

УДК 33.519.7

Клепікова О.А.

кандидат економічних наук,

доцент кафедри економічної кібернетики та інформаційних технологій

Одеського національного політехнічного університету

Сільвестрова Ю.С.

студент кафедри економічної кібернетики та інформаційних технологій

Одеського національного політехнічного університету

Клепікова О.А., Сільвестрова Ю.С. **МОДЕЛЮВАННЯ БЕЗБИТКОВОСТІ ПІДПРИЄМСТВА З УРАХУВАННЯМ ОБМЕЖЕНЬ**

Стаття присвячена дослідженню прибутку, витрат, точки безбитковості підприємств харчової промисловості. Побудовано оптимізаційну модель для знаходження точки безбитковості з урахуванням обмежень на об'єми виробництва по кожному асортименту продукції.

Ключові слова: прибуток, змінні витрати, постійні витрати, точка безбитковості, оптимізаційна модель

Клепикова О.А., Сильвестрова Ю.С. **МОДЕЛИРОВАНИЕ БЕЗУБЫТОЧНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ С УЧЕТОМ ОГРАНИЧЕНИЙ**

Статья посвящена исследованию прибыли, затрат, точки безубыточности предприятий пищевой промышленности. Построена оптимизационная модель для нахождения точки безубыточности с учетом ограничений на объемы производства по каждому ассортименту продукции.

Ключевые слова: прибыль, переменные затраты, постоянные затраты, точка безубыточности, оптимизационная модель

Klepikova O.A, Silvestrova J.S. **SIMULATION OF BREAKEVEN COMPANIES WITH RESTRICTIONS**

The article investigates profits, costs, break-even point by the example of the food industry. Optimization model was constructed to find the break-even point with the limitations of production volumes for each product range.

Keywords: profit, variable costs, fixed costs, break-even point, optimization model

Постановка проблеми. Розвиток економіки держави залежить від стабільного розвитку промисловості. Промисловість завжди була фундаментальною частиною економіки. Протягом останнього десятиліття ми спостерігали її підйоми та падіння. Відомо, що значну долю надходжень у державному бюджеті становлять саме доходи від промисловості. Її розвиток призводить до покращення умов соціального життя населення, збагачення культурних та духовних цінностей, збільшення заробітних плат, інновації в сфері медицини, освіти, науки та ін. Науково-технічний прогрес допоміг удосконалити систему випуску продукції, шляхом нововведень в організаційних і технічних умовах роботи на підприємствах. Це дозволило розширити випуск продукції та вдосконалити її якість. Проте залишається багато невирішених проблем, пов'язаних з подальшим розвитком підприємств кожної галузі промисловості. Так, одні підприємства розвиваються, а інші, в той самий час, переживають кризу. Таким чином, виникає потреба дослідження шляхів отримання прибутку, точки беззбитковості з урахуванням як внутрішніх, так і зовнішніх чинників.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню та аналізу точки беззбитковості у науковій літературі приділено багато уваги вітчизняними та зарубіжними науковцями, зокрема В.К. Складенко, О.І. Волков, Н.В. Шандова, А.П. Гайдучський, І.О. Бланк, А.С. Гальчинський, О.В. Тарасова, В.П. Савчук, Т.О. Погорєлова, І.І. Лукінов, А.В. Пастир, А.А. Пересада, Я.В. Риженко, В.Г. Федоренко, Н.М. Ткаченко, М.П. Денисенко, М.А. Вахрушіна, А.Я. Ілуща, І.А. Ламискін, Д.О. Жернова, Н.Б. Кирич, О.А. Хлистунов та ін. Проте, незважаючи на значний вклад та глибокий зміст проведених робіт вченими деякі питання щодо подальшого аналізу беззбитковості з урахуванням обмежень із застосуванням економіко-математичного моделювання

залишаються невирішеними. Це зумовлює актуальність даної теми та потребує подальшого вивчення.

Постановка завдання. Основним завданням статті є дослідження темпів прибутку, причин його коливання та точки беззбитковості з урахуванням потужностей виробництва та замовлень споживачів.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Для прийняття зважених рішень на виробництві та запобігання значних втрат керівники проводять аналіз рівня прибутку із дослідженням чинників, які на нього впливають. Основою для такого аналізу є дослідження точки беззбитковості. Завдяки аналізу беззбитковості менеджер або керівник компанії може вирішити проблеми, які виникають в результаті змін основних напрямів діяльності: вплив на дохід зниження ціни продажу, обсяг виготовленої продукції для сплати додаткових витрат на розширення підприємства, закупівля ресурсів для виробництва та ін. [1].

Розрахунок та аналіз точки беззбитковості підприємства наділяє керівництво наступною інформацією: визначення чинників, які впливають на зміну прибутку; можливість проаналізувати як потрібно змінити обсяг продажу або об'єм виробництва, якщо коливатиметься ціна товару; вирішення питань щодо подальшого вкладання грошей в проект та ін.

Точка беззбитковості (BEP) представляє собою ситуацію, під час якої загальний дохід (TR) дорівнює сумарним витратам (TC). Існує три методи розрахунку беззбитковості: графічний метод, метод рівнянь, метод маржинального доходу. Для аналізу беззбитковості в умовах невизначеності з урахуванням зовнішніх чинників можливо застосовувати сучасні технології комп'ютерного (імітаційного) моделювання [5].

Графічний метод обчислення точки беззбитковості заснований на побудові універсального графіка «Прибуток – Затрати – Обсяг виготовленої продукції». Для побудови графіку необхідно виконати наступні кроки: будується лінія постійних затрат (FC); обчислюються загальні витрати (сумма постійних та

змінних витрат) та будується пряма TC, яка характеризує це значення; розраховується сума доходу від реалізації продукції (TR) – рис. 1.

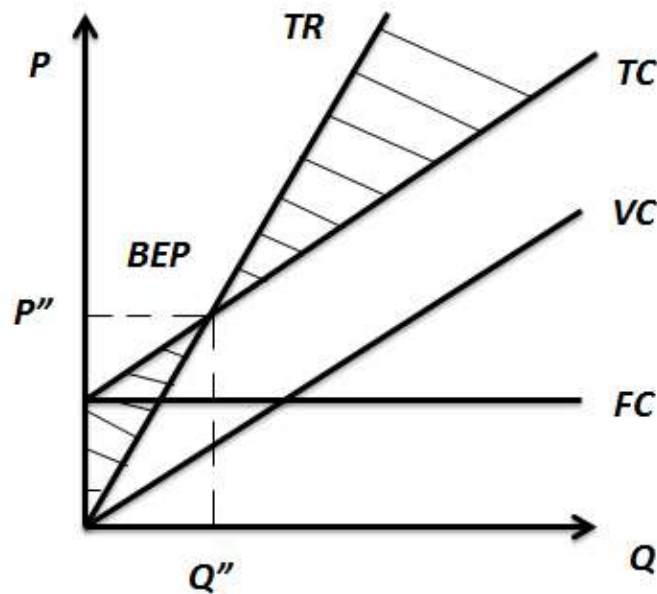


Рис. 1. Графік точки безбитковості

У точці безбитковості (BEP) прибуток дорівнює 0, а валовий дохід дорівнює загальним витратам. Якщо об'єм реалізованої продукції менше порогового об'єму виробництва, то підприємство потерпить збитків [1, 2]

Метод рівнянь дозволяє обчислювати прибуток підприємства:

$$\text{Прибуток} = \text{Валовий дохід (виручка)} - VC - FC, \quad (1)$$

де VC – змінні витрати на одиницю продукції; FC – постійні витрати.

Змінні витрати на одиницю продукції (VC) – це витрати, які переносяться на виготовлення кожної одиниці продукції. Постійні витрати (FC) – це витрати, які потрібно сплачувати незалежно від обсягу виробництва.

Точку безбитковості розраховують за таким алгоритмом: для початку показник прибутку дорівнює 0. Підставимо нульовий прибуток у формулу 1:

$$P * BEP - VC * BEP - FC = 0 \Rightarrow BEP = FC / (P - VC), \quad (2)$$

де P – ціна за одиницю продукції; BEP – пороговий об'єм виробництва (точка безбитковості).

Метод маржинального прибутку є різновидом методу рівнянь.

Маржинальний прибуток (МП) можна представити як джерело відшкодування постійних витрат та сприяння для формування прибутку. В економічній літературі маржинальний прибуток називають граничним доходом, маржинальним доходом та ін. Дані терміни допомагають краще розкрити зміст цього поняття. Точка безбитковості (поріг рентабельності) розраховується за формулою 3:

$$BEP = FC / НМП, \quad (3)$$

де НМП – норма маржинального прибутку, яка розраховується за формулою 4 [1].

$$НМП = МП / \text{Валовий дохід (або виручка)} \quad (4)$$

Характеристику темпів можливого росту прибутку відображає операційний важіль (ОВ). ОВ вказує на скільки відсотків зміниться прибуток при зміні виручки на один процент [3]. Ефект ОВ розраховується за формулою 5.

$$EOB = МП / П, \quad (5)$$

де EOB – ефект операційного важеля; $МП$ – маржинальний прибуток; $П$ – прибуток підприємства.

Ефект операційного важеля найбільш виражений у коротких періодах. Постійні витрати незмінні протягом деякого часу. Якщо під час збільшення об'єму продажу відбудеться ріст постійних витрат, то підприємство повинно подолати нову точку безбитковості або ж пристосуватися до неї. Після такої ситуації ефект виробничого важеля проявляється в нових умовах виробництва повному. Точка безбитковості розраховується за формулою 6:

$$BEP = \text{Виручка (або валовий дохід)} * FC / МП \quad (6)$$

За основу побудови оптимізаційної моделі використаємо метод рівнянь.

В табл.1 зведені доходи від реалізації підприємства за 2010-2014 роки. Згідно даним сміди, компанія зазнає втрат [3].

Таблиця 1

Доходи від реалізації соків та дитячого харчування

Прибуток від реалізації продукції, роки	Сумма, грн
2010	1286000
2011	-81000
2012	-4869000
2013	376000
2014	-1372000

Як видно з табл. 1 у певні періоди підприємство зазнає втрат (рис. 1).



Рис. 2. Графік прибутку підприємства

Низькі прибутки пов'язані з потребою в інноваційних технологіях, устаткуванні аналізом та потребами ринку та ін. (рис. 2). Ця проблема загострилась після вступу України до СОТ. Для виходу продукції на продовольчий ринок,

компанія мусить дотримуватись вимог стандартизації, виробництва та контролю якості продукції, інноваційних моделей розвитку та ін. Виконання цих кроків потребує аналізу беззбитковості з урахуванням обмежень [4].

У табл. 2 містяться дані про продукцію підприємства харчової промисловості за 2014 рік, ціни, змінні та постійні витрати підприємства.

Таблиця 2

Асортимент продукції підприємства харчової промисловості

Найменування продукції	Об'єм, л	Ціна, грн. за одиницю	Змінні витрати, грн. за одиницю	Постійні витрати, грн.
Сік «Jaffa»	2л	23,75	20,65	1347000
	1л	21	18,26	1458000
	0,2л	4,7	4,08	582000
Сік «Наш сік»	0.2л	4,5	3,91	352000
	0.5л	8,7	7,57	529000
	1л	13,4	11,65	879000
	1.5л	18,9	16,43	753000
	2л	19,5	16,96	641000
Сік «Джусік»	0.2	5,2	4,52	502000
Сік «Соковита»	0.2л	4,6	4	527000
	1л	12,75	11,09	1295000
Дит.харчув. «Чудо-Чудо»	0.13л	9	7,83	672000
	0.17л	12	10,43	857000

Щоб визначити ВЕР потрібно враховувати наступні чинники: ціну одиниці реалізованої продукції, змінні витрати на одиницю продукції і постійні витрати. При цьому ціна (Р) вказує, на обсяг доходу, який підприємство отримає від реалізації кожної одиниці товарів або послуг.

Розрахуємо точку беззбитковості для соків за формулою (2). Результати розрахунків представлені в табл. 3. Тобто, для кожного найменування продукції вказано – яку кількість необхідно виготовити, щоб покрити загальні витрати на виробництво.

Точка беззбитковості продукції

Найменування продукції	Об'єм, л	ВЕР, шт
Сік «Jaffa»	0,2л	939710
	1л	532117
	2л	434516
Сік «Наш сік»	0.2л	596610
	0.5л	468142
	1л	502286
	1.5л	304858
	2л	252362
Сік «Джусік»	0.2	738235
Сік «Соковита»	0.2л	878333
	1л	780120
Дитяче харчування «Чудо-Чад»	0.13л	574359
	0.17л	545860

Для керівників та менеджерів компанії інтерес представляє знаходження точки беззбитковості для сукупного випуску з урахуванням вже існуючих замовлень на продукцію (табл. 4). За аналізом відділу маркетингу соки «Джусік», Сік «Соковита», дитяче харчування «Чудо-Чад» слід виготовляти в обмеженій кількості (табл. 5). Врахуємо цей факт при побудові оптимізаційної моделі.

Таблиця 4

Замовлення у плановому періоді

Найменування продукції	Об'єм, л	Кількість, шт
Сік «Jaffa»	0,2л	200000
	1л	400000
	2л	300000
Сік «Наш сік»	0.2л	400000
	0.5л	350000
	1л	500000
	1.5л	300000
	2л	210000

Попит (прогнозований) у плановому періоді

Найменування продукції	Об'єм, л	Попит, шт
Сік «Джусік»	0.2	500000
Сік «Соковита»	0.2л	600000
	1л	550000
Дитяче харчування «Чудо-Чудо»	0.13л	450000
	0.17л	35000

Постійні витрати підприємство повинно нести в обсязі незалежно від кількості вироблених соків, тому, щоб домогтися мінімізації капітальних вкладень, необхідно мінімізувати сумарні змінні витрати. Таким чином, основною метою оптимізаційної задачі буде знайти виробничий план з найменшими змінними витратами, у якому враховані вже прийняті замовлення та прогнозований аналіз ринку, і, який приносить дохід, рівний сумарним витратам (табл. 4-5) [4]. Щоб отримати рівняння точки беззбитковості в залежності від кількості виготовлених соків, визначимо змінні оптимізаційної моделі таким чином:

соки «Jaffa» об'ємом у 2л – j_1 , 1л – j_2 , 0,2л – j_3 ;

«Наш сік» об'ємом у 0,2 л – n_1 , 0,5л – n_2 , 1л – n_3 , 1,5л – n_4 , 2л – n_5 ;

«Джусік» об'ємом 0,2 л – g ;

сік «Соковита» об'ємом 0,2л – s_1 , 1л – s_2 ;

дитяче харчування «Чудо-Чудо» об'ємом 0,13л – d_1 , 0,17л – d_2 .

Тоді рівняння точки беззбитковості матиме наступний вигляд:

$$23,75j_1 + 21j_2 + 4,7j_3 + 4,5n_1 + 8,7n_2 + 13,4n_3 + 18,9n_4 + 19,5n_5 + 5,2g + 4,6s_1 + 12,75s_2 + 9d_1 + 12d_2 = 20,65j_1 + 18,26j_2 + 4,08j_3 + 3,91n_1 + 7,57n_2 + 11,65n_3 + 16,43n_4 + 16,96n_5 + 4,54g + 4s_1 + 11,09s_2 + 7,83d_1 + 10,43d_2 + 10394000,$$

де 10394000 – сума усіх постійних витрат.

Таким чином цільова функція (сумарні змінні витрати) має вигляд:

$$20,65j_1 + 18,26j_2 + 4,08j_3 + 3,91n_1 + 7,57n_2 + 11,65n_3 + 16,43n_4 + 16,96n_5 + 4,52g + 4s_1 + 11,09s_2 + 7,83d_1 + 10,43d_2 \rightarrow \min$$

При обмеженнях:

$$3,1j_1+2,74j_2+0,62j_3+0,59n_1+1,13n_2+1,75n_3+2,47n_4+2,54n_5+0,68g+0,6s_1+1,66s_2+1,17d_1+1,57d_2=10394000$$

$$j_1 \geq 200000;$$

$$j_2 \geq 400000;$$

$$j_3 \geq 300000;$$

$$n_1 \geq 400000;$$

$$n_2 \geq 350000;$$

$$n_3 \geq 500000;$$

$$n_4 \geq 300000;$$

$$n_5 \geq 210000;$$

$$g \leq 500000;$$

$$s_1 \leq 600000;$$

$$s_2 \leq 550000;$$

$$d_1 \leq 450000;$$

$$d_2 \leq 350000;$$

$$j_1, j_2, j_3, n_1, n_2, n_3, n_4, n_5, g, s_1, s_2, d_1, d_2 \geq 0$$

$j_1, j_2, j_3, n_1, n_2, n_3, n_4, n_5, g, s_1, s_2, d_1, d_2$ – цілі значення

Для розв'язку цієї задачі скористаємось функцією «Пошук рішень» в Microsoft Excel.

Модель для пошуку точки безбитковості у Microsoft Excel представлено на рис. 3.

У рядку «Вироблено» – невідомі змінні моделі, які розраховуються функцією «Пошук рішення». В економічному сенсі – це загальна кількість по кожному виду продукції. Остання комірка у рядку (=69748485) – це результат розрахунку цільової функції, тобто мінімальні сумарні змінні витрати.

Кількість продукції, яку необхідно виготовити для досягнення точки безбитковості представлено в табл. 5.

Найменування продукції	Сік «Jaffa»			Сік «Наш сік»					Сік «Джусік»	Сік «Соковита»		Дит. харчув. «Чудо-Чудо»		
	Об'єм, л	2л	1л	0,2л	0.2л	0.5л	1л	1.5л	2л	0.2	0.2л	1л	0.13л	0.17л
Змінні витрати, грн. за одиницю	20,65	18,26	4,08	3,91	7,57	11,65	16,43	16,96	4,52	4	12,75	7,83	10,43	
Вироблено	701086	680847	410779	405354	387874	500791	631679	644565	123768	109187	302128	212948	285852	69748485

Ресурси															Потрібно виробити
Найменування продукції	Сік «Jaffa»			Сік «Наш сік»					Сік «Джу сік»	Сік «Соковита»		Дит. харчув. «Чудо-Чудо»			
Об'єм, л	2л	1л	0,2л	0.2л	0.5л	1л	1.5л	2л	0.2л	0.2л	1л	0.13л	0.17л		
Майбутні витрати на виробництво	3,1	2,74	0,62	0,59	1,13	1,75	2,47	2,54	0,68	0,6	1,7	1,17	1,57	10394000 = 10394000	
Мін. Виробництво «Jaffa»	2л	1												701086 >= 200000	
	1л		1											680847 >= 400000	
	0,2л			1										410779 >= 300000	
Мін. Виробництво «Наш сік»	0,2л				1									405354 >= 400000	
	0,5л					1								387874 >= 350000	
	1л						1							500791 >= 500000	
	1,5л							1						631679 >= 300000	
	2л								1					644565 >= 210000	
Мін. Виробництво «Джусік»	0,2л									1				123768 <= 500000	
Мін. Виробництво «Соковита»	0,2л										1			109187 <= 600000	
	1л											1		302128 <= 550000	
Мін. Виробництво дит. харч. «Чудо-Чудо»	0,13л												1	212948 <= 450000	
	0,17л												1	285852 <= 350000	

Рис. 3. Модель для пошуку точки беззбитковості у Microsoft Excel

Таблиця 5

Об'єм випуску продукції для точки беззбитковості

Найменування продукції	Об'єм, л	Вироблено, шт
Сік «Jaffa»	0,2л	410779
	1л	680847
	2л	701086
Сік «Наш сік»	0.2л	405354
	0.5л	387874
	1л	500791
	1.5л	631679
	2л	644565

Найменування продукції	Об'єм, л	Вироблено, шт
Сік «Джусік»	0.2	123768
Сік «Соковита»	0.2л	109187
	1л	302128
Дит.харчув. «Чудо-Чадо»	0.13л	212948
	0.17л	285852

Висновки та перспективи подальшого розвитку. Точка беззбитковості з урахуванням потреб споживачів продукції має зовсім інший сенс, оскільки вона орієнтує підприємство на ринковий об'єм випуску продукції. Завдяки наведеній оптимізаційній моделі підприємство отримує інформацію про те, скільки необхідно виготовити кожного виду продукції, щоб покрити витрати та задовольнити потреби споживачів.

Бібліографічний список:

1. Погорєлова Т.О Як досягти точки беззбитковості / Т.О. Погорєлова, А.І. Бурлака// Вісник НТУ «ХПІ». - 2014. - Вип. 34. - С. 158-162. - Режим доступу: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe
2. Дейнеко Л. В. Шляхи та перспективи оновлення потенціалу харчової промисловості України / Л. В. Дейнеко, Е. І. Шелудько // Екон. вісн. ун-ту : зб. наук. пр. - 2013. - Вип. 21/1. - С. 82-89. - Бібліогр.: 6 назв. - укр.
3. Офіційний сайт SMIDA [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://smida.gov.ua/>
4. Мур Дж., Уэдерфорд Л. Экономическое моделирование в Microsoft Excel, 6-е изд. : пер. с англ. / Дж. Мур, Л. Уэдерфорд. – М : Издательский дом «Вильямс», 2004. – 1024 с.
5. Клепікова О. А. Імітаційна модель страхової компанії як спосіб досягнення стратегічних фінансових цілей [Електронний ресурс] / О.А. Клепікова // Економіка: реалії часу. Науковий журнал. – 2013. – № 4 (9). – С. 195-201. – Режим доступу до журн.: <http://www.economics.opu.ua/2013/n4.html>