УДК 621.311.1:519.8

Кутковецький В. Я.,
д-р техн. наук, профессор, Чорноморський державний університет імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

ОПТИМІЗАЦІЯ ПОТОКІВ МІЖГАЛУЗЕВОГО БАЛАНСУ

Розглянуто оптимізація планування роботи галузей, для логістичного циклу Витрати – Випуск – Продаж за наступних особливостей: використання фізичних законів економіки, удосконалення економічного аналізу шляхом уведення еквівалентної «моделі оптимізації потоків», яка використовує «матричне рівняння Леонтьєва», але додатково застосовує функцію мети; ураховує бюджет, обмеження за виробничою потужністю, пропускною здатністю гілок та вузлів мережі, трудовими ресурсами, ринками, запасами лісу, води, корисних копалин тощо. Розглянуто використання ресурсів держави з урахуванням розподілу логістичного циклу на дві частки: виробництво товарів та їх реалізацію.

Ключові слова: *фізичні закони економіки; оптимізація міжгалузевого балансу; оптимальне використання ресурсів; мережа з потоками; максимальне збагачення в часі.*

Постановка проблеми. На перший погляд, задачі математичного програмування в масштабі держави спрямовані на системну організацію виробничих процесів за оптимального використання ресурсів, тому що за матричним рівнянням Леонтьєва випускаються взаємно узгоджені обсяги продукції в різних галузях народного господарства, а на кожному підприємстві використовуються функції мети, спрямовані на оптимізацію розв’язку проблем.

Але такий аналіз має недоліки:

1. Матричне рівняння Леонтьєва вирішується за суб’єктивно визначеними експертами обсягами виробництва товарів накопичення без загальної функції мети, без урахування обмежень за виробничими потуж-ностями галузей і за ринковими умовами (усі ці обмеження враховуються потім – після розв’язання матричного рівняння Леонтьєва).
2. Оптимізація виробництва товарів за матричним рівнянням Леонтьєва не є повною, бо розриває логістичний цикл виробництва та продажу товарів, який до того ж повинен бути об’єднаним єдиною функцією мети.
3. Кожне підприємство окремо використовує власні залишкові ресурси без аналізу вигідності їх обміну в рамках держави на залишкові ресурси інших підприємств.

Математичні методи економічного аналізу дають найбільш об’єктивні результати під час планування робіт. Тому потрібно безперервно підвищувати їхню ефективність.

Метою роботи є розгляд питань оптимального використання ресурсів держави шляхом удосконалення розрахунків в таблиці Витрати – Випуск міжгалузевого балансу системи національних розрахунків (МГБ СНР). Економічні процеси треба розглядати для єдиної об’єднаної системи з двох різних мереж із матеріальними потоками (мережі виробництва та мережі продажу послуг) з урахуванням функції мети.

Аналіз досліджень і публікацій. Економіку часто розглядають як граф, вузли якого (у вигляді галузі, підприємства, установи з обмеженою виробничою потужністю) споживають і виробляють обмежені за величиною *матеріальні потоки* послуг, а гілки з обмеженою пропускною здатністю слугують для протікання цих потоків між вершинами з обмеженою пропускною здатністю [1–3].

Матриця Леонтьєва є *ключовою в аналізі статики та динаміки економічних процесів*, а використаний у ній закон Кірхгофа у вигляді «рівності нулю алгебраїчної суми економічних потоків у вузлі» для миттєвого значення часу є *експериментально підтвердженим фізичним законом в економіці*, хоча *законом не зветься* [3].

Аналіз максимального збагачення в часі під час математичного програмування виконано в роботах [5–7]. Величину та розподіл максимального потоку можна визначити за моделями для орієнтованої [1] та неорієнтованої [3] мережі з обмеженням пропускної здатності вузлів.

Виклад основного матеріалу. Показники економіки (прибуток, обсяги потоків товарів тощо) різко й непередбачувано змінюються в часі. Тому можна зробити хибний висновок, що відхилення від будь-яких правил є нормою для економічних процесів. Саме тому є важливим *урахування в економіці фізично й експериментально підтверджених жорстких законів*, яким підкоряються *матеріальні* економічні потоки [3].

1. Розподіл матеріальних потоків послуг підкоряється фізичним законам економіки у вигляді [3]:

1. *«Для з’єднаних у вершині простих та складних гілок алгебраїчна сума добутків однорідних однокольорових потоків гілок (чи похідних від потоків по часу) на відповідні перемикаючі функції гілок дорівнює нулю:*

$$\sum_{j_i=1}^{M_i} f_{ij_i} q_{ij_i} = 0, \qquad \sum_{j_i=1}^{M_i} f_{ij_i} dq_{ij_i} / dt = 0 », \qquad (1)$$

де f_{ij_i} – перемикаюча функція, яка набуває значення 1, якщо гілка увімкнена, та 0, якщо вимкнена; t – час; $i = 1,2,...,n$ – порядковий номер вершини мережі; n – загальна кількість вершин у мережі; $j_i = 1,2,...,M_i$ – порядкові номери сусідніх вершину i-го вузла; M_i – загальна кількість сусідніх вершину i-го вузла; q_{ij_i} – однорідні (<u>*«однокольорові»*</u>) матеріальні потоки між вершинами i та j_i.

2. <u>*Фізичний закон для вузла однокольорової послуги має вигляд*</u>: *будь-яка пара вхідних гілок вузла має в кожній гілці однакову кількість норм потоків, узгоджених для виробництва одиниці вихідної послуги, та однакову похідну по часу від цієї кількості*.

Відповідна математична модель описується виразами:

$$N_i = \frac{q_{i1}}{q_{i1}^0} = \frac{q_{i2}}{q_{i2}^0} = \ldots = \frac{q_{iM_i-1}}{q_{iM_i-1}^0} = \frac{q_{iM_i}^i}{q_{iM_i}^{0i}} = \frac{q_{iM_i}}{q_{iM_i}^0}; \qquad (2)$$

$$\frac{dN_i}{dt} = \frac{dq_{i1}}{q_{i1}^0 dt} = \frac{dq_{i2}}{q_{i2}^0 dt} = \ldots$$

$$= \frac{dq_{iM_i-1}}{q_{iM_i-1}^0 dt} = \frac{dq_{iM_i}^i}{q_{iM_i}^{0i} dt} = \frac{dq_{iM_i}}{q_{iM_i}^0 dt}; \qquad (3)$$

$$q_{ij_i} + \sum_{j_{i\gamma}=1}^{G_{j_{i\gamma}}} q_{ij_{i\lambda}} \le Q_{ij_i}; \qquad \frac{dq_{ij_i}}{dt} + \sum_{j_{i\gamma}=1}^{G_{j_{i\gamma}}} \frac{dq_{j_{i\gamma}}}{dt} \le \frac{dQ_{ij_i}}{dt}, \qquad (4)$$

де N_i – <u>*кількість норм потоків*</u> – неіменоване число, яке при $q_{iM_i}^0 = 1$вказує кількість одиниць вихідного потоку послуг q_{iM_i}; $q_{ij_i}^0$ – нормований обсяг потоку ресурсу q_{ij_i}, який при $q_{iM_i}^{0i} = 1$витрачається для випуску одиниці вихідної послуги q_{iM_i}; $q_{iM_i}^i$, $q_{iM_i}^{0i}$ – частка загального вихідного потоку послуги q_{iM_i} та нормований обсяг її витрати (при $q_{iM_i}^0 = 1$), що йдуть для виробництва послуги і розглядаються як потік вхідного ресурсу; $(q_{iM_i} - q_{iM_i}^i)$ – корисний обсяг потоку i-ої вихідної послуги, який використовується за межами виробництва цієї послуги; $j_{i\gamma} = 1, 2,..., G_{ji\gamma}$– порядковий номер потоків одного кольору, які мають одне відповідне джерело ресурсів обсягом $Q_{ji\gamma}$; $G_{ji\gamma}$– загальна кількість потоків, яку має джерело ресурсів обсягом $Q_{\gamma ji}$.

3. <u>*Фізичний закон (2) та (3) для вузла послуги*</u> може також розглядатись як <u>*варіант потоків вартостей*</u> у вигляді:

«Для «вузла послуги» вартість у відносних або абсолютних одиницях (чи її похідна) вихідного «однокольорового» потоку дорівнює підсумку вартостей (чи їх похідних) вхідних кольорових потоків ресурсів при однаковій кількості норм потоків у гілках, визначеної по найменшій кількості норм потоків будь-якої гілки».

Тобто в цьому випадку повторюється математична модель (1) у вигляді:

$$\sum_{j_i=1}^{M_i} s_{ij_i} = 0, \qquad \sum_{j_i=1}^{M_i} ds_{ij_i} / dt = 0, \qquad (5)$$

при обмеженнях:

$$f_{ij_i} = 1; \quad s_{ij_i} = s_{ij_i}^0 q_{ij_i}; \quad q_{ij_i} = N_i q_{ij_i}^0,$$

де S_{ij_i} – вартість потоку j_i-ї гілки, з'єднаної з i-ю вершиною; $S_{ij_i}^0$ – вартість одиниці потоку q_{ij_i}.

<u>*Аналіз потоків вузла різнокольорових послуг*</u> стосується «підприємств» та «галузей», у яких ресурси розподіляються по кількох вихідних послугах (далі для скорочення згадується лише «підприємство»). Якщо підприємство має державне замовлення $q_{i\alpha Д}$, то потік виходу $q_{i\alpha}$може визначатись через нерівність:

$$q_{i\alpha} \ge q_{i\alpha Д}, \qquad (6)$$

де $\alpha = 1, 2,..., A$ – порядковий номер вихідного потоку послуг підприємства.

Із методів математичного програмування відомо, що розв'язок подібної задачі залежить від функції мети. При цьому треба враховувати, що навіть однакові за вмістом функції мети для держави та підприємства (максимального збагачення в часі, максимального прибутку тощо) <u>*є взаємно суперечливими й несумісними*</u>: неможливо отримати одночасно максимальне збагачення держави (яка збагачується за рахунок підприємства) та максимальне збагачення підприємства. Тут потрібно приймати <u>*компромісне рішення*</u>. За основу такого компромісного рішення, яке може змінюватись, приймемо, що підприємство виконує держзамовлення (6). Далі підприємство з урахуванням умови (6) та <u>*за власною функцією мети*</u> визначає потрібні обсяги багатокольорових потоків послуг $q_{i\alpha Д}$, за якими розраховуються відповідні вхідні потоки ресурсів та їх розподіл за потоками вихідних послуг.

За такого планування виробництва послуг підприємство з випуском кількох послуг можна розділити на окремі «умовні підприємства», кожне з яких має лише один вихідний потік послуги власного кольору та власні вхідні потоки ресурсів. Хоча аналіз цих «умовних підприємств» виконується окремо з використанням для кожного «умовного підприємства» *закону для вузла однокольорової послуги*, але потрібно враховувати, що ієрархічно вищий логістичний рівень (у вигляді вузлів: послуг, однієї галузі, галузей – держави) пов'язує їхні вихідні потоки власними функціями мети [3].

2. Функція мети. У задачах математичного програмування найчастіше використовується функція мети, яка спрямована до <u>*максимізації прибутку*</u> *(Л. В. Канторович, 1939 р.).*

$$F_1 = \sum_{j=1}^{n} c_j x_j \to \max, \qquad (7)$$

де $j = 1, 2,..., n$ – порядковий номер товару; c_j – прибуток за одиницю товару x_j; x_j – кількість j-го товару.

При цьому недостатньо уваги приділяється головному напряму виробничої діяльності [5] – *максимальному збагаченню підприємця в часі* з функцією мети:

$$F_2 = \frac{1}{T}\sum_{J=1}^{n} c_j x_j \to \max; \qquad (8)$$

інтенсифікації прибутку(збільшення «потоку прибутку» в часі:

$$F_3 = \sum_{j=1}^{n} \frac{c_j x_j}{t_j} \to \max, \qquad (9)$$

де T – повний час циклу для всієї партії продукції, включно з часом накопичення ресурсів, виробництва товару та його продажу; t_j – індивідуальна норма витрати часу на накопичення ресурів, вироблення та продаж одиниці продукції x_j;

комбінованій функції мети:

$$F_4 = \sum_{j=1}^{n} \frac{c_j x_j}{k_j s_j t_j} \to \max, \qquad (10)$$

де k_j – кількість працівників, зайнятих виробництвом продукції x_j; s_j – собівартість одиниці продукції x_j.

Звичайно, будь-який економічний проект та вкладання грошей у банк розраховані на отримання максимального прибутку за квартал, п'ятиріччя чи один рік і, *по суті, теж спрямовані на максимальне збагачення в часі*.

Вимога максимізації прибутку є достатньо універсальним критерієм, який умовно можна вважати ***багатокритеріальним***, бо він змушує вдосконалювати виробництво за рахунок економії ресурсів та часу, автоматизації виробництва, пошуку ринків збуту тощо.

3. Приклад традиційного розрахунку матриці Леонтьєва. Кожний рядок матричного рівняння Леонтьєва *являє собою рівняння, складене за законом Кірхгофа для потоків у вузлі* [3]. Розглянемо за існуючим методом аналізу у вигляді прикладу спрощену модель матриці Леонтьєва для трьох умовних галузей:

$$x1 - y1 - 0{,}056x1 - 0{,}074x2 - 0{,}045x3 = 0;$$
$$x2 - y2 - 0{,}081x1 - 0{,}027x2 - 0{,}064x3 = 0;$$
$$x3 - y3 - 0{,}073x1 - 0{,}055x2 - 0{,}032x3 = 0,$$

де *x1, x2, x3* – загальні обсяги продукції, що випускають три галузі; *y1, y2, y3* – обсяги продукції, що йдуть на продаж; 0,056*x1 + 0,074x2 + 0,045x3* – загальний обсяг продукціїпершої галузі *x1*, яка споживається всіма галузями (інші дві галузі описуються аналогічно).

У матричній формі ця система рівнянь Леонтьєва має вигляд:

$$X = Y - AX, \qquad (11)$$

$$\text{де } X = \begin{bmatrix} x1 \\ x2 \\ x3 \end{bmatrix};\ Y = \begin{bmatrix} y1 \\ y2 \\ y3 \end{bmatrix};\ A = \begin{bmatrix} 0{,}056 & 0{,}074 & 0{,}045 \\ 0{,}081 & 0{,}027 & 0{,}064 \\ 0{,}073 & 0{,}055 & 0{,}032 \end{bmatrix};$$

X – вектор випущеної продукції; Y – заданий вектор накопиченої продукції; A – матриця взаємного споживання галузей (матриця технологічних коефіцієнтів, яка змінюється в часі).

За заданих значеннь обсягів продукції, що йде на продаж, *y1 = 83,8; y2 = 0; y3 = 185,1,* отримуємо розв'язок:

$$X = (E - A)^{-1} Y = \begin{bmatrix} x1 = 99{,}452 \\ x2 = 21{,}43 \\ x3 = 199{,}937 \end{bmatrix},$$

який повинен бути обмеженим виробничою потужністю галузей:

$$D = \begin{bmatrix} d1 = 100 \\ d2 = 300 \\ d3 = 200 \end{bmatrix}.$$

Якщо вартість *y1*, *y2*, *y3* дорівнює *C1* = 3, *C2* = 25, *C3* = 5, то отримана накопичена вартість S1 = C1·y1 + C2·y2 + C3·y3 = 3·83,8 + 25·0 + 5·185,1 = 1177.

4. Модель оптимізації потоків [3] наведено на рис. 1. Вона має всі переваги матричного рівняння Леонтьєва, але враховує функцію мети та обмеження за обсягу послуг *x1 ≤ 100, x2 ≤ 300, x3 ≤ 200.*

ORIGIN: = 1

$$F1(y1, y2, y3, x1, x2, x3) := 3y1 + 25y2 + 5y3$$

$x1 := 0 \quad x2 := 0 \quad x3 := 0 \quad y1 := 0 \quad y2 := 0 \quad y3 := 0$

GIVEN

$x1 - y1 - 0.056x1 - 0.074x2 - 0.045x3 = 0$

$x2 - y2 - 0.081x1 - 0.027x2 - 0.064x3 = 0$

$x3 - y3 - 0.073x1 - 0.055x2 - 0.032x3 = 0$

$x1 \le 100 \quad x2 \le 300 \quad x3 \le 200 \quad x1 \ge 0 \quad x2 \ge 0 \quad x3 \ge 0$

$y1 \le x1 \quad y2 \le x2 \quad y3 \le x3 \quad y1 \ge 0 \quad y2 \ge 0 \quad y3 \ge 0$

P1:= maximize (F1, y1, y2, y3, x1, x2, x3)

	1	2	3	4	5	6
$P1^T$	y1	y2	y3	x1	x2	x3

Рис. 1. Модель оптимізації потоків (MathCAD)

Для моделі рис. 1 накопичена вартість S2 = C1·y1 + C2· y2 + C3·y3 = 3·87,8 + 25·79 + 5·0 = 2237 в S2/S1 = 2237/1177 = 1,9 разів вища, порівняно з матричним рівнянням Леоньєва. Безумовно, це є лише демонстраційним порівнянням, але воно показує, що використання в моделі функції мети має свої переваги, а *необґрунтовані економічні втрати в державі зумовлюються тим, що розв'язок матричного рівняння Леонтьєва визначається без оптимізації за метою й без урахування обмежень*.

У моделі рис. 1 можна: використовувати різні функції мети (з максимізацією прибутку, кількості випущеної продукції, збагачення в часі тощо); додати обмеження (за вартістю держзамовлення, за виробничою потужністю, за пропускною здатністю мережі, за виділеними квотами на товари тощо); урахувати насправді неіснуючі «галузі» (трудових ресурсів, води, корисних копалин), які, хоча й не мають накопиченої вартості Y, але внаслідок обмежень впливають на обсяг і вартість виробництва послуг. У модель доцільно ввести держбюджет у вигляді підсумку елементів вектора X. Витрати на зберігання та продаж на ринках елементів вектора Y можна врахувати або у вигляді числових коефіцієнтів при елементах вектора Y, або у функції мети. Для проміжних вузлів (*після попередньо отриманого рішення*) у модель можна ввести обмеження їхніх пропускних здатностей. Вода чи трудові ресурси повинні мати визначений запас за «накопиченою вартістю» Y; трудові ресурси повинні бути рухомими й мати структуру, яка здатна забезпечити всі галузі й готується у відповідних навчальних закладах.

Наведена «модель оптимізації потоків» має всі переваги матричного рівняння Леонтьєва, але дозволяє додатково враховувати:

– розраховану за статистичними даними обрану загальну логістичну функцію мети (серед функцій мети головною є *максимальне збагачення держави в часі* [2]);

– бюджет, витрати на зберігання накопиченої продукції Y та її збут на ринках, трудові ресурси, використання води, корисних копалин та інших подібних «галузей»;

– обмеження за виробничою потужністю, угодами, ринковими квотами, пропускними здатностями гілок та вузлів.

5. Вплив часу, логістики, дисконтування та інфляції. Відомо, що «час – це гроші». Тому, якщо прийняття рішень в економічній діяльності пов'язується лише з мінімізацією витрат транспортної задачі [8] або лише з автоматизацією виробництва [9], *не згадуючи при цьому про фактор часу* й необхідність дослідження *повного логістичного циклу*, то це в загальному випадку може призвести до банкрутства і не може бути основним варіантом для прийняття рішень [6].

Цим показникам (часу та логістиці), які є основою оцінки економічних процесів, теоретичні дослідження й державна статистика приділяють недостатньо уваги: вважається, що прийнятий річний план виробництва послуг цілком ураховує час (рік) і логістику (установлені міжгалузеві зв'язки), а тому недоцільно поглиблювати це питання.

Між тим час потрібно ураховувати як ресурс, що впливає на прибуток і має власну вартість (подібно до вартості сировини, матеріалів, фінансових ресурсів). Частина вартості «часу – ресурсу» можна оцінити: за збільшенням ризику у фінансових операціях; за природним збитком; за фізичним і моральним старінням товару; за витратами на зберігання; за дисконтуванням (знеціненням) грошей та інфляції, якими управляють уряд і банки [7]. *Дисконтування та інфляція* – це одноосібно встановлений державою й банками ні з ким не узгоджений *щорічний «податок» на користь держави* з усього накопиченого фінансового багатства (серед інших показників дисконтування). Володарі майна й товарів компенсують збитки з дисконтування й інфляції непропорційним збільшенням їхньої вартості, і в результаті всі виникаючі проблеми розв'язуються в основному за рахунок населення. Рішення приймають заможні люди, тому з плином часу кількість паперових грошей в обігу *всіх держав світу лише зростає*. Тому природно було б оцінити вплив дисконтування та інфляції на випуск продукції введенням, наприклад, у діагональні елементи матриці *A* матричного рівняння Леонтьєва (11) коефіцієнта часу β_{jk}, що враховує споживання ресурсів на користь держави – виробника паперової «цінності».

Логістика – це системна наука оптимізації кінцевих результатів прийняття рішень під планування, теоретичної та практичної підтримки, контролювання і керування *в часі та просторі* безперервного «конвеєрного» процесу створення й переміщення *потоків послуг* від постачальника до одержувача за повним або неповним логістичним маршрутом з урахуванням впливу: різних рівнів логістики; військових, економічних, організаційних та інформаційних показників; вимог користувача (якості, ціни, часу, місця). Без даних логістики не може бути прийнято рішення щодо планування економічних процесів у державі [6].

Як варіант урахування повного логістичного циклу із загальною функцією мети (наприклад, (10)) під час визначення часу на «переміщення» одиниці виробу на кожній ділянці можна застосувати доповненя «моделі оптимізації потоків» уведенням:

1) на вході – транспортної задачі № 1, яка враховує *транспортування* сировини та *виробництво* послуг. Вихід Т-задачі № 1 повинен узгоджуватись із «моделлю оптимізації потоків», яка враховує матричне рівняння Леонтьєва;

2) на виході «моделі оптимізації потоків» може застосовуватись транспортна задача № 2 із транспортування та реалізації послуг.

Аналіз такого процесу потрібно починати з кінця (з аналізу всієї сукупності ринків, обсягів поставок, укладених угод, очікуваних прибутків, витрат часу) і «переміщувати» отримані дані в кінець – на початок виробництва послуг.

Висновки

1. Математичні методи економічного аналізу дають найбільш об'єктивні результати під час планування робіт, а матричне рівняння Леонтьєва складено на основі фізичного закону за матеріальними потоками у вузлах. Тому матричне рівняння Леонтьєва є непорушною основою аналізу економіки.

2. Аналіз міжгалузевого балансу держави можна вдосконалити застосуванням «моделі оптимізації потоків», яка використовує матричне рівняння Леонтьєва й додатково дозволяє врахувати функцію мети зі впливом часу, а також обмеження виробничої потужності, пропускної здатності гілок та вузлів мережі. У «моделі потоків» доцільно ввести додаткові залежності за бюджетом держави, соціальними витратами, податками, трудовими ресурсами, водою, корисними копалинами та іншими подібними «галузями» й урахувати витрати на ринки збуту.

3. Транспортна задача математиного програмування – це задача з розподілом потоків, яка відповідає закону Кірхгофа за сумою потоків у вузлах. Тому запропонована модель економічного аналізу на основі транспортних задач та «моделі оптимізації потоків» відповідає фізичним законам економіки й надає можливість об'єднання логістичного процесу загальною спрямованістю функцій мети за максимального збагачення в часі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Орлов А. И. Организационно-экономическое моделирование / А. И. Орлов. – М. : КНОРУС, 2011. – 568 с.
2. Чаленко А. Ю. Экономические потоки и антикризисное управление / А. Ю. Чаленко // Проблемы современной экономики. – 2009. – №4. – С. 7–15.
3. Кутковецкий В. Я. Законы физики для анализа динамики экономических процессов при максимальном обогащении во времени / В. Я. Кутковецкий // Управление в социальных и экономических системах : материалы международной научно-практической конференции 21 мая 2015 г. – М. : изд. ЧОУВО «МУ им. С. Ю. Витте», 2015. – 553 с. – С. 91–103.
4. Кутковецький В. Я. Фізичні закони економіки / В. Я. Кутковецький // Наукові праці : науково-методичний журнал. – Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2015. – Вип. XXX. – Т. XXX. Комп'ютерні технології. – С. XX–XX.
5. Кутковецький В. Я. Дослідження операцій : [підручник]. – Миколаїв : Вид-во МДГУ ім. Петра Могили. – 2007. – Т. 1. – 312 с. – Т. 2. – 272 с.
6. Кутковецький В. Я. Оптимізація економічних показників комплексної логістики при максимальному збагаченні у часі / В. Я. Кутковецький // Наукові праці : науково-методичний журнал. – Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили. – 2012. – Вип. 179. – Т. 191. – Комп'ютерні технології. – С. 32–38.
7. Кутковецький В. Я. Закони потоків мереж при максимальному збагаченні у часі / В. Я. Кутковецький // Наукові праці : науково-методичний журнал. – Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили. – 2013. – Вип. 201. – Т. 213. – Комп'ютерні технології. – С. 73–38.
8. Кондратенко Ю. П. Оптимізація процесів прийняття рішень в умовах невизначенності / Ю. П. Кондратенко. – Миколаїв : Вид-во МДГУ, 2006. – 96 с.
9. Подвігіна В. І., Гулевич В. О. Організація виробничого процесу в часі та просторі. Потокове виробництво / В. І. Подвігіна, В. О. Гулевич. – К. : Центр учбової літератури, 2007. – 136 с.

Кутковецкий В. Я., *Черноморский государственный университет имени Петра Могилы, г. Николаев, Украина*

ОПТИМИЗАЦИЯ ПОТОКОВ МЕЖОТРАСЛЕВОГО БАЛАНСА

Рассмотрена оптимизация планирования работы отраслей для логистического цикла Расходы – Выпуск – Продажа при следующих особенностях: использование физических законов экономики, совершенствования экономического анализа путем введения эквивалентной «модели оптимизации потоков», которая использует «матричное уравнение Леонтьева», но дополнительно применяет функцию цели; учитывает бюджет, ограничения по производственной мощности, пропускной способности ветвей и узлов сети, трудовым ресурсам, рынкам, запасам леса, воды, полезных ископаемых и тому подобное. Рассмотрено использование ресурсов государства при учете раздела логистического цикла на две части: производство товаров и их реализацию.

Ключевые слова: *физические законы экономики; оптимизация межотраслевого баланса; оптимальное использование ресурсов; сеть с потоками; максимальное обогащение во времени*.

Kutkovetskyi V. Y., *Petro Mohyla Black Sea State University, Mykolaiv, Ukraine*

LOGISTIC OPTIMIZATION OF INTERBRANCH BALANCE

It is considered optimization planning areas for logistics cycle Costs – Production – Sales for the following features: using the physical laws of the economy, improving economic analysis by introducing an equivalent «model for optimization of flow,» which uses «Leontief's matrix equation» but additionally applying the goal function; considering budjet, restrictions of production capacity, bandwidth of branches and nodes, labor resourses, markets, forests, water, minerals and more. It is considered the using of the state resources by dividing the logistic cycle into two parts: the production of goods and their sale.

Keywords: *physical laws of economics; optimization of interbranch balance; optimal use of resources; network with flows; maximum enrichment in time*.

Рецензенти: д-р пед. наук, професор О. П. Мещанінов;
д-р техн. наук, проф. М. П. Мусієнко

Дата надходження статті до редколегії 05.01.16