витрат  $(Z_s - d_s t_s)$  на початку (s-того) періоду на маржинальний прибуток одиниці продукції за вирахуванням поточних постійних витрат (s-того) періоду, віднесених до одиниці запланованого випуску продукції  $(\frac{Td_s}{X_p})$ .

Аналогічна ситуація виникає і у випадку багато продуктового виробництва. Параметричні рівняння випуску продукції по кожному її виду записуються у вигляді  $X_j(t) = \frac{X_{pj}}{T}t$ , де  $X_{pj}$  - запланований випуск продукції j-того виду. Нехай  $C_j$ , - ціна

реалізації,  $U_j$  змінні одиничні витрати  $j$ -того виду продукції. Як відомо, беззбиткові обсяги випуску продукції по кожному її виду знаходяться із рівняння,

$$\sum_{j=1}^n C_j X_j = \sum_{j=1}^n U_j X_j + Z, \quad (16)$$

В рівняння (16) підставимо параметричні рівняння постійних витрат, що визначаються за формулою (11), а також параметричні рівняння запланованих обсягів випуску продукції  $X_j = \frac{X_{pj}}{T} t$ , отримаємо рівняння відносно терміну настання беззбитковості

$$t \sum_{j=1}^n (C_j - U_j) X_{pj} = T \sum_{j=1}^m Z_s(t), \quad (17)$$

Моменти беззбитковості знаходяться як розв'язки рівнянь,  $t \sum_{j=1}^n (C_j - U_j) X_{pj} = T(Z_s + d_s(t - t_s))$ ,  $t \in [t_s, t_{s+1}]$ ,  $s = 1, \dots, m$ . Звідки, моменти беззбитковості можуть бути знайдені за формулами,

$$t_s^* = \frac{T(Z_s - d_s t_s)}{\sum_{j=1}^n (C_j - U_j) X_{pj} - T d_s}, \quad s = 1, \dots, m, \quad (18)$$

Далі, знайдені, стосовно часу, корені рівняння (18) підставляються в параметричні рівняння випуску продукції  $X_j = \frac{X_{pj}}{T} t$  і знаходяться точки беззбитковості за формулами,

$$X_{bks} = \frac{\mu_k(Z_s - d_s t_s)}{\sum_{j=1}^n (C_j - U_j) \mu_j - \frac{T d_s}{\sum_{i=1}^n X_{pi}}}, \quad s = 1, \dots, m, \quad (19)$$

Розглянемо приклад визначення точки беззбитковості у випадку одно продуктового виробництва.

Приклад 1. Торговельне підприємство "Гріль" реалізує страву "Куряче філе" за ціною 5 грн. 95 коп. за порцію. Змінні одиничні витрати становитимуть 4 грн. 15 коп. Очікуваний протягом дев'яти місяців (з березня місяця по грудень) обсяг збуту 15500 порцій. Постійні поточні витрати на наступні дев'ять місяців передбачаються в розмірі 18000 грн. На початок планового періоду підприємство планує на 5000 грн. закупити обладнання, в шостому місяці придбати принтер для комп'ютера вартістю 1000 грн і протягом останніх п'яти місяців витратити 2000 грн. на ремонт деяких приміщень. Потрібно визначити в плановому періоді беззбиткові обсяги збуту курячого філе і термін їх настання, виручка від реалізації якого покрила б усі сукупні витрати цього терміну.

За визначенням, функція постійних витрат, в залежності від часу матиме наступний вигляд.

$$Z(t) = \begin{cases} 5000 + 2000t & \text{коли } t \in [0;4) \\ 13000 + 2500(t-4) & \text{коли } t \in [4;6) \\ 14000 + 2500(t-4) & \text{коли } t \in [6;9] \end{cases} \quad (20)$$

Зробимо пояснення до формули (20). Швидкість зміни постійних витрат протягом перших п'яти місяців становить  $d1 = d2 = d3 = d4 = d5 = 18000 / 9 = 2000$  грн. на місяць, а протягом останніх чотирьох місяців складає  $d6 = d7 = d8 = d9 = 2000 + 2000 / 4 = 2500$  грн.на місяць. Очевидно,  $Z1 = 5000$  грн. Величина  $Z_4 = 13000$  грн.  $= 5000 + 2000 \times 4$  визначає розмір поточних постійних витрат на кінець першого планового періоду  $[0;4]$ , а саме, сума  $Z6 = 14000 = 13000$  плюс разова виплата в розмірі 1000 грн. відображає постійні витрати на початок третього планового періоду,

Запишемо параметричне рівняння маржинального прибутку,

$$P(t) = (C - U) \frac{X_p}{T} t = (5.95 - 4.15) \frac{15500}{9} t = 3100 t \quad (21)$$

Розв'язки рівняння  $P(t) = Z(t)$  визначатимуть моменти настання беззбитковості. Рівняння  $5000 + 2000t = 3100t$  має єдиний корінь  $t = 5000 / 1100 = 4,5$ , який не попадає в проміжок  $[0;5)$ . Рівняння  $13000 + 2500(t-4) = 3100t$ , або  $3000 = 600t$  на проміжку  $[4;6)$  має єдиний корінь  $t = 5$  місяців. Рівняння  $14000 + 2500(t-4) = 3100t$  або  $4000 = 600t$  має на відрізку  $[6;9]$  корінь  $t = 6,667$  місяців. Таким чином, маємо два моменти часу, за яких може наступити в плановому періоді беззбитковість. Значення точок беззбитковості знайдемо із параметричного рівняння обсягу випуску продукції,  $X(t) = (X_p / T) t$  при  $t = 5$ ;  $X(5) = (15500 / 9)5 = 8611$  од., при  $t = 6,667$ ,  $X(6.6) = 11480$  од.

Визначимо періоди беззбитковості. Так як  $Z(0) > P(0)$ , то протягом п'яти місяців. Тобто на проміжку часу  $[0;4)$  підприємство буде збитковим. Від п'яти до 6,6 місяця підприємство також буде збитковим. Для перевірки цього факту досить взяти довільне значення із проміжку  $[4;6.6)$ , скажімо  $t = 6$ , і підставити в (20) одержимо,  $Z(6) = 14000 + 2500(6-4) = 19000 > P(6) = 3100 \times 6 = 18600$ . Протягом останніх чотирьох місяців підприємство у своїй діяльності має бути беззбитковим. Дійсно,  $Z(9) = 14000 + 2500(9-4) = 16500 < P(9) = 3100 \times 9 = 27900$ .

В кінці планового періоду виручка від реалізації продукції складатиме

$$C \frac{X_p}{T} t = 5.95 \frac{15500}{9} 9 = 92230 \text{ грн.}, \quad \text{змінні} \quad \text{витрати,}$$

$$U \frac{X_p}{T} t = 4.15 \frac{15500}{9} 9 = 64330 \text{ грн.}$$

Якщо співставляти всю виручку до всіх сукупних витрат планового періоду (за 9 місяців), то мінімальний об'єм продукції, який забезпечить їх співпадання

$$\text{становитиме } \frac{Z(9)}{C-U} = \frac{14000 + 2500(9-4)}{5.95 - 4.15} = \frac{26500}{1.8} = 4569 \text{ порцій.}$$

Наприклад, всі інвестиційні затрати в розмірі  $4,15 \times 4569 + 26500$ , направлені на покриття сукупних витрат, можуть бути відшкодовані за рахунок виручки від реалізації 4569 порцій.

Ручний розрахунок, як видно із прикладу, для визначення термінів беззбитковості і самих точок беззбитковості, є надто громіздким. Звичайно, найкращим варіантом їх пошуку тобто пошуку абсцис точок перетину прямої маржинального прибутку і ламаної постійних витрат, є комп'ютерний варіант. Пропонується в системі Mathcad Pro відповідна програма знаходження цих точок.

Провести повну автоматизацію розрахунків можна, використавши наприклад, системи комп'ютерної математики такі як Mathcad 11. В цій системі складена програма визначення точок беззбитковості. Приведемо ті її фрагменти, які потрібні користувачам, опускаючи ту частину програми, що відповідає за розрахунки.

Розрахунок і геометричне визначення точок беззбитковості однопродуктового виробництва із змінними "постійними витратами"

В таблицю "с" потрібно внести: ціну реалізації одиниці продукції; в таблицю "zv"- змінні витрати на одиницю продукції; в таблицю "pl" - плановий випуск продукції; в таблицю "grpv"- разові постійні витрати кожного періоду; в таблицю "pprv" – поточні постійні витрати кожного періоду.

с =	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;"></td><td style="text-align: center;">1</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">5.95</td></tr> </table>		1	1	5.95	zv =	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;"></td><td style="text-align: center;">1</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">4.15</td></tr> </table>		1	1	4.15	pl =	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50%;"></td><td style="text-align: center;">1</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">15500</td></tr> </table>		1	1	15500							
	1																							
1	5.95																							
	1																							
1	4.15																							
	1																							
1	15500																							
grpv =	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 10%;"></td><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">6</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">8</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">5000</td><td style="text-align: center;">0</td><td></td><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">1000</td><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td></tr> </table>					0	1	2	3	4	5	6	7	8	0	5000	0		0	0	1000	0	0	0
	0	1	2	3	4	5	6	7	8															
0	5000	0		0	0	1000	0	0	0															
pprv =	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 10%;"></td><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">6</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">8</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">2000</td><td style="text-align: center;">2000</td><td style="text-align: center;">2000</td><td style="text-align: center;">2500</td><td style="text-align: center;">2500</td><td style="text-align: center;">2500</td><td style="text-align: center;">2500</td><td style="text-align: center;">2500</td><td style="text-align: center;">2500</td></tr> </table>					0	1	2	3	4	5	6	7	8	0	2000	2000	2000	2500	2500	2500	2500	2500	2500
	0	1	2	3	4	5	6	7	8															
0	2000	2000	2000	2500	2500	2500	2500	2500	2500															

**Результати:**

Точка беззбитковості =  $(8,611 \times 10^3 \quad 1,148 \times 10^4)$

Періоди настання беззбитковості =  $(5 \quad 6,667)$

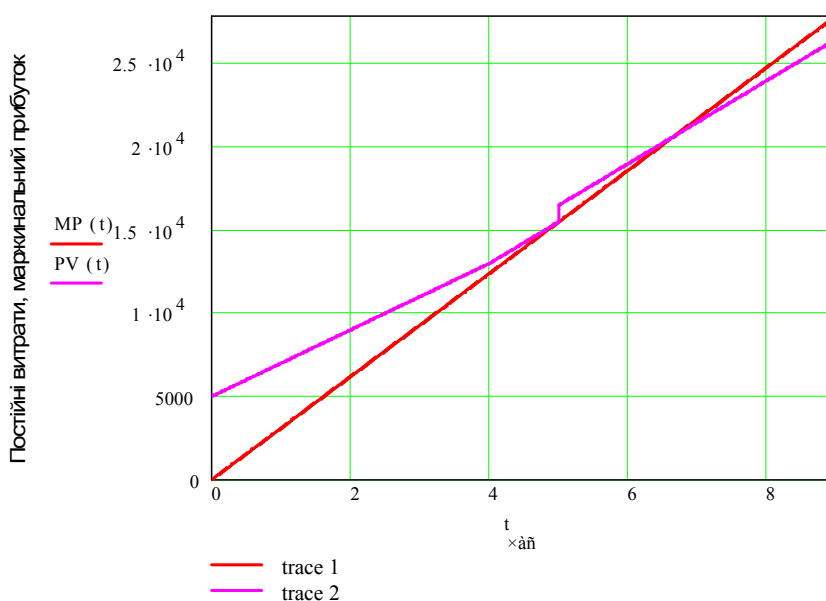
Прибуток на початок планового періоду =  $-5 \times 10^3$

Прибуток на кінець планового періоду =  $2,79 \times 10^4$

Виручка в точках беззбитковості =  $(5,124 \times 10^4) \quad 6,831 \times 10^4$

Маржинальний прибуток в точках беззбитковості =  $(1,55 \times 10^4 \quad 2,067 \times 10^4)$

Період = ("збитковий" "збитковий" "прибутковий")



**Рис. 1** Графічне зображення точок беззбитковості



Розглянемо приклад визначення точки беззбитковості у випадку багато продуктового виробництва.

Приклад 2. Торговельне підприємство "Гріль" реалізує дві страви "Куряче філе" і "Качине філе" за ціною 5 грн. 95 коп. і 4 грн. 90 коп. за порцію відповідно. Змінні одиничні витрати становитимуть 4 грн. 15 коп і 3 грн 50 коп. відповідно. Очікуваний протягом дев'яти місяців (з березня місяця по грудень) обсяг збуту 15500 порцій "Куряче філе" і 14900 порцій "Качине філе". Постійні поточні витрати на наступні дев'ять місяців передбачаються в розмірі 18000 грн. На початок планового періоду підприємство планує на 5000 грн. закупити обладнання, в шостому місяці придбати принтер для комп'ютера вартістю 1000 грн. і протягом останніх п'яти місяців витратити 2000 грн. на ремонт деяких приміщень. Потрібно визначити в плановому періоді беззбиткові обсяги збуту курячого філе і термін їх настання, виручка від реалізації якого покрила б усі сукупні витрати цього терміну.

Потрібні розрахунки в прикладі 2 приводяться на основі комп'ютерної системи Mathcad Prq, фрагменти якої приведені нижче.

Розрахунок і геометричне визначення точок беззбитковості багатопродуктового виробництва із змінними "постійними витратами"

В таблицю "с" потрібно внести: ціни реалізації одиниці продукції кожного виду; в таблицю "zv" – змінні витрати на одиницю продукції кожного виду; в таблицю "pl" - планові випуски продукції по кожному виду; в таблицю "grv"- разові постійні витрати кожного періоду; в таблицю "prpv" - поточні постійні витрати кожного періоду.

$$c = \begin{array}{|c|c|c|} \hline & 0 & 1 \\ \hline 0 & 5.95 & 4.9 \\ \hline \end{array}$$

$$zv = \begin{array}{|c|c|c|} \hline & 0 & 1 \\ \hline 0 & 4.15 & 3.5 \\ \hline \end{array}$$

$$pl = \begin{array}{|c|c|c|} \hline & 1 & 2 \\ \hline 1 & 15500 & 14900 \\ \hline \end{array}$$

$$grv = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|} \hline & 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 \\ \hline 0 & 5000 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1000 & 0 & 0 & 0 \\ \hline \end{array}$$

$$prpv = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|} \hline & 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 \\ \hline 0 & 2000 & 2000 & 2000 & 2000 & 2500 & 2500 & 2500 & 2500 & 2500 \\ \hline \end{array}$$

### Результати

Періоди настанн беззбитковості = (1,463)   Період = ("збитковий" "прибутковий")

Точки беззбитковості =  $(2,52 \times 10^3 \quad 2,422 \times 10^3)$

Прибуток на початок планового періоду =  $-5 \times 10^3$

Прибуток на кінець планового періоду =  $4,876 \times 10^4$

Виручка в точках беззбитковості =  $2,686 \times 10^4$

Маржинальний прибуток в точках беззбитковості =  $7,926 \times 10^3$

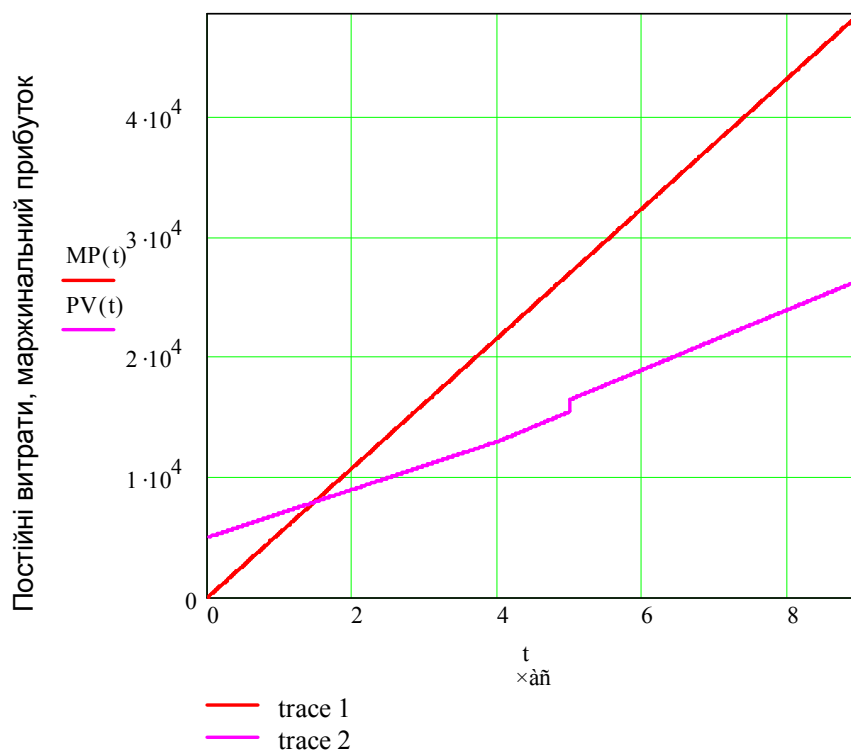


Рис. 2 Графічне зображення точок беззбитковості

Розрахунки за комп'ютерною програмою дають зробити підсумок в тому, що стан беззбитковості наступить приблизно через півтора місяця. За цей період потрібно буде виробити 2520 порцій "Куряче філе" і 2422 порцій "Качине філе". Протягом 1,5 місяця підприємство буде збитковим, решту часу – прибутковим.

**Висновки.** В даній роботі започатковується розгляд ідеалізованої моделі в тому розумінні, що: 1) збут продукції збігається в часі з її виробництвом. Взагалі між збутом продукції і її виробництвом існує відповідний лаг. 2) змінні витрати і виробництво теж відбуваються одночасно. В більшості випадків це не так. 3) ціна реалізації і одиничні змінні витрати протягом планового періоду лишаються незмінними. 4) початок випуску і закінчення випуску всіх видів продукції відбувається в плановому періоді одночасно. Така умова природно може порушуватись. 5) пропонується розбиття планового періоду рівномірним. Таким чином, періоди настання беззбитковості розраховуються з точністю до періоду розбиття планового періоду. Насправді розбиття планового періоду повинно відповідати змінам постійних витрат протягом планового періоду. 6) початок зміни постійних витрат відноситься на початок періоду розбиття. Така ситуація, як відомо, не завжди співпадає з реальністю.

З огляду на виконання всіх перерахованих пунктів 1) – 6) можливі подальші узагальнення в побудові моделей беззбитковості.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Щехорський А.Й. Моделі планових беззбиткових обсягів виробництва. Проблеми теорії та методології бухгалтерського обліку, контролю і аналізу / А.Й. Щехорський // Міжнародний збірник наукових праць. / Серія бухгалтерський облік, контроль і аналіз. – Випуск 3 (6) – Житомир ЖДТУ. – 2006. – с. 186-199.