

11. Kononenko I. Comparison of inductive and naive Bayesian learning approaches to automatic knowledge acquisition// Wielinga B.ed/ Current Trends in Knowledge Acquisition. IOS PRESS, 1990.

УДК 519.866

О.В.Стрелюк

Математична модель оборотного капіталу у моделюванні операційної та фінансової діяльності підприємства

Розглядається динамічна оптимізаційна модель руху оборотного капіталу із застосуванням методів лінійного програмування. Зроблено висновок, що найбільш вдалим представленням оборотного капіталу є функціональна модель, яка приводить до динамічної форми на довгостроковому горизонті планування

Ключові слова: *фінансово-господарська діяльність, оборотний капітал, математична модель, фінансові активи, запаси та потоки, задача лінійного програмування, модель МГБ.*

Рассматривается динамическая оптимизационная модель движения оборотного капитала с применением методов математического программирования. Сделан вывод, что наиболее удачным представлением оборотного капитала будет функциональная модель, которая приводит к динамичной форме на долгосрочном горизонте планирования.

Ключевые слова: *фінансово-хозяйственная деятельность, оборотный капитал, математическая модель, финансовые активы, запасы и потоки, задача линейного программирования, модель МОБ.*

A dynamic optimization model of movement of working capital using mathematical programming methods is considered. It was showed that the most successful representation of working capital is a functional model, which leads to a dynamic form on the long-term planning horizon.

Keywords: *financial-economical activities, working capital, mathematical model, financial assets, stocks and flows, the problem of linear programming, model of inter-branch balance.*

Актуальність. Сучасні форми ринкового господарства базуються на конкурентних відносинах між виробниками однорідної продукції, яка може бути ефективною тільки за умови постійного вдосконалення виробничого процесу. Умовою безперебійного відтворення виробничої діяльності підприємства є успішна фінансово-господарська діяльність, в ході якої утворюється чистий прибуток. Величина чистого прибутку є головною базою поповнення оборотних коштів підприємства, повернення боргових зобов'язань та є джерелом забезпечення відрахувань на соціальні та податкові виплати. Щоб забезпечити постійне гарантоване відтворення чистого прибутку, потрібно здійснювати оптимальне керування складовими фінансових та виробничих активів у часі. Для того бажано здійснити формалізацію процесу відтворення оборотного капіталу, що дозволить побудувати таку економіко-математичну модель, яка буде полегшувати вибір між різними стратегіями розвитку підприємства для їх акціонерів та інформувати кредиторів та державні органи стосовно найбільш вірогідного розвитку подій на ринку.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Складність прийняття рішень в умовах ринкових відносин та структури фінансово-господарських систем спонукає

вчених та практиків шукати шляхи мінімізації ризиків фінансової діяльності та знаходження ефективних стратегій розвитку на довгострокову перспективу. У пострадянських країнах з нестабільною економікою найбільш актуальною є проблема прогнозування банкрутства підприємств та розробка заходів антикризового менеджменту. Вирішення цих проблем буде сприяти налагодженню ефективної ділової активності як в не благодійних так і в більш успішних підприємствах.

Проблема планування виробничої та фінансової діяльності давно досліджується в працях економістів радянської школи, найбільш відомими з яких є Л.Канторович, В.Леонтьєв, В.Немчинов, В.Новожилов, А.Лур'є, К.Вальтух, Н.Федоренко, В.Волконський та інші. Якщо В.Леонтьєв заклав основи матричного та балансового представлення економічної системи – міжгалузевий баланс (МГБ), то В.Канторович розглядав методи оптимізації цих систем за допомоги методів лінійного програмування. Відомі праці В.Канторовича «Математичні методи організації та планування виробництва», «Економічний розрахунок найкращого використання ресурсів», «Амортизаційні платежі у оптимальному використанні устаткування» та інші були присвячені розвитку та впровадженні методів математичного програмування у теорію та практику виробництва, ціноутворення, пошуку ефективності використання ресурсів та планування на рівні галузей та підприємств. Загалом, радянська школа економістів намагалась віднайти умови оптимального виробництва, що є іншим формулюванням стану ринкової рівноваги.

Невирішені проблеми. Розглянуті праці будуються на виявлених статистичних закономірностях, які не є стійкими у часі, а тому існує декілька теоретичних

підходів до прогнозування майбутньої діяльності. У той же час кожне окреме підприємство має формувати власну стратегію розвитку виходячи як із власного фінансового стану, так і загального галузевого та навіть із врахуванням макроекономічних індикаторів [1]. Досі не існує моделі, яка може функціонально обґрунтувати зміни одних фінансових коефіцієнтів від інших, а тому прогнозування на декілька періодів вперед стикається з невизначеністю статистичних методів по відношенню до фінансових показників [2]. Так само складно визначити кількісні межі застосування коефіцієнтів, бо вони залежать не тільки від галузевої ознаки підприємства, але ще від особливостей його будови фінансів та стратегії розвитку [3].

Враховуючи недоліки пов'язані з особливостями коефіцієнтного представлення фінансової інформації, пропонується побудувати функціональну модель фінансів підприємства засобами математичного програмування, у якій первинними елементами будуть реєстри фінансової звітності (баланс, звіт про фінансові результати) з установленням між ними функціонального зв'язку аналогічного тому, який існує між реальними активами в економічному аналізі підприємства [4]. Складність побудови суто фінансової моделі полягає у тому, що на відміну від МГБ, коефіцієнти прямих матеріальних витрат нам не відомі, бо технологія виробництва явно не входить до складу основної фінансової звітності, а фінансові активи мають більш гнучку схему взаємодії ніж технологічні параметри.

Мета статті. Побудувати математичну моделі фінансово-господарської діяльності підприємства, яка дозволить вирішувати питання знаходження оптимального рівня оборотних активів для забезпечення стійкого економічного зростання у довгостроковій перспективі.

Постановка завдання. Універсальність структури економіки, втілена у моделі МГБ дозволяє однаково точно відтворювати різні за рівнем економічні структури – країні (макрорівень) та підприємство (макрорівень). Тому іншою формою матричного представлення виробничої системи є техпромфінплан підприємства, який поєднує у собі матеріальні, трудові та фінансові ресурси та за рахунок якого можна надати економічну оцінку майбутньої діяльності з врахуванням впливу кон'юнктури на асортиментну та цінову політику підприємства. Багатоваріантні та оптимізаційні розрахунки матричного балансу можливі за умови використання методів математичного програмування. Необхідність поєднання обох методів визнавав ще В.Леонт'єв, а у наш час такі спроби у макроекономіці були здійснені Н.Овандер [5].

Іншим напрямком удосконалення фінансового та виробничого прогнозування став розвиток МГБ та техпромфінплану Т.Гурнович, Е.Торопцевим на підставі поєднання динамічної моделі МГБ, методів теорії статистичної стійкості та апарату лінійної алгебри. Ці моделі переважно роблять акцент на виробничих характеристиках економічних систем, які можна отримати як матрицю технологічних коефіцієнтів (прямих матеріальних витрат) [6]. Розроблені методи математичного програмування задач фінансового планування Д.Мур та Л.Уедерфорд також використовують економічне представлення фінансової інформації, як нормативні характеристики виробничого процесу (питомі витрати, питомий прибуток, питомий дохід), тому щоб уникнути невідомих нормативних характеристик у фінансовому аналізі, його потрібно розширити на основі динамічної моделі запасів [7].

Виклад основного матеріалу. За роки незалежності наша держава зробила значні кроки на шляху втілення ринкових реформ на засадах приватної власності. Але розбудова ринкового господарства просувається значно повільніше ніж це хотілось. Перші кроки на шляху утворення ринкових форм господарства проходили під ідеологічною установою МВФ, коли вважалось достатнім лише приватизувати державні підприємства та забезпечити загальне макроекономічне регулювання економіки, переважно монетарного впливу.

Сьогодні можна сказати, що цього стало не досить і головні проблеми полягають у створенні повноцінних інституційних одиниць ринкового господарства, які будуть у змозі забезпечити сталий економічний розвиток. «Практика впевнено показала, що у випадку відсутності загальних ринкових умов масова прискорена приватизація не здатна створити вільний економічний простір та тим самим стабілізувати економіку, вивести її з кризи... Насправді фінансові труднощі будуть зростати. Діяльність держави по підйому економіки буде ускладнена тим, що вона стикнеться не тільки з економічно безсилими, але й далеко не кращими формами господарювання» [8].

З часу, коли українські вчені зробили ці висновки, минуло вже п'ятнадцять років, але вони і досі залишаються актуальними. Підприємства за радянських часів були головним чинником створення національного продукту та двигуном економічного розвитку. Після зламу планової економіки були великі очікування стосовно нової якості життя. Тим не менше, нові ринкові умови, на які було покладено сподівання суспільства, привели лише до зменшення виробничого потенціалу саме тому, що якість економічного середовища не дозволила розширювати виробництво та збільшити економічний потенціал

держави. Іншим важливим чинником інституціонального наповнення ринку є відносини між банківською системою та підприємствами. Слабкість банківської системи, а саме недостане фінансування виробників та майже повна відсутність довгострокового кредитування, породжують слабкість у виробничому секторі, який повільно втрачає свій потенціал та національну ознаку.

Оскільки підприємство залишається основною інституційною одиницею у виробництві національного доходу, та має велику ступінь незалежності у прийнятті рішень, то і будь-які впливи на них повинні враховувати їхні моделі поведінки, так само ОПР підприємств повинні обґрунтовувати власні стратегії розвитку фінансового менеджменту з врахуванням зовнішніх та внутрішніх факторів. Зазвичай менеджмент приймає рішення на основі експертних суджень, які є слабо структуровані, але це дозволяє економити час, тому такі рішення не обов'язково є оптимальними [9]. Для того, щоб рішення керівників мали найбільшу ефективність, їх потрібно формалізувати у певних економічних та фінансових категоріях та запропонувати певний алгоритм (схему) опрацювання даних.

Підприємство на ринку можна розглядати як чорний ящик, на вхід якого подаються керовані та некеровані впливи, а на виході отримати результуючі змінні та показники ефективності [7]. Між вхідними та вихідними змінними існують економічні закономірності, які можуть бути виражені як система математичних рівнянь. Якщо на результуючі змінні накласти умови оптимізації, то ми отримаємо цільову функцію у загальній постановці задачі математичного програмування. Таким чином, коли фінансову чи економічну задачу приведено до відомої форми задачі математичного програмування, то вона може

бути вирішена за допомоги математичних методів та належним чином інтерпретована відповідно до предметної області.

Моделювання фінансово-економічної діяльності підприємства краще розпочати з моделювання його оборотного капіталу який є основним фактором виробництва та головним чинником утворення прибутку. Під капіталом у фінансовому аналізі розуміють кошти, якими володіє підприємство, за рахунок яких воно здійснює свою діяльність та отримує прибуток [10].

Оборотний капітал – це та частина капіталу, яка повністю бере участь у виробничому циклі. Відтворення капіталу має три стадії, на яких він послідовно набуває грошову, продуктову та товарну форми. У третій стадії товарна форма знову перетворюється на грошову, що нагадує класичну Марксову схему Г-Т-Г'. Цікава математична модель руху оборотного капіталу, як динамічна зміна потоків та запасів оборотних активів, була побудована С. Кузнецовим та І. Іріковим [11].

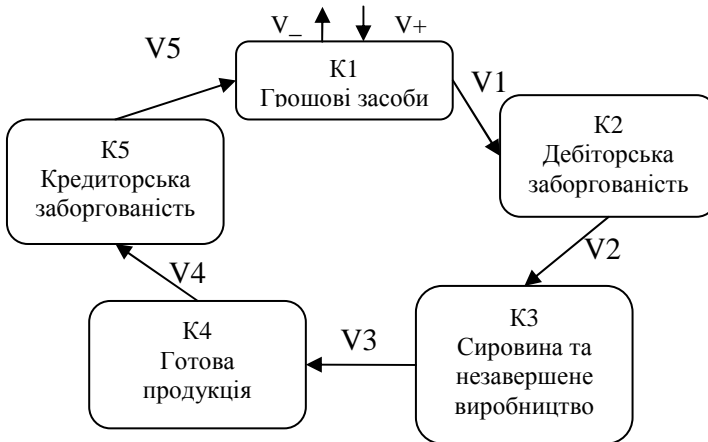


Рис. 1. Кругообіг оборотного капіталу

Компонентами фінансових активів було визначено: грошові засоби - K_1 , заборгованість контрагентів (кредиторська заборгованість) – K_2 , сировина та незавершене виробництво - K_3 , готова продукція - K_4 , заборгованість покупців (дебіторська заборгованість) – K_5 та перетоки між ними V_1 - V_5 . На рис. 1. представлено схему поточно-фінансової структури (ПФС), яка визначається сукупністю функціонально взаємопов'язаних блоків запасів (K) та потоків (V) [11; 12].

Динамічна система рівнянь (1-5) відображує ПФС та визначає особливості перетворення одних фінансових активів у інші. Для того щоб математична модель фінансів С.Кузнецова та І.Ірїкова (1-5) дійсно відповідала руху капіталу в фінансах, потрібно зауважити, що кількість зв'язків між фінансовими активами більша, тому що дебіторська заборгованість не може бути єдиним джерелом фінансування виробничих запасів, необхідних для здійснення виробничої діяльності, а кредиторська заборгованість єдиним джерелом поповнення обігових коштів, як і те що готова продукція не перетворюється повністю у кредиторську заборгованість.

$$K_1^t = K_1^{t-1} + V_5^t - V_1^t + V_+^t - V_-^t \quad (1)$$

$$K_2^t = K_2^{t-1} + V_1^t - V_2^t \quad (2)$$

$$K_3^t = K_3^{t-1} + V_2^t - V_3^t \quad (3)$$

$$K_4^t = K_4^{t-1} + V_3^t - V_4^t \cdot \left(\frac{c^t}{p^t} \right) \quad (4)$$

$$K_5^t = K_5^{t-1} + V_4^t - V_5^t \quad (5)$$

З урахуванням додаткових вимог до повноти капіталообігу застосуємо більш гнучку ПФС фінансового циклу підприємства [13].

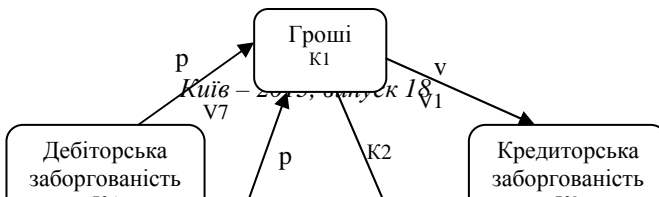


Рис. 2. Схема фінансового циклу підприємства

Слід також взяти до уваги те, що перетворення запасів сировини у готову продукцію відбувається зі збільшенням її вартості (так звана виробнича вартість), тому запаси готової продукції збільшуються на величину пропорційну до потоку сировини на величину $c > 1$. Запаси готової продукції, які попадають на ринок також збільшують свою вартість у порівнянні з виробничою, а тому вона зростає пропорційно до потоку готової продукції V_5 у $p > 1$ разів (рис. 2.).

Потік запасів сировини V_4 , який перетворюється у запас готової продукції збільшує свою вартість у $c > 1$ разів до виробничої вартості. Та частина готової продукції, яка перетворюється у дебіторську заборгованість, також втрачає частину вартості внаслідок уповільнення обороту пропорційно до величини потоку запасів готової продукції V_6 у $(\frac{d-1}{d} < 1)$ разів.

Частина кредиторської заборгованості K_2 , яка переходить у запаси сировини, втрачає частину вартості внаслідок втрат транс акцизних витрат та уповільнення

циклу обороту у $\left(\frac{k-1}{k} < 1\right)$ разів. Потік дебіторської заборгованості V_7 , що вже сплачено, зростає у $p > 1$ разів порівняно з його виробничою собівартістю. Що стосується кредиторської заборгованості V_1 , то її потік зменшується в $\left(\frac{v-1}{v} < 1\right)$ разів за рахунок сплати відсотків на позику.

Важливою умовою існування ПФС є те, що потік (V) не повинен перевищувати запасу (K), з якого виходить. Якщо припустити, що потік змінюється пропорційно до запасу, то ми отримаємо іншу постановку задачі моделювання ПФС, схожу на ту, яка існує в МГБ В.Леонтєва.

У моделі МГБ В.Леонтєва валовий продукт галузі X_i розкладається на проміжні продукти, що підприємство віддає іншим підприємствам та залишає собі на виробниче споживання X_{ij} , та те, що йде на кінцеве споживання та є продуктом, створеним за рахунок доданої вартості Y_i [14]. Основним припущенням у моделі В.Леонтєва вважається пропорційність продукту (у нашому випадку потоку V), який йде на проміжне (виробниче) споживання валовому продукту галузі-споживача, тобто $X_{ij} = a_{ij} \cdot X_j$. Така ж сама умова існує і в ПФС фінансового циклу між запасом та вихідним потоком (рисунок 2). Ми можемо казати, що вихідний потік змінюється пропорційно до величини запасу та не може його перевищувати. Так само, вхідний потік є пропорційним до запасу фінансового активу, який він поновлює.

У новій постановці ми маємо мережеву задачу перерозподілу потоків між запасами фінансових активів з метою максимізації потоку готової продукції, який є

головним чинником створення доданої вартості та чистого прибутку. Модель можна формалізувати у матричній схемі подібної до матричної моделі В.Леонтьєва. У нашій моделі усі вхідні потоки визначаються як від'ємні, а вихідні - як додатні. Система балансових рівнянь, для якої повинні виконуватись додаткові умови на рівність вхідних та вихідних потоків (6-9).

$$\begin{aligned}
 K_1 &= x_{11} \cdot K_1 + v \cdot x_{12} \cdot K_2 + x_{13} \cdot K_3 - p \cdot x_{14} \cdot K_4 - p \cdot x_{15} \cdot K_5 \\
 K_2 &= -x_{21} \cdot K_1 + x_{22} \cdot K_2 + k \cdot x_{23} \cdot K_3 + 0 + 0 \\
 K_3 &= -x_{31} \cdot K_1 - x_{32} \cdot K_2 + x_{33} \cdot K_3 + x_{34} \cdot K_4 + 0 \quad (6) \\
 K_4 &= x_{41} \cdot K_1 + 0 - c \cdot x_{43} \cdot K_3 + x_{44} \cdot K_4 + d \cdot x_{45} \cdot K_5 \\
 K_5 &= x_{51} \cdot K_1 + 0 + 0 - x_{54} \cdot K_4 + x_{55} \cdot K_5
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 x_{12} \cdot K_2 &= x_{21} \cdot K_1 \\
 x_{23} \cdot K_3 &= x_{32} \cdot K_2 \\
 x_{32} \cdot K_3 &= x_{23} \cdot K_3 \\
 x_{43} \cdot K_3 &= x_{34} \cdot K_4 \\
 x_{45} \cdot K_5 &= x_{54} \cdot K_5
 \end{aligned} \quad (7)$$

$$0 \leq x_{ij} \leq 1 \quad (8)$$

$$\begin{aligned}
 x_{11} + x_{12} + x_{13} &\leq 1 \\
 x_{22} + x_{23} &\leq 1 \\
 x_{33} + x_{34} &\leq 1 \\
 x_{44} + x_{45} + x_{41} &\leq 1 \\
 x_{55} + x_{51} &\leq 1
 \end{aligned} \quad (9)$$

Умова максимізації прибутку в термінах потоків виражена як різниця між потоками готової продукції та витратами на боргове фінансування нових закупівель сировини. Критерій оптимізації може бути іншим в

залежності від того, яка тактична задача поставлена під підприємством його менеджментом.

$$F = \alpha \cdot x_{15} + \alpha \cdot x_{14} - k \cdot x_{32} - x_{31} - d \cdot x_{45} \rightarrow \max \quad (10)$$

Умови (6-9) визначають класичну задачу лінійного програмування, яка може бути вирішена симплекс-методом [15]. Будемо вважати доведеним, що форма рівнянь ПФС (1-5) та форма запису (6-9), доповнена цільовою функцією (10) та обмеженнями на змінні, є еквівалентними формами запису задачі лінійного програмування.

$$\begin{aligned} K_1 &= \left[\begin{array}{cccc} x_{11} \cdot K_1 + x_{12} \cdot K_2 + x_{13} \cdot K_3 - x_{14} \cdot K_4 - x_{15} \cdot K_5 & & & \\ -x_{21} \cdot K_1 + x_{22} \cdot K_2 + x_{23} \cdot K_3 & +0 & & +0 \\ -x_{31} \cdot K_1 - x_{32} \cdot K_2 + x_{33} \cdot K_3 + x_{34} \cdot K_4 & & +0 & \\ x_{41} \cdot K_1 & +0 & -x_{43} \cdot K_3 + x_{44} \cdot K_4 + x_{45} \cdot K_5 & \\ -x_{51} \cdot K_1 & +0 & +0 & -x_{54} \cdot K_4 + x_{55} \cdot K_5 \end{array} \right] + \end{aligned} \quad (11)$$

$$+ \left[\begin{array}{ccc} (v-1) \cdot x_{12} \cdot K_2 & -(p-1) \cdot x_{14} \cdot K_4 & -(p-1) \cdot x_{15} \cdot K_5 \\ & (k-1) \cdot x_{32} \cdot K_2 & \\ & 0 & \\ & (1-c) \cdot x_{43} \cdot K_3 & +(d-1) \cdot x_{45} \cdot K_5 \\ & 0 & \end{array} \right]$$

Якщо у правій частині рівнянь (6) відокремити додатковий стовбець, у якому зібрати різниці тих членів суми, які отримали додатковий множник, що порушує балансову рівність потоку, який виходить, та тим, який постачається, так, що усі коефіцієнти на які помножуються запаси фінансових активів (К) були менші за одиницю, то отримаємо класичне балансове рівняння моделі МГБ (11), де невідомими є виробничі коефіцієнти x_{ij} .

Правий доданок правої частини рівняння (11) відповідає вектору кінцевої продукції, яка за економічним змістом є перевищенням валового продукту (вектор K) над виробничим споживанням (матриця $K \cdot X$).

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} & -x_{14} & -x_{15} \\ -x_{21} & x_{22} & x_{23} & 0 & 0 \\ -x_{31} & -x_{32} & x_{33} & x_{34} & 0 \\ x_{41} & 0 & -x_{43} & x_{44} & x_{45} \\ x_{51} & 0 & 0 & -x_{54} & x_{55} \end{bmatrix} \quad (12)$$

Де матриця (12) аналогічна матриці технологічних коефіцієнтів у моделі МГБ В.Леонтьєва, а матриця (13) аналогічна вектору кінцевого споживання МГБ (14).

$$Y = \begin{bmatrix} (1-v) \cdot x_{12} \cdot K_2 + (1-p) \cdot x_{14} \cdot K_4 + (1-p) \cdot x_{15} \cdot K_5 \\ (k-1) \cdot x_{23} \cdot K_3 \\ 0 \\ (p-1) \cdot x_{41} \cdot K_1 + (1-c) \cdot x_{43} \cdot K_3 + (d-1) \cdot x_{45} \cdot K_5 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (13)$$

$$K = X \cdot K + Y \quad (14)$$

Оскільки вектор кінцевого споживання Y функціонально залежить від вектору K , то ми отримали замкнену форму моделі МГБ В.Леонтьєва (15).

$$K = (I - X)^{-1} \cdot Y \quad (15)$$

Таким чином, маємо повну відповідність задачі максимізації доходу ПФС задачі знаходження максимального кінцевого продукту в моделі В.Леонтьєва (14), та те, що вони одночасно є задачами математичного програмування.

У статичній формі ми маємо вибір між двома стратегіями оптимізації: за незмінних запасів фінансових

ресурсів K_i максимізувати потік готової продукції за рахунок перерозподілу між усіма іншими потоками, або, навпаки, якщо фінансова структура X нам відома, то ми можемо знайти оптимальні запаси фінансових активів, але не одночасно з пошуком оптимуму фінансових потоків.

Оскільки для кожного розподілу фінансових активів є тільки один оптимальний розподіл фінансових потоків, а виробнича та фінансова діяльність супроводжується постійною зміною наповнення фінансових активів відповідно до розширення або зменшення виробничої діяльності та кон'юнктури, алгоритм пошуку оптимального розподілу потоків та запасів фінансових активів може бути подано як послідовність нових значень запасів фінансових активів за незмінної структури розподілу потоків, або на кожному новому циклі фінансової діяльності проводити перерахунок фінансової структури X відповідно до нової структури запасів K . Перший шлях був застосований у динамічному варіанті МГБ В.Леонтьєва, та було доведено його дієвість на прикладі прогнозування економік США та Японії, тому ми можемо скористатись ним на прикладі динамічної оптимізаційної моделі фінансових потоків підприємства [16]. Перший шлях оптимізації може бути формалізованим, якщо значення фінансових запасів будуть відповідати основному балансовому рівнянню (16)

$$\text{Кінцевий запас} = \text{Начальний запас} + \text{Поповнення} - \text{Вибуття} \quad (16)$$

Статична оптимізаційна форма ПФС може бути перетворена у динамічну, якщо припустити, що після кожного фінансового циклу відбуваються зміни у запасах фінансових активів (17).

Збірник наукових праць

$$\begin{aligned}
 K_1^{t+1} &= \left[\begin{array}{cccccc}
 x_{11} \cdot K_1^t + x_{12} \cdot K_2^t + x_{13} \cdot K_3^t - x_{14} \cdot K_4^t - x_{15} \cdot K_5^t & & & & & \\
 -x_{21} \cdot K_1^t + x_{22} \cdot K_2^t + x_{23} \cdot K_3^t & + 0 & & & & \\
 -x_{31} \cdot K_1^t - x_{32} \cdot K_2^t + x_{33} \cdot K_3^t + x_{34} \cdot K_4^t & & + 0 & & & \\
 x_{41} \cdot K_1^t & + 0 & -x_{43} \cdot K_3^t + x_{44} \cdot K_4^t + x_{45} \cdot K_5^t & & & \\
 -x_{51} \cdot K_1^t & + 0 & & + 0 & -x_{54} \cdot K_4^t + x_{55} \cdot K_5^t &
 \end{array} \right] + \\
 &+ \left[\begin{array}{ccc}
 (v-1) \cdot x_{12} \cdot K_2^t & -(p-1) \cdot x_{14} \cdot K_4^t & -(p-1) \cdot x_{15} \cdot K_5^t \\
 (k-1) \cdot x_{32} \cdot K_2^t & & \\
 0 & & \\
 (1-c) \cdot x_{43} \cdot K_3^t & + (d-1) \cdot x_{45} \cdot K_5^t & \\
 0 & &
 \end{array} \right] \quad (17)
 \end{aligned}$$

Другий шлях оптимізації відбувається за послідовних змін фінансової структури та фінансових запасів на кожному кроці ітерації. Оскільки у матричному запису ця задача вимагає значної кількості операцій, її зручно вирішувати у еквівалентній кінцеве-різницевої формі (18-22) з обмеженнями (23-30), та цільовою функцією (31), які можна запрограмувати на алгебраїчній мові моделювання задач математичного програмування AMPL.

$$K_1^t = K_1^{t-1} - v \cdot V_1 - V_2 + c \cdot V_5 + c \cdot V_7 \quad (18)$$

$$K_3^t = K_2^{t-1} + V_1 - k \cdot V_3 \quad (19)$$

$$K_3^t = K_3^{t-1} + V_2 + V_3 - V_4 \quad (20)$$

$$K_4^t = K_4^{t-1} + p \cdot V_4 - V_5 - d \cdot V_6 \quad (21)$$

$$K_5^t = K_5^{t-1} + V_6 - V_7 \quad (22)$$

$$V_1 \leq K_1 \quad (23)$$

$$k \cdot V_3 \leq K_2 \quad (24)$$

$$V_4 \leq K_3 \quad (25)$$

$$V_5 \leq K_4 \quad (26)$$

$$d \cdot V_6 \leq K_4 \quad (27)$$

$$V_7 \leq K_5 \quad (28)$$

$$V_5 + d \cdot V_6 \leq K_4 \quad (29)$$

$$v \cdot V_1 + V_2 \leq K_1 \quad (30)$$

$$F = p \cdot V_7 + p \cdot V_5 - v \cdot V_1 - V_2 \rightarrow \max \quad (31)$$

Нехай ми маємо просту модель фінансового кругооберту капіталу (18-31), у якій підприємство має необмежений попит. Ціни на продукцію є постійними, як у моделі досконалої конкуренції. Розрахуємо оптимальну траєкторію руху на горизонті планування п'ять років (таблиця 1-2.).

Таблиця 1.

Значення фінансових активів по періодах планування

Оптимальні значення фінансових запасів						
	Цільова функція	Грошові засоби	Кредиторська заборгованість	Запаси сировини	Готова продукція	Дебіторська заборгованість
1	554408	54627	325230	296104	1578	460429
2	444082	572723	162615	237653	140687	230908
3	212828	821023	81307	214295	136185	177356
4	178320	1029063	40653	158596	131827	148600
5	158765	1214289	20326	88136	127609	132304

Таблиця 2.

Значення фінансових потоків по періодах планування

Оптимальні значення фінансових потоків						
V1	0	1 955	1925	895	866	На кредиторську заборгованість
V2	0	0	0	0	0	На закупівлю запасів
V3	0	0	0	0	0	На кредитування закупівлі запасів
V4	0	148051	74026	37012	0	Запасів на виробничі потреби

Збірник наукових праць

V5	0	0	0	0	0	Реалізація готової продукції
V6	61 434	1388	1344	1301	1259	На збільшення дебіторської заборгованості
V7	0	1035	1002	970	231357	Реалізація дебіторської заборгованості

Необхідність планування на період більше від одного року замовлення невизначеністю постійної фінансової політики і ринковою кон'юктурою і фазою життєвого циклу підприємства. У разі виробників телекомунікаційного ринку США Noretel, Cisco Systems, Ericsson, Lucent, Alcatel і інших дослідження виявило, що менеджери можуть обирати між агресивною і помірною моделями розвитку, але вони не завжди можуть передбачити наслідки свого вибору на довгострокову перспективу [17]. Тому є необхідність планування на ширшому проміжку часу, щоб виявити потенційні можливості і недоліки обраної стратегії. У нашій моделі первинні дані представлені в таблиці 1 і таблиці 2.

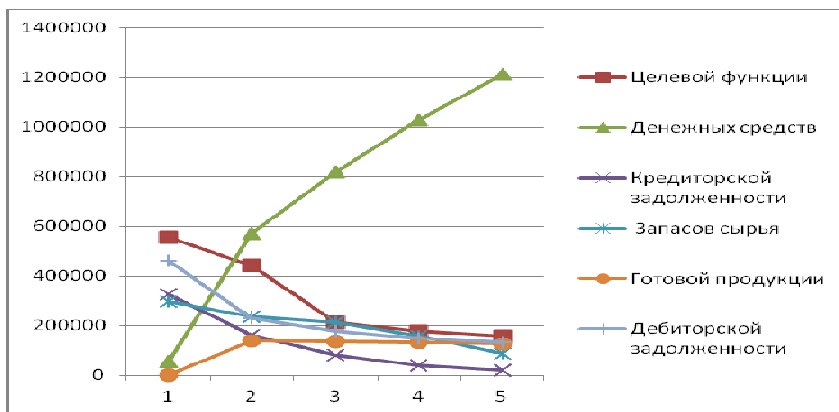


Рис. 3. Динаміка розвитку фінансових активів

Висновки. Складності економічних перетворень колишньої планової економіки України у ринкову вимагають посилення якості менеджменту у керуванні фінансовим забезпеченням сталого розвитку підприємства. Основною фінансовою задачею за сталого розподілу фінансових активів є пошук оптимальних фінансових потоків з метою забезпечення максимізації прибутку.

Також з'являються розробки динамічних моделей фінансів на короткостроковий та середньостроковий терміни, що збільшує можливості прогнозування та бюджетування. Більшість сучасних досліджень у царині математичного моделювання фінансової діяльності не враховують складні функціональні зв'язки між різними частинами оборотного капіталу, тому після вивчення останніх розробок було запропоновано динамічну модель керування фінансовими потоками на основі моделі, що підпадає під задачу математичного програмування та є максимально близькою до макроекономічної моделі МГБ В.Леонтьєва. Запропонована модель дозволить здійснювати планування оптимального розподілу капіталу на середньостроковому та довгостроковому горизонті планування.

Хочу висловити вдячність співробітникам відділу методів негладкої оптимізації Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України: д.ф.-м.н. П.І. Стецюку за консультації по математичному програмуванню та О.П. Лиховиду за консультації по мові AMPL.

Список використаних джерел

1. Журов В.А. Процесс разработки моделей для прогнозирования банкротства предприятий (на примере японских публичных компаний) [Електронний ресурс] / В.А Журов / Режим доступу: <http://referent.mubint.ru/8/5011?try>.
2. Недосекин А.О. Сводный финансовый анализ российских предприятий за 2000–2003 г.г. / А.О. Недосекин, Д.Н. Бессонов,

- А.В. Лукашев. – Москва.: ЗАО «ИФЭЛ Русь», 2005. – (Банки и риски. Вестник IFEL Rus; №1).
3. Карлберг К. Бизнес-анализ с помощью Microsoft Excel / К. Карлберг. – М.: Вильямс, 2006. – 464 с.
 4. Кругляк Б.С. Економічний аналіз підприємств. Навчальний посібник / Б.С. Кругляк, Т.П. Бондар, О.Б. Зайцева, А.І. Ковальов, Г.В. Скиба. – Хмельницький.: Хмельницький державний університет, 2004. – 420 с.
 5. Овандер Н.Л. Моделі оптимізації структурних зрушень в економіці України за видами економічної діяльності: дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук, спеціальність 08.00.11 «Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці» / Н.Л. Овандер. – Житомир, 2009.– 273 с.
 6. Гурнович Т.Г. Моделирование, анализ и управление собственными динамическими свойствами экономических систем: диссертация на соискание доктора экономических наук: спец. 08.00.13 «Математические и инструментальные методы экономики» / Гурнович Т. Г.– Санкт-Петербург, 2004. – 283с.
 7. Мур Д. Экономическое моделирование в Microsoft Excel / Д. Мур, Л. Уэдерфорд. – М.: Вильямс, 2004.– 1024 с.
 8. Голиков В.И. Предприятие в системе государственного управления и регулирования / В.И Голиков, А.В. Николаян., Н.В. Голикова. – Киев.: Институт экономического прогнозирования НАНУ, 1998. – 388 с.
 9. Глазьев С.Ю. Стратегия опережающего развития России в условиях глобального кризиса / Глазьев С.Ю. – Москва.: Экономика, 2010. – 255с.
 10. Подольска В.О. Фінансовий аналіз: Навчальний посібник / Подольска В.О., Яріш О.В. - К.: Центр навчальної літератури, 2007. - 448 с.
 11. Кузнецов С.В. Математическое моделирование задач управления финансовыми потоками [электронный ресурс] / С.В.Кузнецов, И.В.Ириков // Электронный журнал Исследовано в России / Режим доступа: <http://zhurnal.ape.relan.ru/articles/2001/126.pdf>
 12. Патрикей И.А. Формирование математической модели бюджетного процесса промышленного предприятия / И.А.Патрикей, В.Л.Харцикевич // ИнВестРегион. –2006, №5, С. 6 – 10.
 13. Коваленко Л.О. Фінансовий менеджмент. Навчальний посібник / Л.О.Коваленко, Л.М.Ремньова. – Київ.: Знання, 2008. – 483 с.

14. Ляшенко І.М. Основи математичного моделювання економічних, екологічних та соціальних процесів. Навчальний посібник / І.М.Ляшенко, М.В.Коробова, А.М.Столяр. – Тернопіль.: Богдан, 2006. – 304 с.
15. Ашманов С.А. Линейное программирование / С.А.Ашманов. – М.: Наука. – 1981. –340 с.
16. Леонтьев В.В. Межотраслевая экономика / В.В. Леонтьев – Москва.: Экономика, 1997. – 330 с.
17. Розанова Н.М. Использование концепции жизненного цикла в экономическом анализе фирмы // Н.М.Розанова, А.А.Катайкова. – Современная экономическая теория. – 2012. – Том 10, №3. , С. 8 – 21.

УДК 364.2:331

O. Tutova

Problem discription of determination of factors affecting HDI

A sample of 10 countries representing all four levels of human development was chosen based on their progress in HDI rating during 2005-2012. The main factors of human development in these countries were analyzed. Combinatorial GMDA was chosen as a method for further research of trends of human development in these countries.

Key words: *human development index, per capita income, combinatorial GMDH algorithm.*

Вибірка з 10 країн, що представляють всі чотири рівні людського розвитку, сформована на основі прогресу цих країн у рейтингу ІЛР у 2005-2012 роках. Проведено аналіз основних показників людського розвитку в цих країнах. Комбінаторний метод МГУА вибрано для подальшого вивчення тенденцій людського розвитку в цих країнах.

Ключові слова: *індекс людського розвитку, дохід на душу населення, комбінаторний алгоритм МГУА.*