

яких підприємство відмовляється на користь зберігання товару, який вже пройшов процедуру розмитнення. Сумарні витрати, в припущенні, що витрати на переміщення товарів з митного на, так би мовити, звичайний склад дорівнюють 0, а витрати зберігання товару на МЛС і звичайному складі рівні між собою, можна представити наступним виразом:

$$C(q) = \frac{r_f D}{q} + \frac{kr_c q}{2} \rightarrow \min_{q>1}, \quad (1)$$

де r_f - постійні витрати на розмитнення партії товару;

r_c - змінні витрати розмитнення партії товару;

k - ефективна процентна ставка на грошові кошти в розглядуваному періоді часу (приймається як постійна величина);

D - попит на розмитнений товар протягом розглядуваного періоду часу.

Очевидно, що чим більше q , тим більше середній залишок розмитненого товару, $q/2$, і тим менше середній обсяг коштів (які було витрачено на розмитнення) або на рахунок, або вкладених в короткострокові цінні папери, або інвестованих іншим чином, тобто, більшими є втрачені вигоди від процентного доходу.

Представляє інтерес аналіз структури постійних та змінних витрат, які входять до складу представленої моделі сумарних витрат, рівняння (1).

До постійних витрат митного оформлення партії товару можна віднести витрати, пов'язані з заповненням митної декларації (ціна бланків); проведенням митного оформлення за місцем дії митного посту; проведенням митного огляду товару на МЛС; залученням інспектора митниці для проведення митного оформлення поза робочий час.

До змінних витрат можна віднести: митні збори; ставку мита; ПДВ; акцизний збір, якщо товар є піддакцизним.

Щоб знайти оптимальне значення розміру партії товару, що підлягає розмитненню, візьмемо похідну по q і прирівняємо її до 0. Таким чином, оптимальне значення розміру партії товару, що підлягає розмитненню, складе:

$$q_{opt} = \sqrt{\frac{2r_f D}{r_c i}} \quad (2)$$

Висновок. Представлена модель встановлення оптимального розміру партії товару, що підлягає розмитненню, дає концептуальне економічне обґрунтування умов розв'язання проблем ефективного руху товарів, які підлягають митному контролю, за обставин порівняно невисокого ступеня невизначеності попиту на розмитнений товар в періоді між черговими поставками. Коли останнє припущення не є ґрунтовним, то розв'язання вищезазначених проблем вимагає застосування стохастичних моделей.

Література

1. Букан ДЖ., Кенигсберг Э. научное управление запасами. – М.: Издательство «Наука», 1967.- 423 с.

УДК : 658:656

ВИБІР РАЦІОНАЛЬНИХ ВАРІАНТІВ ВИКОРИСТАННЯ ФІНАНСОВИХ РЕСУРСІВ В ІННОВАЦІЙНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ ЗА ДОПОМОГОЮ МОДЕЛІ ДИНАМІЧНОГО ПРОГРАМУВАННЯ

Снісько І.С.

Постановка проблеми. В умовах ринкової економіки суб'єкт господарювання прагне формувати та використовувати потенціал з найбільшою ефективністю. Це є справедливим і для управління фінансовими ресурсами підприємства. При цьому рівень конкурентоспроможності підприємств в значній мірі визначається ефективністю його інноваційної діяльності. Ця проблема особливо гостро постає перед підприємствами в кризові та післякризові періоди, коли вони змушені

не тільки диверсифікувати виробництво, а й визначати нові ефективні напрямки господарської діяльності. У зв'язку з цим підприємствам необхідно визначати реальні та ефективні джерела фінансування, приймати рішення щодо формування фінансових ресурсів та пошуку оптимальних варіантів їх використання. При прийнятті оптимальних управлінських рішень стосовно даної проблеми виникає низка питань методичного та практичного характеру.

Мета статті. Визначити методичні та практичні аспекти прийняття рішень по оптимальному управлінню наявними фінансовими ресурсами підприємства на основі обґрунтованого вибору раціональних варіантів їх вкладання в інноваційну діяльність за допомогою моделювання з використанням математичного апарату динамічного програмування та з урахуванням багатоваріантності її розв'язку.

Аналіз літературних джерел. Розглянуто теоретичні питання щодо використання фінансових ресурсів підприємства. Визначені основні критерії, які можуть бути використані при виборі оптимального варіанту вкладання фінансових ресурсів за допомогою економіко-математичних методів. Розглянуто алгоритми реалізації економіко-математичних методів і моделей динамічного програмування, які можуть бути використані для досягнення мети даного дослідження.

Виклад основного матеріалу. Для обґрунтування вибору оптимальної сукупності варіантів вкладання фінансових ресурсів в інноваційній діяльності підприємства застосовується концепція [1], яка базується на моделюванні процесу прийняття управлінських рішень за допомогою математичного апарату динамічного програмування. Для практичної реалізації економіко-математичної моделі динамічного програмування розроблений алгоритм її рішення [2], який передбачає можливість багатоваріантності її розв'язку з використанням різних критеріїв[3]. Використовуючи результати проведеного дослідження, у даній статті розглядаються такі чотири основні критерії: чиста теперішня вартість (ЧТВ); чистий грошовий потік (ГП); середньорічна сума чистого грошового потоку (ГП_р); чистий грошовий потік, приведений до теперішньої вартості (ГП_і).

Методичні та практичні аспекти вибору оптимального варіанта вкладання наявних фінансових ресурсів в конкретні напрямки інноваційної діяльності за допомогою моделі динамічного програмування розглянемо на прикладі.

Підприємство в своєму розпорядженні має фінансові ресурси у сумі $W=1000$ тис.грн., які повинні бути розподілені між можливими чотирма варіантами інноваційної діяльності ($j=1,2,3,4$). У кожний варіант необхідно вкласти відповідну суму фінансових ресурсів (w_j) для того, щоб цей варіант був реалізований. Існує обмеження на максимальну кількість можливих вкладень у 4-й варіант, яка дорівнює 5. При цьому кожен із варіантів приносить відповідну суму чистих грошових потоків (v_j) (або середньорічну суму чистого грошового потоку, або чистого грошового потоку, приведеного до теперішньої вартості, або чистої теперішньої вартості). Виникає завдання: визначити скільки фінансових ресурсів необхідно вкласти у кожний із варіантів для того, щоб сумарний чистий грошовий потік (або сумарне значення іншого критерію оптимальності) від їх реалізації набував максимального значення. Вихідні дані наведено в таблиці 1.

Таблиця 1.

Динаміка грошових потоків та вихідні дані для моделювання

Показники	Варіант вкладання фінансових ресурсів			
	1-й	2-й	3-й	4-й
Величина фінансових ресурсів, які необхідні для вкладання у j-й варіант, (тис. грн.)	400	200	300	100
Величина отриманого чистого грошового потоку при реалізації j-го варіанту (ГП), (тис. грн.)	2060	900	1150	490
Величина середньорічної суми отриманого чистого грошового потоку при реалізації j-го варіанту (ГП _р), (тис. грн.)	412	180	230	98
Величина отриманого чистого грошового потоку приведеного до теперішньої вартості при реалізації j-го варіанту (ГП _і), (тис. грн.)	771	374	470	185
Величина отриманої чистої теперішньої вартості при реалізації j-го варіанту (ЧТВ), (тис. грн.)	371	174	170	85

Постановка даної задачі за допомогою моделі динамічного програмування має вигляд:

Критерій оптимальності - максимум чистого грошового потоку ГП (v_j) (або ГП_р, або ГП_т, ЧТВ), який можуть забезпечити підприємству реалізовані варіанти вкладення даних фінансових ресурсів

$$V = \sum_{j=1}^4 v_j \cdot k_j \rightarrow \max \quad (1)$$

Обмеження на наявні фінансові ресурси

$$\sum_{j=1}^4 w_j \cdot k_j \leq 1000 \quad (2)$$

Обмеження на невід'ємність змінних

$$k_j \geq 0 \quad (3)$$

де v_j - чиста теперішня вартість, отримана від інвестування фінансових ресурсів в j -й варіант;
 k_j - управління, яке прийняте на етапі j про вкладення фінансових ресурсів у j -й варіант;
 w_j - фінансові ресурси, які інвестовані у j -й варіант;
 V - сумарна величина чистого грошового потоку (v_j) (або сумарне значення іншого критерію оптимальності) від усіх реалізованих варіантів.

Основними елементами даної моделі є: етап j , який ставиться у відповідність варіанту j , $j=1,2,3,4$; стан y_j на етапі j виражає сумарні витрати, пов'язані з вкладеннями певних фінансових ресурсів у варіанти, рішення про які прийняті на етапах $j+1, \dots, 4$; при цьому $y_j=0, 100, \dots, 1000$ при $j=2,3,4$; варіанти рішення k_j на етапі j описують кількість можливих вкладень в j -й варіант: $k_j \leq \lfloor W / w_j \rfloor$ - ціла частина числа (W/w_j). Якщо $1 \leq k_j$ - це означає що є певна кількість можливих аналогічних вкладень по даному варіанту. Якщо ж існує лише один подібний варіант вкладення фінансових ресурсів, то k_j може приймати лише два значення $k_j=0$ або $k_j=1$.

Вирішення даної моделі здійснюється поетапно за допомогою процедури зворотної прогонки. Інтервал величини y_j на кожному етапі приймаємо за 100 тис. грн. виходячи з вихідних даних величин фінансових ресурсів, які необхідні для реалізації чотирьох варіантів. Згідно конкретних умов задачі цей інтервал може приймати будь-яке значення. Слід зауважити що для отримання правильного рішення величина інтервальних значень y_j повинна бути кратною величинам фінансових ресурсів, які вкладаються у кожний варіант.

Крім того максимальне значення k_j на кожному етапі (від 2 до 5) звужує коло варіантів, які розглядаються та виключає недопустимі.

Розглянемо процедуру розв'язку даної економіко-математичної моделі на прикладі використання критерію чистий грошовий потік. Спочатку на останньому 4-му етапі визначаються умовно-оптимальні виграші $f_4(y_4)$ та умовно-оптимальні рішення k_4 , які за умовою задачі відповідають $\max k_4 = 5$ на основі такого рекурентного співвідношення

$$f_4(y_4) = \max_{k_4=0,1,\dots,5} \{490 \cdot k_4\}, \quad (4)$$

Потім визначаються відповідно на 3-му, 2-му та останньому 1-му етапі умовно-оптимальні виграші та умовно-оптимальні рішення, які відповідають $\max k_3=3$; $\max k_2=5$; $\max k_1=2$. Рекурентні рівняння відповідно мають такий вигляд

$$f_3(y_3) = \max_{k_3=0,1,2,3} \{1150 \cdot k_3 + f_4(y_3 - 300k_3)\}, \quad (5)$$

$$f_2(y_2) = \max_{k_2=0,1,\dots,5} \{900 \cdot k_2 + f_3(y_2 - 200k_2)\} \quad (6)$$

$$f_1(y_1) = \max_{k_2=0,1,2} \{2060 \cdot k_1 + f_2 \cdot (y_1 - 400k_1)\} \quad (7)$$

Результати моделювання по визначенню умовно-оптимальних виграшів та умовно-оптимальних рішень з використанням критерію чистий грошовий потік (ГП) наведені у таблиці 2.

Таблиця 2.

Визначення умовно-оптимальних виграшів та рішень з використанням критерію чистий грошовий потік (ГП)

y_i	Умовно-оптимальні виграші та рішення на етапах							
	4-ому		3-ому		2-ому		1-ому	
	$f_4(y_4)$	k_4	$f_3(y_3)$	k_3^*	$f_2(y_2)$	k_2	$f_1(y_1)$	k_1
0	0	0	0	0	0	0	0	0
100	490	1	490	0	490	0	490	0
200	980	2	980	0	980	0	980	0
300	1470	3	1470	0	1470	0	1470	0
400	1960	4	1960	0	1960	0	2060	1
500	2450	5	2450	0	2450	0	2550	1
600	2450	5	2620	1	2860	1	3040	1
700	2450	5	3110	1	3350	1	3530	1
800	2450	5	3600	1	3760	2	4120	2
900	2450	5	3770	2	4250	2	4610	2
1000	2450	5	4260	2	4660	3	5100	2

За даним критерієм при заданому $W \leq 1000$ тис.грн. безумовно оптимальним є такий варіант розподілу ресурсів між варіантами, при якому цільова функція (величина отриманого чистого грошового потоку) досягає свого максимального значення: $(k_1; k_2; k_3; k_4) = (2; 0; 0; 2)$: $W = (400 \cdot 2 + 200 \cdot 0 + 300 \cdot 0 + 100 \cdot 2) = 1000$ (т. грн.) та $V = (2060 \cdot 2 + 900 \cdot 0 + 1150 \cdot 0 + 470 \cdot 2) = 5060$ (т. грн.)

При використанні критерію середньорічного чистого грошового потоку маємо аналогічний попередньому оптимальний варіант розподілу ресурсів між варіантами: $(k_1; k_2; k_3; k_4) = (2; 0; 0; 2)$: $W = (400 \cdot 2 + 200 \cdot 0 + 300 \cdot 0 + 100 \cdot 2) = 1000$ (тис. грн.) але $V = (412 \cdot 2 + 180 \cdot 0 + 230 \cdot 0 + 98 \cdot 2) = 1020$ (тис. грн.). Такий результат є очевидним, адже грошові потоки визначаються за одні і ті ж періоди. Отже в даному випадку ці критерії по суті є однаковими.

За критерієм чистого грошового потоку, приведеного до теперішньої вартості при $W \leq 1000$ тис.грн. отримуємо інший оптимальний варіант розподілу ресурсів між варіантами: $(k_1; k_2; k_3; k_4) = (2; 1; 0; 0)$, який забезпечує: $W = (400 \cdot 2 + 200 \cdot 1 + 300 \cdot 0 + 100 \cdot 0) = 1000$ (тис. грн.) та $V = (771 \cdot 2 + 374 \cdot 1 + 470 \cdot 0 + 185 \cdot 0) = 1916$ (тис. грн.).

При використанні в якості критерію чистої теперішньої вартості безумовно-оптимальним є такий розподіл ресурсів між варіантами $(k_1; k_2; k_3; k_4) = (1; 0; 0; 5)$. При цьому:

$W = (400 \cdot 1 + 200 \cdot 0 + 300 \cdot 0 + 100 \cdot 5) = 900$ (тис. грн.) та $V = (371 \cdot 1 + 174 \cdot 0 + 170 \cdot 0 + 390 \cdot 2) = 2321$ (тис. грн.)

Результати моделювання із застосуванням цих критеріїв наведені у таблиці 3.

Як видно із даних таблиці 3 використання різних критеріїв оптимальності приводить до різних оптимальних рішень.

Так, при застосуванні таких критеріїв оптимальності як чистий грошовий потік та середньорічний чистий грошовий потік оптимальним щодо вкладання наявних 1000 тис.грн. є таке рішення: інвестувати у перший варіант - 800 тис. грн. і у четвертий - 200 тис.грн. Використовуючи критерій чистий грошовий потік, приведений до теперішньої вартості отримуємо інше оптимальне рішення: вкладати 800 тис. грн. у перший варіант і 200 тис.грн. - у другий. При застосуванні критерію оптимальності чиста теперішня вартість оптимальне рішення відрізняється від двох попередніх:

вкласти 400 тис. грн. у перший варіант і 200 тис. грн. у четвертий. При цьому остання альтернатива забезпечує найкращий результат навіть при неповному використанні наявних фінансових ресурсів.

Таблиця 3.

Результати розрахунків по моделюванню

Критерій	Показники	Варіанти			
		1-й	2-й	3-й	4-й
Чистий грошовий потік	Оптимальне рішення, K_i	2	0	0	2
	Цільова функція (ГП), (тис. грн.)	5060			
	Використано фінансових ресурсів, (тис. грн.)	1000			
Середньорічний чистий грошовий потік	Оптимальне рішення, K_i	2	0	0	2
	Цільова функція (ГПр), (тис. грн.)	1020			
	Використано фінансових ресурсів, (тис. грн.)	1000			
Чистий грошовий потік, приведений до теперішньої вартості	Оптимальне рішення, K_i	2	1	0	0
	Цільова функція (ГП _t), (тис. грн.)	1916			
	Використано фінансових ресурсів, (тис. грн.)	1000			
Чиста теперішня вартість	Оптимальне рішення, K_i	1	0	0	5
	Цільова функція (ЧТВ), (тис. грн.)	2321			
	Використано фінансових ресурсів, (тис. грн.)	900			

При проведенні розрахунків за допомогою обчислювальної техніки можна охопити великий обсяг інтервальних значень u_i та різних критеріїв оптимальності. Це дозволяє отримати значну кількість альтернатив для прийняття оптимальних рішень.

Отже, використання різних критеріїв приводить до різних оптимальних рішень. Тому вибір критерію оптимальності повинен здійснюватись фахівцями з урахуванням зовнішнього середовища та особливостей діяльності конкретного суб'єкта господарської діяльності.

На думку автора, найбільш доцільним (з урахуванням усього періоду використання фінансових ресурсів) критерієм оптимальності є чиста теперішня вартість [3].

Висновки. Даний інструментарій може бути використаний фінансовими менеджерами щодо прийняття рішень по оптимальному управлінню наявними фінансовими ресурсами підприємства. За допомогою моделювання з використанням математичного апарату динамічного програмування обґрунтовується оптимальний вибір варіантів вкладання в різні напрямки інноваційної діяльності.

При цьому може бути застосований один із запропонованих критеріїв або їх сукупність для аналізу альтернативних рішень щодо використання фінансових ресурсів. Вибір критерію доцільно здійснювати з урахуванням особливостей конкретної управлінської ситуації та визначених цілей.

Подальший розвиток. Для подальшого практичного використання даного інструментарію потребують розробки питання щодо визначення очікуємих значень критеріїв оптимальності з урахуванням фактора часу та формування фінансових ресурсів підприємства, які можуть бути інвестовані в інноваційну діяльність.

Література

1. Сніжко І.С. Розробка концепції вибору раціональних варіантів використання фінансових ресурсів підприємства в інноваційній діяльності підприємств. - Вісник НТУ, - 2007 - №15.
2. Сніжко І.С. Розробка алгоритму вибору раціональних варіантів використання фінансових ресурсів підприємства в інноваційній діяльності підприємств за допомогою моделі динамічного програмування. - Вісник НТУ, - 2008 - №17.
3. Сніжко І.С. Обґрунтування та визначення критеріїв вибору ефективного варіанту використання фінансових ресурсів підприємства. - Вісник НТУ, - 2006 - №13.
4. Таха Х. Введение в исследование операций: В 2-х книгах. Кн. 1. Пер. с англ. - М.: Мир, - 479 с, ил.