

УДК 519.863

ПОБУДОВА ДИНАМІЧНОЇ ОПТИМІЗАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ФІНАНСОВИХ ПОТОКІВ ПІДПРИЄМСТВА

І.Ю. Івченко, к.е.н., доц.

К.М. В'язовська

Одеський національний політехнічний університет, Одеса, Україна

Івченко І.Ю., В'язовська К.М. Побудова динамічної оптимізаційної моделі фінансових потоків підприємства.

В статті обґрунтовано необхідність моделювання фінансових потоків підприємства. Розглянуті підходи до визначення поняття «фінансовий потік». Проаналізовані існуючі моделі фінансових потоків. Побудовано динамічну оптимізаційну модель фінансових потоків, входними параметрами якої є надходження та витрати від операційної, фінансової та інвестиційної діяльності підприємства.

Ключові слова: фінансові потоки, грошові потоки, надходження та витрати, динамічна оптимізаційна модель

Івченко И.Ю., Вязовская Е.Н. Построение динамической оптимизационной модели финансовых потоков предприятия.

В статье обоснована необходимость моделирования финансовых потоков предприятия. Рассмотрены подходы к определению понятия «финансовый поток». Проанализированы существующие модели финансовых потоков. Построена динамическая оптимизационная модель финансовых потоков, входными параметрами которой являются поступления и расходы от операционной, финансовой и инвестиционной деятельности предприятия.

Ключевые слова: финансовые потоки, денежные потоки, поступления и расходы, динамическая оптимизационная модель

Ivchenko I.Yu., Viazovska K.M. Construction of dynamic optimization model of financial flows of the enterprise.

The necessity of modeling financial flows of the enterprise is justified in the article. The approaches to the definition of “cash flow” are considered. The existing models of financial flows are analyzed. The dynamic optimization model of financial flows is developed, the input parameters of which are income and expenses from operating, financial and investment activities of the enterprise.

Keywords: financial flows, cash flow, income and expenses, dynamic optimization model

На сучасному етапі розвитку економіки України перед підприємствами виникає проблема ефективного управління фінансовими потоками. Відсутність достатнього обсягу коштів для забезпечення поточних зобов'язань може викликати погіршення фінансової стійкості та зниження ділової активності підприємства, що поступово призведе до банкрутства суб'єкту господарювання. В той же час від визначення оптимального залишку грошових коштів залежить можливість безперебійного процесу виробництва та надання послуг, ліквідність підприємства, його платоспроможність.

На сьогодні управління фінансовими потоками неможливо без застосування теоретичних та практичних методів їх моделювання, котрі відповідають сучасній економічній ситуації в країні. Виходячи з того, що фінансові потоки є складною економічною категорією та їх формування залежить від багатьох факторів, виникає необхідність розробки їх економіко-математичної моделі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

У науковій літературі [1-4] основне місце приділяється визначенню поняття «фінансовий потік» в системі економічних показників. Цими теоретичними аспектами займалися такі вітчизняні та зарубіжні вчені, як: Г. Азаренкова, О. Барановський, У. Баумоль, І. Бланк, В. Вишневський, І. Зятковський, Л. Костирко, М. Крупка, Дж. Мадурра, С. Майєрс, В. Опарін, А. Поддєрьогін, В. Савчук, Л. Харріс. Питаннями моделювання фінансових потоків присвячені роботи Е. Альтмана, К. Кемпбелла, Т. Коха, М.Д. Алексеєнка, О.Д. Василика, В.В. Вітлінського та ін.

У дослідженні виділяється декілька підходів до визначення фінансового потоку (ФП), які представлені у табл. 1.

В рамках даного дослідження під фінансовими потоками будемо розуміти сукупність розподілених у часі надходжень та виплат грошових коштів, що формуються в процесі господарської діяльності. Це відповідає підходу, котрий ототожнює фінансові потоки з грошовими.

В результаті аналізу існуючих моделей фінансових потоків, було вирішено розподілити їх на три групи аналогічно до підходів до визначення поняття «фінансовий потік»:

- логістичні моделі фінансових потоків;
- моделі грошових потоків;
- моделі специфічних грошових потоків.

В першій групі виділяються такі найбільш відомі моделі: модель Баумоля [5], модель Міллера-Орра, модель Стоуна [6], модель інтегрованого управління фінансовими і матеріальним потоками в ланцюгах багатопродуктових поставок [7], в яких закладені ті ж ідеї, що і в методах оптимізації виробничих запасів.

Розглянемо основну модель В. Баумоля [5], яка ґрунтується на моделі оптимальної партії замовлення (*Economic order quantity*). Передумовою моделі є те, що підприємство починає функціонувати з доцільним залишком грошових коштів. У процесі операційної діяльності, підприємство витрачає грошові кошти, а всі надходження вкладає у купівлю короткострокових цінних паперів. Як тільки запас грошових коштів закінчується, підприємство продає частину цінних паперів і тим самим отримує грошові кошти на розрахунковий рахунок.

Таблиця 1. Підходи до визначення поняття «фінансовий потік»

№ п/п	Ознака підходу	Переваги	Недоліки
1	Фінансові потоки як складова логістичної системи	Досліджуються всі види фінансових ресурсів та ФП розглядаються на рівні підприємства.	ФП розглядаються у взаємозв'язку із матеріальними потоками та не враховуються відносини, що супроводжують рух фінансових ресурсів.
2	Ототожнення з грошовим потоком	ФП розглядаються в динаміці на рівні підприємства.	Не враховуються інші фінансові ресурси та відносини, що супроводжують рух фінансових ресурсів.
3	Визначення фінансових потоків як специфічних грошових	Враховуються відносини, що супроводжують рух фінансових ресурсів.	Враховується переважно перерозподільна стадія руху фінансових ресурсів.

Поповнення грошових коштів у моделі Баумоля обчислюється за формулою (1):

$$Q = \sqrt{\frac{2Vc}{r}}, \quad (1)$$

де Q – сума поповнення грошових коштів; V – прогнозована потреба в грошових коштах у періоді (рік, квартал, місяць); c – витрати з конвертації грошових коштів у цінні папери; r – прийнятний і можливий для підприємства процентний дохід по короткостроковим фінансовим вкладенням.

Загальні витрати (ЗВ) за моделлю Баумоля розраховуються за формулою (2):

$$ЗВ = ck + r \frac{Q}{2}. \quad (2)$$

В другій групі майже в усіх моделях грошових потоків основним показником є чиста приведена вартість (NPV). Виділяють модель дисконтованого грошового потоку, модель грошових потоків інвестиційних проєктів, які характеризуються невизначеним графіком реалізації [8], модель потоку вільних коштів [9], динамічну модель визначення вартості капіталу.

Найбільш розповсюджена моделі другої групи – модель дисконтованого грошового потоку – це дослідження грошового потоку від майбутнього моменту часу до поточного, що дозволяє привести майбутні грошові надходження до нинішніх умов. Для цього використовують формулу (3):

$$PV_n = \frac{CF_n}{(1+r)^n} = CF_n \times k_d, \quad (3)$$

де PV_n – грошові надходження; CF_n – дохід від проєкту за конкретний рік; r – ставка дисконтування; k_d – коефіцієнт дисконтування; n – термін проєкту.

Чиста поточна вартість реалізації проєкту розраховується за формулою (4):

$$NPV = PV - CI, \quad (4)$$

де CI – сума первісних інвестицій.

NPV при капітальних вкладеннях в кілька етапів проводиться за формулою (5):

$$NPV = \sum_{i=0}^n \frac{CF_i}{(1+r)^i} - \sum_{i=0}^n \frac{CI_i}{(1+r)^i}, \quad (5)$$

де i – кількість етапів капітальних вкладень.

Для оцінки результатів NPV порівнюють з нулем:

- $NPV > 0$ – проєкт є прибутковим і по закінченню строку його реалізації буде отриманий додатковий дохід, що дорівнює величині NPV;
- $NPV = 0$ – проєкт лише окупає початкові витрати;
- $NPV < 0$ – проєкт є збитковим.

У роботі [10] наведена динамічна модель визначення вартості капіталу. Вартість капіталу на початок планового періоду можна визначити відповідно до формули (6):

$$KW = \sum_{t=1}^T (e_t - a_t) q^{-t}, \quad (6)$$

де t – індекс часу; T – останній момент часу, у який здійснюються платежі; e_t – надходження в момент часу t ; a_t – виплати в момент часу t ; q^{-t} – коефіцієнт на момент часу t .

До третьої групи відносяться моделі грошових потоків у банківській та страховій діяльності.

Перша група моделей використовується для оптимізації залишку грошових коштів за рахунок купівлі та продажу цінних паперів. Але в умовах не досить розвинутого ринку цінних паперів України застосування цих методів стає неможливим для багатьох підприємств. Друга група моделей переважно використовується для інвестиційних проектів, тобто розглядає в основному грошові потоки від інвестиційної діяльності. Група специфічних моделей грошових потоків може використовуватися тільки в банківській та страховій сфері.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми

Майже в усіх працях вчених та фахівців-практиків грошові потоки розглядаються тільки для інвестиційної діяльності, у банківській та страховій галузі, і не приділяється уваги побудові економіко-математичної моделі грошових потоків від усіх трьох основних видів діяльності підприємства (операційної, фінансової та інвестиційної).

Мета дослідження полягає в побудові моделі фінансових потоків усіх видів діяльності для будь-якого підприємства, оскільки всі підприємства мають типовий склад надходжень та витрат.

Виклад основного матеріалу дослідження

Побудуємо динамічну модель фінансових потоків підприємства на базі моделі визначення вартості капіталу (6), основними параметрами якої є надходження та виплати грошових коштів.

Вхідними параметрами моделі є потоки грошових коштів у результаті:

- операційної діяльності;
- інвестиційної діяльності;
- фінансової діяльності.

Вхідні дані беруться зі звіту «Про рух грошових коштів».

Вихідним показником динамічної моделі буде стан фінансових потоків на момент часу t . Він складається з залишку грошових коштів у попередній момент $t-1$ та надходжень та витрат у момент, що розглядається. Тобто фінансові потоки представляють собою лінійну рекурентну послідовність.

Розроблена модель має наступний вигляд:

$$A_t = A_{t-1} + N_t^+ - N_t^-, \quad (7)$$

де A_t – показник стану фінансових потоків у момент часу t ; A_{t-1} – залишок грошових коштів у попередній момент часу $t-1$; N_t^+ – потік надходжень від усіх видів діяльності у момент часу t ; N_t^- – потік витрат від усіх видів діяльності у момент часу t ; t – момент часу, що розглядається.

В результаті отримано кінцево-різницеvu неоднорідну модель (7) першого порядку, тому що вихідний показник залежить тільки від одного показника попереднього моменту часу. Припускається для моделі моменти часу $t = \overline{1, T}$ з шагом, який відповідає 1 місяцю.

Потоки надходжень та витрат для динамічної моделі залишку грошових коштів далі розглядаються більш детально.

Принципова формула (8), за якою розраховується потік надходжень у періоді t , має вигляд:

$$N_t^+ = \sum_{i=1}^n N_{ti}^+ \quad (8)$$

де N_t^+ – потік надходжень від усіх видів діяльності у момент часу t ; N_{ti}^+ – потік надходжень від i -го виду діяльності у момент часу t ; n – кількість основних видів діяльності, $n = \overline{1, 3}$.

Розглядається множина I – основні види діяльності підприємства, де $i \in I$. Нехай:

- $i = 1$ – операційна діяльність;
- $i = 2$ – інвестиційна діяльність;
- $i = 3$ – фінансова діяльність.

Потоки надходжень від кожного виду діяльності розраховуються за формулою (9):

$$N_{ti}^+ = \sum_{j=1}^n N_{tj}^+, \quad (9)$$

де j – види надходжень від основних видів діяльності, $j = \overline{1, m}$; $j = \overline{1, k}$ – види надходжень від операційної діяльності; $j = \overline{k+1, m}$ – види надходжень від інвестиційної діяльності; $j = \overline{m+1, n}$ – види надходжень від фінансової діяльності; N_j – сума надходжень j -го виду.

Надходження від операційної діяльності розраховуються за формулою (10):

$$N_{t1}^+ = \sum_{j=1}^k N_{tj}^+. \quad (10)$$

Представимо види надходжень від операційної діяльності у табл. 2.

Таблиця 2. Види надходжень від операційної діяльності

Назва надходження	Позначення
Реалізація послуг, товарів та продукції	N_{rp}
Погашення векселів одержаних	N_{pv}
Надходження від покупців та замовників авансів	N_a
Повернення авансів	N_{pa}
Надходження від установ банків відсотків за поточними рахунками	N_b
Надходження від бюджету податку на додану вартість	N_{pdv}
Повернення інших податків і зборів	N_{pz}
Отримання субсидій, дотацій	N_{sd}
Надходження від цільового фінансування	N_{cf}
Надходження від боржників, неустойки	N_{bn}
Інші надходження від операційної діяльності	N_{ino}

Згідно з табл. 2 надходження від операційної діяльності представлені у детальній формулі (11):

$$N_{t1}^+ = N_{rp} + N_{pv} + N_a + N_{pa} + N_b + N_{pdv} + N_{pz} + N_{sd} + N_{cf} + N_{bn} + N_{ino} \quad (11)$$

Надходження від інвестиційної діяльності розраховуються за формулою (12):

$$N_{t2}^+ = \sum_{j=k+1}^m N_j \quad (12)$$

Види надходжень від інвестиційної діяльності перераховані у таблиці 3.

Згідно з табл. 3 надходження від інвестиційної діяльності представлені у детальній формулі (13):

$$N_{t2}^+ = N_{fi} + N_{na} + N_{mk} + N_v + N_d + N_{ini} \quad (13)$$

Таблиця 3. Види надходжень від інвестиційної діяльності

Назва надходження	Позначення
Реалізація фінансових інвестицій	N_{fi}
Реалізація необоротних активів	N_{na}
Реалізація майнових комплексів	N_{mk}
Отримані відсотки	N_v
Отримані дивіденди	N_d
Інші надходження від інвестиційної діяльності	N_{ini}

Надходження від фінансової діяльності розраховуються за формулою (14):

$$N_{t3}^+ = \sum_{j=m+1}^n N_j \quad (14)$$

Види надходжень від фінансової діяльності перераховані у табл. 4.

Таблиця 4. Види надходжень від фінансової діяльності

Назва надходження	Позначення
Надходження власного капіталу	N_{vk}
Отримані позики	N_{op}
Інші надходження від фінансової діяльності	N_{inf}

Згідно з табл. 4 надходження від фінансової діяльності представлені у детальній формулі (15):

$$N_{t3}^+ = N_{vk} + N_{op} + N_{inf} \cdot \quad (15)$$

Математична формула потоку витрат кожного виду діяльності має вигляд (16):

$$N_{it}^- = \sum_{l=1}^r V_l, \quad (16)$$

де l – види витрат від основних видів діяльності, $l = \overline{1, r}$; $l = \overline{1, p}$ – види витрат операційної діяльності; $l = \overline{p+1, q}$ – види витрат інвестиційної

діяльності; $l = \overline{q+1, r}$ – види витрат фінансової діяльності; V_l – сума витрат l -го виду.

Витрати операційної діяльності розраховуються за формулою (17):

$$N_{i1}^- = \sum_{l=1}^p V_l \cdot \quad (17)$$

Види витрат операційної діяльності перелічені у табл. 5.

Таблиця 5. Види витрат операційної діяльності

Назва витрат	Позначення
Витрати на оплату товарів (робіт, послуг)	V_{ot}
Витрати на оплату авансів	V_{oa}
Витрати на повернення авансів	V_{pa}
Витрати на оплату працівникам	V_{pr}
Витрати на відрядження	V_v
Витрати на оплату зобов'язань з податку на додану вартість	V_{pdv}
Витрати на оплату зобов'язань з податку на прибуток	V_{pp}
Відрахування на соціальні заходи	V_{sz}
Витрати на оплату зобов'язань з інших податків і зборів	V_{pz}
Витрати на оплату цільових внесків	V_{cv}
Інші витрати операційної діяльності	V_{io}

Витрати операційної діяльності представлені у детальній формулі (18):

$$N_{i1}^- = V_{ot} + V_{oa} + V_{pa} + V_{pr} + V_v + V_{pdv} + V_{pp} + V_{sz} + V_{pz} + V_{cv} + V_{io}, \quad (18)$$

Витрати інвестиційної діяльності розраховуються за формулою (19):

$$N_{i2}^- = \sum_{l=p+1}^q V_l \quad (19)$$

Види витрат інвестиційної діяльності перераховані у табл. 6.

Таблиця 6. Види витрат інвестиційної діяльності

Назва витрат	Позначення
Придбання фінансових інвестицій	V_{fi}
Придбання необоротних активів	V_{na}
Придбання майнових комплексів	V_{mk}
Інші платежі інвестиційної діяльності	V_{ip}

Витрати інвестиційної діяльності представлені у детальній формулі (20):

$$N_{i2}^- = V_{fi} + V_{na} + V_{mk} + V_{ip} \cdot \quad (20)$$

Витрати фінансової діяльності розраховуються за формулою (21):

$$N_{i3}^- = \sum_{l=q+1}^r V_l \cdot \quad (21)$$

Види витрат фінансової діяльності перераховані у табл. 7.

Таблиця 7. Види витрат фінансової діяльності

Назва витрат	Позначення
Погашення позик	V_p
Сплачені дивіденди	V_{sd}
Інші платежі фінансової діяльності	V_{if}

Згідно з табл. 7 витрати фінансової діяльності представлені у детальній формулі (22):

$$N_{t3}^- = V_p + V_{sd} + V_{if}. \quad (22)$$

Метою моделювання фінансових потоків є їх оптимізація, тобто визначення такого позитивного і негативного фінансового потоків, щоб, з одного боку збалансувати їх у часі i , з іншого боку забезпечити такий резерв грошових коштів, щоб покрити поточні витрати на початку наступного періоду, поки на підприємстві не надійде новий потік надходження коштів.

Тому побудуємо оптимізаційну модель вихідної економіко-математичної моделі (7), мета якої полягає в знаходженні найкращого варіанта стану фінансових потоків з точки зору критерію їх максимізації. Метою оптимізації є максимізація середнього показника стану фінансових потоків за весь період, що моделюється. Використання середнього показника обумовлено необхідністю збалансування потоків у часі. Тобто враховується можливість їх коливань у різні моменти часу.

Тому цільова функція оптимізаційної моделі має вигляд (23):

$$F = \sum_t \sum_i \frac{A_{ti}}{n} \rightarrow \max, \quad (23)$$

де A_{ti} – показник стану фінансових потоків по i -му виду діяльності у момент часу t ; n – кількість моментів часу, котрі моделюються.

Обмеження по операційній діяльності відображається у формулі (24):

$$N_{rp,t} \leq K_t, \quad (24)$$

де $N_{rp,t}$ – реалізація послуг, товарів та продукції в момент часу t ; K_t – виробнича потужність підприємства в момент часу t , котра приведена до грошових одиниць.

При описанні фінансової діяльності необхідно встановити обмеження на обсяг позик. Виходячи з того, що отримані позики не повинні похитнути фінансову стійкість підприємства, то потрібно встановити їх ліміт. Так, для його розрахунку можна використати коефіцієнт фінансової автономії, який при значенні більше 0,5 вказує на фінансову залежність підприємства. Тому ліміт позикових коштів розраховується за формулою (25):

$$L_{pk} = \gamma \times VK, \quad (25)$$

де L_{pk} – ліміт позикових коштів; γ – коефіцієнт ліміту позикових коштів (0,5); VK – власний капітал.

Отримали обмеження з фінансової діяльності, виражене у формулі (26):

$$N_{op} \leq L_{pk} \quad (26)$$

де N_{op} – обсяг отриманих позик.

Висновки та перспективи подальших досліджень

Побудована оптимізаційна динамічна модель фінансових потоків дозволяє знайти максимальний показник стану фінансових потоків при обмеженні на виробничі можливості підприємства та обсяг отриманих позик задля підвищення фінансової стійкості та незалежності підприємства.

В подальшому планується апробація побудованої моделі на даних реального підприємства методом проведення імітаційних експериментів. Для цього необхідно буде ввести в модель керуючі змінні для варіації значень надходжень та витрат. Потім серед множини отриманих результатів експериментів знайти максимальний показник стану підприємства та проаналізувати адекватність моделі.

Список літератури:

1. Концева В.В. Фінансові потоки в логістичних системах / В.В. Концева, С.С. Костенко // Вісник Національного транспортного університету. – 2009. – № 19, Ч. 1. – С. 361–364.
2. Школьник І.О. Фінансовий менеджмент [Текст] : навч. посібник для студ. вищ. навч. закл. / І.О. Школьник, І.М. Боярко, Б.І. Сюркало ; [за ред. І.О. Школьник]. – Суми : Унів. книга, 2009. – 301 с.
3. Небаба Н.О. Фінансові потоки: сутність, підходи до визначення / Н.О. Небаба // Вісник Української академії банківської справи. – 2011. – № 2(31). – С. 42–45.

4. Майборода О.В. Управління фінансовими потоками підприємства: дис. канд. екон. наук: спец. 08.04.01 «Фінанси, грошовий обіг і кредит» / О.В. Майборода; УАБС НБУ. – Суми: Університетська книга, 2006. – 244 с.
5. Baumol W.J. The Transactions Demand for Cash: An Inventory Theoretic Approach / W.J. Baumol // The Quarterly Journal of Economics. – 1952. – Vol. 66, No. 4. – PP. 545-556.
6. Тімбекова І.Ш. Математичне моделювання оптимізації грошових потоків підприємства в умовах фінансової кризи / І.Ш. Тімбекова // Комунальне господарство міст. Серія «Економічні науки». – 2009. – Вип. 87. – С. 306-311.
7. Барькин С.Е. Модели интегрированного управления потоками логистической системы / С.Е. Барькин, С.А. Карпунин // Аудит и финансовый анализ. – 2011. – № 2. – С. 106-114.
8. Воробьева А.А. Динамическая модель денежных потоков для проекта создания транспортной компании с неопределенным графиком реализации / А.А. Воробьева // Аудит и финансовый анализ. – 2008. – № 2. – С. 40-48.
9. Беннинга Ш. Финансовое моделирование с использованием Excel = (Financial modelling) [Текст]: учебные программы / Ш. Беннинга ; пер. с англ. В.Л. Бродового. – 2-е изд. – М. ; СПб. ; Киев : Вильямс, 2007. – 592 с.
10. Івченко І.Ю. Економічні ризики [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / І.Ю. Івченко. – К. : Центр навчальної літератури, 2004. – 304 с.

Надано до редакції 17.10.2013

Івченко Ірина Юріївна / Irina Yu. Ivchenko
ivchenkoira@gmail.com

В'язовська Катерина Миколаївна / Kateryna M. Viazovska
vyazovskaya1991@mail.ru

Посилання на статтю / Reference a Journal Article:

Побудова динамічної оптимізаційної моделі фінансових потоків підприємства [Електронний ресурс] / І.Ю. Івченко, К.М. В'язовська // Економіка: реалії часу. Науковий журнал. – 2013. – № 4(9). – С. 202-208. – Режим доступу до журн.: <http://www.economics.opu.ua/2013/n4.html>