

# ОПТИМІЗАЦІЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ КОМПЛЕКСНОЇ ЛОГІСТИКИ ПРИ МАКСИМАЛЬНОМУ ЗБАГАЧЕННІ У ЧАСІ

*Час визначає термін отримання прибутку (збагачення у часі) та є ресурсом, вартість якого зменшує прибуток. Ведені поняття логістик ринків товарів і цінних паперів, а також ієрархічних рівнів логістики. Запропонована модель товарного балансу (варіант міжгалузевої балансової моделі Леонтьєва) дозволяє аналізувати статичні та динамічні логістичні процеси вищих рівнів при випуску галуззю кількох товарів та напівфабрикатів. Аналіз електричних мереж по переміщенню потоків енергії повинен спиратись на три системи законів, які дають три різні числові розв'язки для однієї і тієї ж електричної мережі: закони Кірхгофа для електричних мереж, закони «альфа» та закони «бета».*

**Ключові слова:** Логістика, максимальне збагачення у часі, програмування.

*Время определяет срок получения прибыли (обогащение во времени) и является ресурсом, стоимость которого уменьшает прибыль. Введены понятия логистики рынков товаров и ценных бумаг, а также иерархических уровней логистики. Предложена модель товарного баланса (вариант межотраслевой балансовой модели Леонтьева) позволяет анализировать статические и динамические логистические процессы высших уровней при выпуске отраслью нескольких товаров и полуфабрикатов. Анализ электрических сетей по перемещению потоков энергии должен опираться на три системы законов, которые дают три различные числовые решения для одной и той же электрической сети: законы Кирхгофа для электрических сетей, законы «альфа» и законы «бета».*

**Ключевые слова:** Логистика, максимальное обогащение во времени, программирование.

*Time determines the term of the profit obtaining (enrichment over time) and is a resource whose value decreases profits. The concepts of logistics for markets of goods and securities, as well as hierarchical levels of logistics was proposed. A model of good's balance (version of the Leontief inter-industry balance model) allows us to analyze the static and dynamic logistic processes of the highest levels of the industry with the production of several goods and semi-finished goods. The analysis of electrical networks for moving energy flows should be based on three systems of laws that give three different numerical solutions for the same electrical network: Kirchhoff's laws for electrical networks, the laws «alpha» and laws «beta».*

**Key words:** Logistics, maximum enrichment in time, programming.

## Вступ

Логістика – це системна наука з метою оптимізації кінцевих результатів операцій при оптимальній теоретичній та практичній підтримці керованого у часі та просторі безперервного «конвейерного» процесу створення та переміщення потоків послуг від постачальника до одержувача по повному або неповному логістичному маршруту з урахуванням вимог користувача (якості, ціни, часу, місця) та військових, економічних, організаційних і інформаційних показників.

## Постановка задачі

Головним недоліком більшості відомих логістичних систем (міжнародних *ERP* та *MRP* тощо), а також курсів дослідження операцій, баз даних та знань, теорії прийняття рішень, логістики, організації виробництва та менеджменту полягають у тому, що часто вони: не розглядають повні ієрархічні логістичні цикли, не ураховують максимальне збагачення підприємця у часі та

вплив на прибуток часу, як ресурсу [1]. Наприклад, логістичний цикл, який лише мінімізує витрати транспортної задачі (*T – задачі*) [2,3] чи лише оптимізує виробництво [4] при нехтуванні умовами ринку є **винятком** з невірним для загального випадку напрямом і не може бути основним варіантом для прийняття рішень.

**Метою роботи** є розробка метода оптимізації економічних показників комплексної логістики з урахуванням головної мети – максимального збагачення підприємця у часі.

## 1. Вступні дані

1.1. **Технологічний час.** Вважаємо, що операції по виготовленню та продажу **одиниці** товару виконуються послідовно у **технологічному часі**, який дорівнює підсумку часу на покупку і транспортування сировини, виготовлення товару, продаж [1].

1.2. **Повний логістичний цикл складається з трьох задач**, які можуть аналізуватись окремо: *T – задача №1:*

купівля та транспортування сировини від різних постачальників; *задача №2: виробництво* товарів;  $T$  – *задача №3: транспортування та продаж* товарів на різних ринках. Кожна з них може виконуватись після завершення попередньої задачі.

1.4. **Час впливає на прибуток у двох напрямках:** він впливає на збагачення у часі, бо визначає термін отримання прибутку; час є ресурсом, витрати якого зменшують прибуток.

В економіці час ураховується при плануванні робіт. Тому його потрібно ураховувати і в задачах ДО. Частку вартості часу – «ресурсу» можна оцінити по збільшенню **ризик**у у витрачання коштів та по витратах у часі на транспортування, зберігання та продаж товару  $d_{T1}$ .

Збільшення часу – «ресурсу» веде до фізичного та морального старіння товару, втрати попиту. Відповідна частка витрат дорівнює  $d_{T2} = St/T_0$ , де  $S$  – початкова вартість товару;  $t = 0...T_0$  – зміна часу;  $T_0$  – час, за який товар цілком знецінюється.

Вартість часу – «ресурсу» збільшується також внаслідок дисконтування (знецінення) грошей. Для суми  $S=100$ , вкладеній на термін  $T_0=4$  роки, при відсотковій ставці  $r=0,1$ , інфляції  $f=0,15$  середні річні втрати грошових коштів підприємства із-за дисконтування дорівнюють

$$d_{T3} = (S/T_0)[1 - 1/(1+r+f)^{T_0}] = \\ = (100/4)[1 - 1/(1+0,1+0,15)^4] = 14,75.$$

Варіантів визначення вартості часу – «ресурсу» може бути кілька. Для окремої  $T$  – задачі можна прийняти, що максимальний (або середній) тариф транспортування дорівнює максимальному (або середньому) часу. Якщо вартість часу прийняти рівною *відношенню прибутку до часу* циклу виробництва продукції, то *збиткові товари не повинні зменшувати підсумкові розрахункові витрати*. Якщо вважати вартість часу рівною *відношенню загальних витрат до часу*, то виділяються операції зі зменшеними й витратами й часом.

1.5. Кожну  $T$  – задачу (№1 та №3) замінюємо на кілька **одноваріантних**  $T$  – задач. **Виробник продукції** для однієї одноваріантної  $T$  – задачі №1 має одного «користувача» – склад заданого типу сировини для кількох постачальників, а для однієї одноваріантної  $T$  – задачі №3 має одного «постачальника» – заданий тип товару для кількох ринків.

1.6. Кожну одноваріантну  $T$  – задачу (№1 та №3) замінюємо **на один оптимальний прями** кодований (у загальному випадку) шлях з найліпшими умовами для досягнення мети. Оптимальні прямі шляхи в  $T$  – задачах №1 та №3 з транзитом отримуються за **алгоритмом двох множин для мінімізації шляху в мережі** [5] при заміні довжини шляхів на тарифи транспортування одиниці потоку.

1.7. **Функція мети**  $T$  – задачі №1 в сукупності задач №1 – №3 може бути спрямованою на зменшення вартості сировини та часу її отримання у вигляді

$$F_1 = \sum_{i=1}^m (S_{Ci} + d_{Ci}t_{Ci})x_{Ci} \rightarrow \min,$$

де  $i=1, \dots, m$  – порядковий номер сировини;  $S_{Ci}$ ,  $t_{Ci}$  – вартість та час придбання, зберігання, накопичення та транспортування одиниці  $i$ -ої сировини;  $d_{Ci}$  – вартість

одиниці часу, витраченого на одиницю  $i$ -ої сировини;  $x_{Ci}$  – кількість  $i$ -ої сировини.

Задачі №2 та №3, поряд зі зменшенням собівартості товарів та часу їх отримання, можуть максимувати підсумок прибутків ( $F_2$ ) або підсумок інтенсифікацій прибутків ( $F_3$ )

$$F_2 = \sum_{e=1}^E [(p_e s_e - k_{Te} q_e - M_e) x_e - d_e t_e] \rightarrow \max ; \\ F_3 = \sum_{e=1}^E \frac{(p_e s_e - q_e) x_e - d_e t_e}{t_e} \rightarrow \max ,$$

де  $e=1,2,\dots,E$  – порядковий номер товару;  $p_e$  – ймовірність отримання вказаної ринкової ціни  $s_e$  (урахування ризику як показника стабільності ринку);  $s_e$  – ціна на ринку;  $q_e$  – собівартість на момент продажу;  $k_{Te} = 1 - A_e t/T_{Ce}$ ,  $A_e$  – коефіцієнти, які ураховують зменшення собівартості за рахунок удосконалення виробництва у часі;  $M_e$  – незадоволеність менеджера випуском  $e$  – го товару, процесом його виробництва та ринковими умовами (суб'єктивний якісний показник);  $x_e$  – кількість  $e$  – го товару;  $d_e$  – вартість одиниці часу;  $t_e$  – витрати часу на накопичення ресурсів, виробництво та продаж одиниці продукції  $x_e$ .

1.8. Розрахунки виконуються по середньостатистичних даних: об'ємів ресурсів; норм витрат ресурсів; витраченого часу, витрат на технологічну обробку тощо.

1.9. Окрема оптимізація задач №1 – №3 приводить до ухилення від оптимального рішення: в задачах №1 та №2 замість мінімізації матеріальних витрат та часу, можна піти *на їх збільшення*, якщо це збільшує прибуток у часі.

1.10. Процес оптимізації розглядається на базі наступних принципів:

– **Аналіз всього логістичного процесу повинен ураховувати ринкові умови.** Оптимізація лише **початкової чи серединної функції мети** (мінімізації витрат) [3,6] може вести до банкрутства. **При цьому кожний товар може розглядатись як окреме виробництво з власною функцією мети.** Функції мети проміжних етапів повинні підтримувати основний напрямок головної **кінцевої** функції мети (максимізація збагаченням у часі чи максимізація прибутку) і повинні не діяти всупереч її вимогам.

– Задача повинна мати головну **незмінну** функцію мети, або **незмінну** їх сукупність.

– Після побудови початкового дерева рішень може початись процес удосконалення шляхом уточнення результатів кінцевих та проміжних рішень та заміни існуючих гілок дерева рішень на паралельні більш ефективні.

– Спрощені цикли задачі №2 (або №3) не мають розриву, і в них можна ураховувати **початкові дані** вартості і значення часу циклу одиниць товарів.

1.11. **Максимальний потік вантажів** при логістичних розрахунках **відомий** і може визначатись: по розв'язку задач №2 та №3 з урахуванням ринкових умов; по складених угодах; при заданих ресурсах – по розв'язку задачі за методами дослідження операцій тощо.

## 2. Алгоритм розв'язку комплексної логістичної задачі

Розглянемо задачі №2 та №3 для товарів В1 та В2 при наступних початкових даних:

– дані задачі №2 наведені у розділі «Виробництво продукції» табл. 1;

– дані для *одноваріантних Т – задач №3 з прямими шляхами* наведені в розділах табл. 2 «Транспортування до ринків» та «Дані ринків»;

– на основі даних табл. 1 та табл. 2 в табл. 2 розраховані «Загальні дані продажу», які є основою для визначення функції мети логістичної математичної моделі.

Таблиця 1.

Задача №2: виробництво продукції.

Номер ресурсу $k$	Назва ресурсу	Вартість всього об'єму ресурсу	Вартість норми витрат ресурсу на $e$ – й товар (В1 та В2)	
			В1, $e = 1$	В2, $e = 2$
1	Гроші	10000	9	6
2	Людино-години	3000	5	3
3	Сировина №1	400	6	3
<b>«Виробництво продукції»:</b>				
Вартість технологічної обробки $s_{1e}$ , грн/шт.			1	2
Вартість виробництва 1 виробу $s_{2e}$ , грн/шт.			21	14
Час виробництва 1 виробу $t_{1e}$ , дів/шт.			0,2	0,3
Виробнича потужність $V_e$ , шт.			2000	120
Кількість продукції $x_e$ , шт.			$x_1$	$x_2$

Таблиця 2.

Задача №3: транспортування та продаж товарів.

Данні одноваріантних Т – задач №3: перевезення та продаж продукції	В1, $e = 1$ , ринок $R=3$ , $F1=16=max$	В1, $e = 1$ , ринок $R=7$ , $F2=1,5=max$	В2, $e = 2$ , ринок $R=5$ , $F2=1,7=max$	В2, $e = 2$ , ринок $R=2$ , $F1=1,8=max$
<b>Транспортування до ринків:</b>				
Час транспортування $t2Re$ , дів/шт.	0,1	2	3	0,1
Тариф 1 виробу $s3Re$ , грн/шт.	1	0,3	0,2	1
<b>Дані ринків:</b>				
Час продажу 1 виробу $t3Re$ , дів/шт.	0,2	0,25	0,3	0,1
Тариф на продаж 1 виробу $s4Re$ , грн/шт.	1	0,1	0,2	1
Ціна на ринку 1 виробу $cRe$ , грн/шт.	23,8	15,9	23,1	16,9
<b>Загальні дані продажу:</b>				
Час виробництва та продажу $TRe = t1e + t2Re + t3Re$ , дів/шт.	0,5	2,45	3,32	0,5
Собівартість 1 виробу $s5Re = s2e + s3Re + s4Re$ , грн/шт.	23	14,4	21,4	16
Прибуток за 1 вироб $qRe = cRe - s5Re$ , грн/шт	0,8	1,5	1,7	0,9
Інтенсивність отримання прибутку у часі $iRe = qRe / TRe$ , грн/добу	16	0,612	0,422	1,8
Вартість часу $dRe = 0,5s5Re / TRe$ , грн/добу	230	2,94	3,22	16

Математична модель для задачі №2 та №3 при двох функціях мети має вигляд:

$$F_1 = \sum_{e=1}^E i_{Re} x_e \rightarrow \max; \quad F_2 = \sum_{e=1}^E q_{Re} x_e \rightarrow \max;$$

$$9x_1 + 6x_2 \leq 10000; \quad 5x_1 + 3x_2 \leq 3000;$$

$$6x_1 + 3x_2 \leq 400; \quad x_1 \geq 0.$$

Для кожного типу товару В1 та В2 спочатку по максимуму інтенсифікації прибутку  $F_1$ , а потім по максимуму прибутку  $F_2$  по черзі виділяємо оптимальний ринок (табл. 2). Припустимо, що у зв'язку з конкретною економічною ситуацією для товарів В1 ми використовуємо виділений сірим фоном ринок  $R=3$  з найбільшою інтенсифікацією прибутку  $F_1=16=max$ , а для товарів В2 – ринок  $R=5$  з найбільшим прибутком  $F_2=1,7=max$ .

У даному випадку дві функції мети прив'язані до різних ринків ( $R=3$  та  $R=5$ ), ми маємо дві функції мети, і потрібно розшукувати Парето – оптимальне рішення для двох критеріїв (тут це не розглядається).

Тому для обраного ринку виробництво завантажується даним типом товару (з урахуванням у загальному випадку впливу на ринок та виробничої потужності). Після задоволення потреб ринків у обраному одному типу товару, розглядаються по черзі наступні найвигідніші пари «тип товару – ринок» при обраних функціях мети.

Товар В1 на ринку  $R=3$  має найбільшу інтенсифікацію прибутку: за час  $T_{Re} = 0,05$  він надає прибуток  $q_{3e} = 0,8$ , тобто за час  $T_{5e} = 3,32$  він надасть прибуток, рівний  $q_{3e}^T = q_{3e} \cdot T_{5e} / T_{3e} = 0,8 \cdot 3,32 / 0,5 = 5,12$ , що в  $5,12 / 1,7 = 3,08$  рази більше за прибуток, отриманий за той же час  $T_{5e} = 3,32$  за товар В2. Тобто економічно вигідно використати ресурси для випуску лише товару В1 (хоча товар В2 надає в  $1,7/0,8 = 2,12$  рази більший прибуток).

Максимальний об'єм випущеної продукції  $x_1^{max} = 400/6 = 66,7$  визначається по обмеженнях для мінімального значення  $x_1$  з урахуванням виробничої потужності  $V_1 = 2000$ . Розв'язок спрощених логістичних задач №2, №3: об'єм випущеної продукції  $x_1 = 66,7$  та  $x_2 = 0$ ; вартість часу  $d_{Re} = 0,5s_{5Re} / T_{Re} = 230$  (тут

коефіцієнт 0,5 урахує, що собівартість  $s_{5Re}$  зростає лінійно у часі і тому ураховане її середнє значення).

По отриманій кількості виробів  $x_1 = 66,7$  визначається загальний необхідний об'єм сировини з уточненням врахованих даних логістичного циклу.

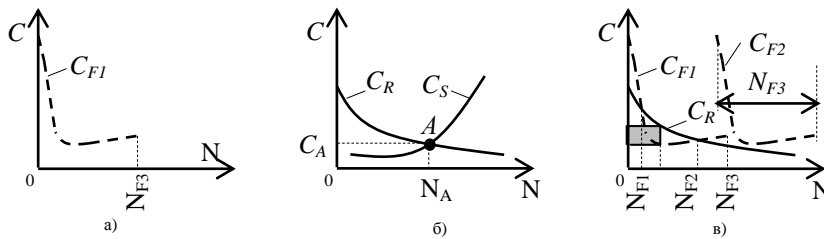
### 3. Політика цін на ринку

Основою розвитку суспільства є *капітал*, тобто *Гроші*. *Гроші – найбільш ефективний інструмент влади*. Гроші заробляються на ринку, внаслідок чого «політику робить ринок». Боротьба за ринки лежить в основі політичної та військової напруженості. *Ринок є важелем домінування*, і в логістичному ланцюгу «керує» пов'язана з ринком ланка.

Розвал СРСР відкрив для Заходу великий ринок збуту з перетворенням його населення в продавців чужих товарів. Але таких дарунків на ринку звичайно не роблять. Держава охороняє власні ринки і власне виробництво: законами, квотами, митними платежами, привелеями, міжурядовими угодами, цінами. Наприклад, на 2011 р. Захід надав Україні смішні квоти на ввезення сільськогосподарчої продукції.

Припустимо, що залежність собівартості товару  $C_{F1}$  від матеріалопотоку випущеної продукції  $N$  для фірми має вигляд рис. 2,а: при збільшенні кількості випуску товару  $N = 0 \dots N_{F3}$  собівартість на ринку у момент продажу  $C_{F1}$  спочатку зменшується, а потім зростає, що пояснюється дією відомого *закону спадаючої віддачі*, згідно якому подальше приєднання одиниць змінного продукту (наприклад, праці) до незмінного фіксованого продукту (наприклад, капіталу) приводить до збільшення або обмеження собівартості [7].

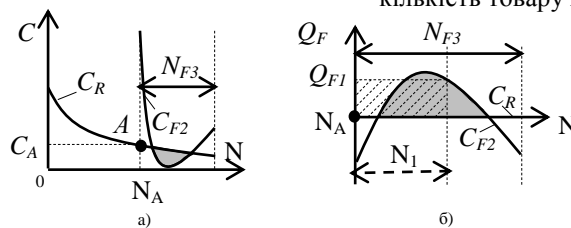
*Закон попиту ринку, як залежність ціни одиниці товару на ринку  $C_R$*  від наявного потоку товарів  $N$  (крива  $C_R$  рис. 2,б), установив французький економіст А. Курно. *Закон пропозиції* показує, як змінюється підсумкова пропозиція  $C_S$  у залежності від ціни  $C$  на ринку (рис. 2,б). Точка  $A$ , що отримується від пересічення кривих попиту  $C_R$  та пропозиції  $C_S$ , укаже *ринкову (рівноважну) ціну  $C_A$*  та реальну підсумкову кількість товару  $N_A$ , яка обертається на даному ринку.



**Рис. 2.** Встановлення ціни на ринку:  $C$  – ціна товару;  $N$  – кількість товару (матеріалопотоку) на ринку;  $C_{F1}$  – собівартість товару для фірми у залежності від матеріалопотоку випущеної продукції  $N$ ;  $C_R$  – ринкова ціна товару у залежності від матеріалопотоку на ринку  $N$ ;  $C_S$  – підсумкова крива залежності постачання всіх постачальників  $N$  від ціни на ринку  $C$ ;  $C_{F2}$  – собівартість товару фірми у залежності від матеріалопотоку на ринку  $N$  при наявності конкуренції для урахування ринкової ціни  $C_R$ .

Якщо фірма з випуском товару згідно рис. 2,а на ринку з даними рис. 2,б є монополістом, то, як видно з рис. 2,в, вона отримує прибуток при випуску товарів у межах  $N_{F1} < N < N_{F2}$ , а величина прибутку дорівнює виділеній сірим площею (як добуток прибутку за один товар на кількість випущеного товару  $N$ ).

Якщо на ринку з'являються конкуренти, то загальна кількість товару збільшується, і крива собівартості одиниці товару фірми переміститься із положення  $C_{F1}$  в положення  $C_{F2}$  (рис. 2,в): фірма втрачає прибуток і банкрутує. Подібний процес стає причиною того, що фірми залишають такий ринок, в результаті чого кількість товару на ньому зменшується.



**Рис. 3.** Розрахунок ціни та максимального прибутку фірми на ринку товару.

Для випадку, коли фірма впливає на ціни ринку (рис. 3,а), принцип виконання розрахунків показаний на рис. 3,б. Для цього по даних рис. 3,а для об'ємів постачання товару фірмою  $N_{F3}$  на рис. 3,б відображуємо прибуток фірми  $Q_F = (C_R - C_{F2})$ . Ділянка, на якій фірма отримує прибуток, виділена сірим фоном. Якщо фірма постачає на ринок кількість товару  $N_1$  (рис. 3,б), то підсумок її прибутку дорівнює добутку прибутку за одиницю товару на кількість товару  $Q_{F1} \cdot N_1$ , або дорівнює площі

прямокутника, заштрихованого пунктирними лініями. Потрібно визначити граничну точку, яка розміщується *після точки максимального прибутку* і для якої відповідна площа буде максимальною. Для граничної точки можна прийняти, що зменшення площі прямокутника внаслідок зменшення  $Q_{F1}$  повинна дорівнювати збільшенню площі внаслідок збільшення  $N_1$ , тобто

$$\Delta Q_{F1} N_1 \approx \Delta N_1 Q_{F1}.$$

Ми отримали рівняння для граничного *коефіцієнта еластичності прибутку*. На практиці часто використовується показник еластичності для заданої двохмірної кривої. *Коефіцієнт еластичності прибутку*  $E_Q$  показує, на скільки відсотків зміниться прибуток  $Q_F$ , якщо змінити *на один відсоток* визначальний фактор, наприклад, кількість товару  $N_1$ :

$$E_Q = \frac{\text{Зміна прибутку } Q_{F1}, \%}{\text{Зміна кількості товару } N_1, \%} = \left( \frac{Q_{F2} - Q_{F1}}{Q_{F1}} 100\% \right) : \left( \frac{N_2 - N_1}{N_1} 100\% \right)$$

Знак коефіцієнта еластичності не ураховують. Якщо  $E_Q > 1$ , то попит еластичний і можна збільшувати кількість власного товару на ринку  $N_1$ . Якщо  $E_Q < 1$ , то попит не еластичний і не можна збільшувати  $N_1$ . Значення  $E_Q = 1$  (одинична еластичність) визначає границю еластичності, тобто *границю максимального прибутку*. Ці розрахунки можна виконати й по рис. 3, а без будування рис. 3, б.

#### 4. Два ринка – дві логістики. Логістичні ієрархичні рівні

Гроші, які повинні обслуговувати ринок товарів, створили власний *ринок цінних паперів*. *Капітал можна заробити на двох ринках: товарному та паперовому*. Внаслідок існування двох ринків, існують і різні логістичні процеси для цих ринків. *Логістика товарного ринку* спрямована на задоволення потреб виробника товарів та користувача, а *логістика ринку цінних паперів* – на задоволення потреб банків по обороту паперової «цінності» *та по керуванню економікою*. На ринку цінних паперів та паперових грошей нічого не виробляють: на ньому «гроші створюють гроші» в основному за рахунок: банківського відсотку; дисконтування; інфляції; гри на створюваних різницях курсів валют. Мати національну валюту у ролі міжнародної надзвичайно вигідно. «Пострілом» у вигляді випуску додаткових матеріально не забезпечених паперових грошей банк одразу «вбиває сім зайців»: замість паперового смиття отримується матеріальна цінність; придбання майна впевнює всіх, що цей мотлох «чогось вартий»; новий власник цієї паперової «цінності» ніяк не зацікавлений у зменшенні її вартості; отримана матеріальна цінність може бути використана для підтвердження стабільності валюти з випуском додаткової паперової маси, яка вже більше попередньої приблизно в 5 разів; шляхом дисконтування валюти та інфляції усі боржники кредитів та усі власники валюти обкладаються ніким не контрольованим додатковим «податком» (крім обумовленого відсотку); створюється можливість впливати на економічні та політичні процеси в країні боржника кредитів; наступні позики заохочуються вигодою керування розподілом запозичених коштів та щедрою винагородою за керівництво «процесом». Восьмий найбільш жирний «заяць» має вигляд вивезених коштів з бідної країни – позичальника до багатих країн-кредиторів. Керування курсом валюти може приносити додаткові кошти. Головне у цьому процесі – щоб валюти завжди «не вистачало». Для цього надавати як можна більше кредитів і на таких умовах, щоб відсотки по кредитах з урахуванням дисконтування та інфляції були більші за введені в обіг кошти.

Відомо, що долари США щорічно дисконтують (знецінюються) на 5 – 10%. Власники підприємств не

можуть стягнути з банків награвоване, але не можуть допустити й збитків. Тому вони підвищують паперову вартість своєї продукції. Ціни зростають. Населення всієї Землі – платить банкам «податок». За 10 років (з 2001 р. по 2012 р.) вартість унції золота (31,1 г) збільшилась з 299\$ до 1900\$, тобто *більше, ніж в 6 разів*. Це – наслідок збільшення об'єма паперової «цінності», а не через зменшення кількості золота... Приблизно в стільки разів за ці роки збільшився «податок» населення Землі банкам США. Йде процес створення *логістичної глобальної економіки*, якій заважають національні кордони. Мова йде про *планомірне захоплення економічної влади* в геополітичному просторі планети. Умовою надання кредитів світовими банками є *контроль над економікою*. І мало хто усвідомляє, що це – спрямування до керування економікою, політикою та розвитком держави-боржника, а нічого не варті паперові гроші (та й ще вивезені за кордон) є прямою загрозою економіці.

Паперові гроші *та цінні папери*, внаслідок мізерної реальної вартості і залежності від прийнятих фінансових та політичних рішень створюють *загрозу виникнення криз та економічного паразитування*. Логістичні процеси цьому лише сприяють.

В економіці треба розглядати *взаємопов'язані та взаємосуперечливі різні ієрархичні рівні логістики: підприємства, галузі, держави, сукупності держав, міжнародний, глобальний, ринків цінних паперів та товарів*. Всіх їх об'єднує ринки товарів та паперів і головна мета – максимальне збагачення у часі. Кожна вища за ієрархичним рівнем логістика додатково має за мету: встановлення об'єма накопичення (продажу), узгодженість виробництва та захист інтересів рівня. Під міжнародною логістикою розуміється узгодження *рівноправних* інтересів різних держав (приклад – міжнародні стандарти на товари). Під глобальною логістикою розуміється спрямованість до *гегемонізму та паразитування* найбагатших держав в умовах вичерпання ресурсів Землі з використанням банківської боргової системи. Вимоги логістики *вищого рівня* в обов'язковому порядку спрямовані на підпорядкування хоча б частки *самостійності логістичних систем* нижчого рівня.

#### 5. Логістична модель товарного балансу вищого рівня

Для аналізу на державному або галузевому рівні логістики може бути використана *модель товарного балансу* (як варіант міжгалузевої балансової моделі Леонтьєва), в якій порядок матричного рівняння дорівнює *не кількості галузей, а кількості товарів та півфабрикатів*. Будь-яка галузь може випускати довільну кількість товарів та півфабрикатів. Вважаємо, що державою випускаються  $n$  товарів  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ , перша частка яких у вигляді вектора  $Y = \{y_1, \dots, y_n\}$  йде на продаж (накопичення), а друга частка у вигляді добутку двох матриць  $AX$  використовується для випуску всіх товарів

$$X = Y + AX,$$

з відомим розв'язком при заданому об'ємі накопиченої продукції  $Y$

$$X = (E - A)^{-1} Y, \quad (1)$$

де  $A$  – квадратна матриця матеріальних витрат (технологічна матриця) розмірністю  $[n:n]$ ;  $n$  – кількість

найменувань товарів;  $E$  – одинична квадратна матриця з рівними одиниці діагональними елементами та нульовими іншими елементами.

Щоб модель товарного балансу оптимізувала повний логістичний цикл, потрібно аналіз системи починати з ринку при відомому векторі максимального можливого накопичення  $Y^{max}$ , який може бути оцінений за формулою  $Y^{max} \leq X^{max} - AX^{max} \leq (E-A)X^{max} \leq (E-A)D$ ,

де  $D$  – вектор виробничої потужності галузі.

Для кожного товару ми повинні знати його вартість, час виготовлення одиниці на рівні держави, ринки, данні по транспортуванню на ринок  $R$  (тарифи  $S_{TRe}$  та час  $T_{TRe}$ ) та данні самого ринку  $R$  (тарифи на продаж  $S_{Re}$ , час продажу  $T_{Re}$ , ціна на ринку  $C_{Re}$  тощо).

Спочатку для кожного елемента вектора  $Y$  визначається найвигідніший ринок з використанням одноваріантних транспортних задач з прямими зв'язками та урахуванням нерівності  $Y \leq Y^{max}$ . Далі по формулі (1) розраховується  $X$  – загальний вектор валового випуску

товарів державою у натуральному вимірі з розподілом результатів по галузям.

Для аналізу динамічних процесів в логістичній моделі товарного балансу можна використати, наприклад, метод Ейлера числового інтегрування диференціальних рівнянь

$$X_2 = X_1 + \frac{\Delta X}{\Delta t} \Delta t \approx X_1 + (E - A)^{-1} \frac{\Delta Y}{\Delta t} \Delta t,$$

де  $\Delta Y$  – задане нарощування накопичення за деякий крок у часі  $\Delta t$ ;  $X_1, X_2$  – вектори валового випуску товарів у початку та кінці кроку  $\Delta t$ .

**6. Закони «альфа» та «бета» для аналізу транспортування потоків в мережі**

Неорієнтований граф як електричну мережу уперше розглянули *П. Хрїстіано, Д. Келнер, А. Медрі, Шень-Хуа Тен, Д. Спілман* (2010 р.) для приблизного визначення максимального потоку та його розподілу [8].

Але розрахунки для частного випадку Т-задачі (табл. 3) підтвердили можливість **точного** визначення розподілу максимального потоку, що початково було вказано в [5].

Таблиця 3

Дані Т – задачі.

	$K_1 = 7$	$K_2 = 15$	$K_3 = 28$
$P_1 = 10$	$5; x_{11}=0;$	$10; x_{12}=0;$	$4; x_{13}^*=10;$
$P_2 = 40$	$3; x_{21}^*=7;$	$2; x_{22}=15;$	$8; x_{23}^*=18;$

В табл. 3 перша цифра комірки – тариф постачання, друга цифра – оптимальний потік ваги. Розрахунки за методом вузлових потенціалів для електричних мереж по даних табл. 3 виявили, що для гілок (1,2) та (1,3) потоки «альфа» [5] є від'ємними (чого не може бути у Т – задачі з прямими зв'язками). При цьому вважаємо, що **активні опори схеми заміщення дорівнюють тарифам Т – задачі**; позитивні потоки спрямовані від постачальників ( $P_1 = 10; P_2 = 40$ ) до користувачів ( $K_1 = 7; K_2 = 15; K_3 = 28$ ); від'ємні потоки відсутні. Тому рівняння контурів з від'ємними потоками замінюємо на відповідні **джерела нульових потоків**.

Для мереж з  $t$  гілками ( $t$  змінними  $q_{ij}$ ) та  $n$  вузлами можна використовувати наступні закони «бета»: для потоків у вузлах складаються  $(n - 1)$  рівнянь; всі або частина рівнянь для контурів потоків «альфа» можуть замінюватись на джерела нульових або ненульових потоків; в математичній моделі від нуля до  $[t-(n-1)]$  змінних можуть бути представлені рівностями для джерел потоків, які замінюють рівняння для контурів.

**Це надає такі переваги перед методом потенціалів Т – задачі**: багатоетапний розв'язок замінюється на двохетапний (застосування законів «альфа» та «бета» [5]); всі операції замінюються діями над матрицями; вилучається визначення циклів.

Але, на жаль, при застосуванні законів «альфа» **не завжди отримуються від'ємні значення небазисних потоків, і тоді матричний розв'язок втрачає переваги порівняно з методом потенціалів Т – задачі**.

**Висновки**

1. Час впливає на прибуток у двох напрямках: він визначає термін отримання прибутку (збагачення у часі) та є ресурсом, вартість якого зменшує прибуток.

2. Ведені поняття **логістик ринків товарів і цінних паперів** (ринок цінних паперів є домінуючим над ринком

товарів), а також **ієрархічних рівнів логістики**. Комплексні логістичні ланцюги повинні охоплювати нижні та верхні рівні логістики при максимальному збагаченні у часі. Міжнародні стандарти по АСУП, навчальні курси з логістики, по аналізу виробництва тощо повинні урахувувати повні логістичні маршрути та їх ієрархічність.

3. Запропонована **модель товарного балансу** (варіант міжгалузевої балансової моделі Леонтьєва) дозволяє аналізувати статичні та динамічні логістичні процеси вищих рівнів при випуску галуззю кількох товарів та напівфабрикатів.

4. Запроваджені одноваріантні транспортні Т – задачі з прямими зв'язками відрізняються спрощеними розрахунками порівняно з методом потенціалів.

5. Для отримання Т – задач з прямими зв'язками запропоновано використати метод двох множин для мінімізації шляху в мережі [5]. При цьому вважаємо, що довжини шляхів дорівнюють тарифам перевезення одиниці потоку.

6. Аналіз графа з пропускними здатностями гілок як електричної мережі на основі законів Кірхгофа уперше був запропонований в роботі [8]. Далі аналіз теоретичних основ мереж потоків був удосконалений введенням законів «альфа» та «бета» [5]. В даному випадку запропоновано додаткові закони «бета».

Аналіз електричних мереж по переміщенню потоків енергії повинен спиратись на три системи законів, які дають три різні числові розв'язки для однієї і тієї ж електричної мережі: закони Кірхгофа для електричних мереж, закони «альфа» та закони «бета» [5].

7. Для **частних випадків** Т – задачі підтверджена можливість **точного** визначення розподілу максимального потоку на основі систем законів «альфа» та «бета».

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Кутковецький В.Я. Дослідження операцій: Підручник. – Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. Петра Могили, 2007. –Т1, 312 с. –Т2, 272 с.
2. Кофман А., Хил Алуха Х. Введение теории нечетких множеств в управление предприятиями. – Минск: Высшая школа, 1992.
3. Кондратенко Ю.П. Оптимізація процесів прийняття рішень в умовах невизначеності. – Миколаїв: Вид-во МДГУ, 2006. – 96 с.
4. Подвігіна В.І., Гулевич В.О. Організація виробничого процесу в часі та просторі. Потокове виробництво. –Київ: «Центр учбової літератури», 2007. – 136 с.
5. Кутковецький В.Я. Теоретичні основи мереж потоків // Наукові праці: Науково-методичний журнал. – Вип. 148. Т. 160. Серія «Комп'ютерні технології». – Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2011. – С. 173 – 183.
6. Арсеньев Ю.Н., Шелобаев С.И., Давыдова Т.Ю. Принятие решений. Интегрированные интеллектуальные системы. М.: ЮНИТИ – ДАНА, 2003. -270 с.
7. Неруш Ю.М. Коммерческая логистика: Учебник для вузов. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997. – 271 с.
8. Christiano P., Kelner J.A., Madry A., Shang-Hua Teng, Spealman D. Electrical Flows, Laplacian Systems, an Faster Approximation of Maximum Flow in Undirected Graph. (November 4, 2010) [www document]. URL <http://people.csail.mit.edu/madry/docs/maxflow.pdf> (18.10.2011).

© Кутковецький В. Я., 2012

*Дата надходження до редколегії 20.04.12 р.*

**КУТКОВЕЦЬКИЙ В. Я.** – д.т.н., професор кафедри інформаційних технологій і програмних систем ЧДУ імені Петра Могили.

**Коло наукових інтересів:** методи дослідження операцій.