

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ НА ТРАНСПОРТІ

В роботі розглянуто методи оцінки ефективності інвестиційних проектів. Запропоновано критерій вибору оптимального проекту. Розглянуто задачі розподілу інвестицій між залізницями.

В работе рассмотрены методы оценки эффективности инвестиционных проектов. Предложен критерий выбора оптимального проекта. Рассмотрены задачи распределения инвестиций между железными дорогами.

The methods of estimation of efficiency of investment projects are considered in the paper. The criterion of choice of optimum project is offered. The tasks of distribution of investments between railways are considered.

ВСТУП

Для багатьох підприємств з часом постає питання про розширення та модернізацію своєї діяльності. З цього приводу підприємство повинно визначитися із джерелом фінансування та розглянути набір інвестиційних проектів для вибору найпривабливішого проекту.

На залізничному транспорті гостро стоїть проблема оновлення рухомого складу, заміни існуючих магістралей на швидкісні, впровадження нових технологій моніторингу руху поїздів, підвищення безпеки руху тощо. Для вирішення будь-якої з цих проблем необхідно виконати докладне планування, розробити інвестиційні проекти та виконати їх оцінку.

Проведення оцінки ефективності проектів прийнято поділяти на два етапи. На першому етапі розраховуються показники ефективності проекту, які базуються на прогнозах даних грошових потоків, визначається суспільна значимість та комерційна ефективність проектів, розробляється схема фінансування. На другому етапі уточнюється склад учасників проекту, визнається можливість фінансування та плановий прибуток кожного з учасників проекту [1, с. 86].

Однією із задач оцінки ефективності проектів є визначення його комерційної ефективності. Багато авторів виділяють такі методи: метод чистого дисконтованого доходу, індекс рентабельності інвестиційного проекту тощо [1–3]. Але чи потрібно при проведенні аналізу ефективності інвестиційних проектів застосовувати всі ці методи? Для відповіді на це питання проведемо класифікацію методів та визначимо слабкі та сильні сторони кожного методу.

КЛАСИФІКАЦІЯ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ

До методів оцінки ефективності інвестиційних проектів відносять такі методи [2, с. 157–162; 4, с. 187–191; 5]:

- 1) *чистий дохід (ЧД)* представляє собою суму грошових потоків за період реалізації інвестиційного проекту:

$$ЧД = \sum_{i=0}^N CF_i, \quad (1)$$

де CF_i – грошовий потік в i -му періоді, який складається з грошових потоків від операційної, інвестиційної та фінансової діяльності та визначається як $CF_i = R_i - Z_i$, R_i – результати, що досягаються на i -му кроці, Z_i – витрати на i -му кроці інвестиційного проекту; N – кількість періодів планування проекту.

- 2) *чистий дисконтований дохід (ЧДД)* є інтегральним показником ефективності інвестиційного проекту, що показує величину дисконтованого грошового потоку, який формується протягом життя інвестиційного проекту:

$$ЧДД = \sum_{i=1}^N \frac{CF_i}{(1+d)^i} - IC, \quad (2)$$

де IC – початкові інвестиції; d – ставка дисконту. Формулу (2) застосовують для розрахунку ЧДД, коли періодом планування виступає рік. Якщо $ЧДД > 0$, то інвестиційний проект є прибутковим; якщо $ЧДД < 0$, то інвестиційний проект є неприбутковим і його слід відхилити;

якщо $ЧДД = 0$, то проект є неприбутковим та незбитковим.

- 3) *індекс рентабельності інвестицій (PI)* показує рентабельність інвестицій, що вкладаються в інвестиційний проект:

$$PI = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{CF_i}{(1+d)^i}}{IC}. \quad (3)$$

Якщо $PI = 1$, то дохідність інвестиційного проекту відповідає закладеному нормативу рентабельності; якщо $PI > 1$, то інвестиційний проект є прибутковим; якщо $PI < 1$, то проект є неприбутковим і його слід відхилити.

- 4) *внутрішня норма дохідності (ВНД)* – ставка дисконту, застосування якої при розрахунку забезпечило б рівність поточної вартості очікувальних грошових надходжень та відтоків. ВНД характеризує максимальний допустимий рівень витрат при реалізації інвестиційного проекту:

$$\sum_{i=1}^N \frac{CF_i}{(1+ВНД)^i} = IC, \quad (4)$$

$$\sum_{i=0}^N \frac{CF_i}{(1+ВНД)^i} = 0, \quad (5)$$

$$\sum_{i=0}^N \frac{CF_i^-}{(1+ВНД)^i} = \sum_{i=0}^N \frac{K_i}{(1+ВНД)^i}, \quad (6)$$

де K_i – капіталовкладення на i -му кроці реалізації інвестиційного проекту; $CF_i^- = CF_i - K_i$ – грошовий потік на i -му кроці без врахування капіталовкладень.

Оцінка інвестицій основана на порівнянні ВНД та норми прибутку (НП), яку хотіли б отримати інвестори. Якщо $ВНД > НП$, то це означає, що дохідність інвестиційного проекту перевищує необхідну НП чи дохідність альтернативного інвестиційного проекту. В цьому випадку проект можна приймати на розгляд. Якщо $ВНД < НП$, то в проект не слід вкладати капітал. Якщо $ВНД = НП$, то дохідність інвестиційного проекту співпадає з дохідністю альтернативного вкладення капіталу.

На практиці для визначення ВНД застосовують формулу (7), при обчисленні якої слід вибрати дві ставки дисконту d_1 та d_2 , $d_1 < d_2$, таким чином, щоб на заданому інтервалі $(d_1; d_2)$ ЧДД змінював знак.

$$ВНД = d_1 + \frac{ЧДД_1}{ЧДД_1 - ЧДД_2} (d_2 - d_1), \quad (7)$$

де $ЧДД_1 = ЧДД(d_1)$, $ЧДД_2 = ЧДД(d_2)$.

- 5) *строк окупності інвестицій (CO)* – час, за який вкладені інвестиції повністю повертаються за рахунок отриманого прибутку від реалізації проекту:

$$CO = \frac{IC}{CF_{cp}}, \quad (8)$$

де CF_{cp} – щорічний середній прибуток за інвестиційним проектом.

Але такий розрахунок не дає точного визначення строку окупності інвестицій, тому слід застосовувати таку формулу:

$$\sum_{i=1}^{CO} CF_i \geq IC. \quad (9)$$

- 6) *дисконтований строк окупності інвестицій (ДСО)* – час, за який вкладені інвестиції повністю повертаються за рахунок отриманого прибутку від реалізації проекту з урахуванням процесу дисконтування:

$$\sum_{i=1}^{CO} \frac{CF_i}{(1+d)^i} \geq IC. \quad (10)$$

- 7) *індекс доходності витрат (ІДВ)* – відношення суми грошових надходжень до суми грошових відтоків.
8) *індекс доходності дисконтованих витрат (ІДДВ)* – відношення суми дисконтованих грошових надходжень до суми дисконтованих грошових відтоків.
9) *бухгалтерська рентабельність інвестицій чи коефіцієнт прибутковості інвестицій (БР) у звітному періоді:*

$$БР = \frac{\Pi(1+k)}{A_{cp}} \times 100\%, \quad (11)$$

де Π – прибуток за інвестиційним проектом в звітному періоді; k – ставка оподаткування прибутку; A_{cp} – середня вартість активів у звітному періоді

$A_{cp} = \frac{A_n + A_k}{2}$, A_n – вартість активів на початок звітного періоду, A_k – вартість активів на кінець звітного періоду.

- 10) *норма прибутку на вкладені інвестиції:*

$$НП_{инв} = \frac{ЧП}{IC} \times 100\%, \quad (12)$$

де $ЧП$ – чистий прибуток за інвестиційним проектом.

В результаті огляду та аналізу методів оцінки інвестиційного проекту можна виділити такі кваліфікаційні признаки:

1. З урахуванням дисконтування

Методи оцінки інвестиційних проектів, які використовують норму дисконту:

- чистий дисконтований дохід;
- дисконтований строк окупності інвестицій;
- індекс рентабельності інвестицій;
- внутрішня норма доходності інвестиційного проекту.

2. За одиницями виміру

1) абсолютні грошові одиниці виміру

- чистий дохід;
- чистий дисконтований дохід;
- 2) абсолютні одиниці виміру часу
- строк окупності;
- дисконтований строк окупності;

3) відносні одиниці виміру

- внутрішня норма доходності;
- індекс доходності витрат;
- індекс доходності дисконтованих витрат;
- бухгалтерська рентабельність інвестицій чи коефіцієнт прибутковості інвестицій;
- норма прибутку на вкладені інвестиції.

3. За періодом розрахунку

- використовуються дані за період реалізації інвестиційного проекту;
- використовуються дані за певний період (рік, квартал тощо).

До слабких сторін методів, що не використовують ставку дисконтування, можна віднести той факт, що вони не враховують зміну вартості грошей у часі. Це є досить вагомим недоліком, оскільки при розрахунку будь-якої майбутньої чи приведеної вартості грошей слід враховувати темпи зміни інфляції.

Також можна відокремити декілька показників, що не показують достатньо повно дані щодо ефективності інвестиційного проекту. Наприклад, показник бухгалтерської рентабельності інвестицій відображає значення лише за певний крок реалізації інвестиційного проекту. Показники «індекс доходності витрат» та «індекс доходності дисконтованих витрат» показують, скільки доходу отримують інвестори на кожну гривню понесених витрат. Але вони не відображають повну інформацію для прийняття рішення щодо вкладення капіталу у певний інвестиційний проект.

Показники чистого дисконтованого доходу та індексу рентабельності інвестицій дублюють один одного. Різниця між ними постає в тому, що чистий дисконтований дохід представляється як абсолютна величина, а індекс рентабельності інвестицій є відносною величиною.

При виконанні розрахунків за методами, що використовують дисконтування, слід також враховувати фактор інфляції та різноманітні ризики, що притаманні конкретному інвестиційному проекту. Для включення величини інфляції до ставки дисконту слід застосовувати таку формулу [4, с. 194]:

$$d_I = (1 + d)(1 + I) - 1, \quad (13)$$

де d – ставка дисконту без урахування інфляції; d_I – ставка дисконту з урахуванням інфляції; I – середньорічний індекс інфляції.

Але ж в кожному році індекс інфляції не є константною величиною, тому при обчисленнях ЧДД можна застосувати один із наступних варіантів розрахунку:

1. На кожному році реалізації інвестиційного проекту норма дисконту буде змінюватися. Норма дисконту представляє собою вектор $d = [d_1, \dots, d_N]$.
2. Темпи зміни інфляції прийняти однаковими для всіх років реалізації проекту [6, с. 210]:

$$T_I = \left(\frac{I_N}{I_1} \right)^{\frac{1}{n-1}} \times 100 \%. \quad (14)$$

В результаті детального розгляду кожного методу оцінки ефективності було прийнято рішення виділити два найважливіших показника, на основі яких інвестор матиме змогу приймати рішення щодо вкладання капіталу. Це чистий дисконтований дохід та внутрішня норма доходності інвестиційного проекту.

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ

1. Обчислення внутрішньої норми доходності інвестиційного проекту.

Використовуючи формулу (6), можна виконати ряд перетворень для знаходження ВНД. Зробимо заміну $\alpha = 1 + ВНД$. Потім ліву та праву частини слід помножити на α^N :

$$\alpha^N \sum_{i=0}^N \frac{CF_i^-}{\alpha^i} = \alpha^N \sum_{i=0}^N \frac{K_i}{\alpha^i}, \quad (15)$$

$$\sum_{i=0}^N CF_i^- \alpha^{N-i} = \sum_{i=0}^N K_i \alpha^{N-i}, \quad (16)$$

$$\sum_{i=0}^N (CF_i^- - K_i) \alpha^{N-i} = 0. \quad (17)$$

Розв'язавши рівняння (17), буде знайдено значення α , а відповідно і ВНД: $BHD = 1 - \alpha$.

Розглянемо приклад обчислення ВНД для інвестиційного проекту, період реалізації якого дорівнює трьом рокам. Відомі грошові потоки $CF^- = (CF_1^-, CF_2^-, CF_3^-)$ та капіталовкладення за роками $K = (K_1, K_2, K_3)$. Використовуючи формули (15)–(17), виконаємо ряд перетворень:

$$\begin{aligned} \frac{CF_1^-}{\alpha} \times \alpha + \frac{CF_2^-}{\alpha^2} \times \alpha + \frac{CF_3^-}{\alpha^3} \times \alpha = \\ = \frac{K_1}{\alpha} \times \alpha + \frac{K_2}{\alpha^2} \times \alpha + \frac{K_3}{\alpha^3} \times \alpha \end{aligned}, \quad (18)$$

$$CF_1^- + \frac{CF_2^-}{\alpha} + \frac{CF_3^-}{\alpha^2} = K_1 + \frac{K_2}{\alpha} + \frac{K_3}{\alpha^2}, \quad (19)$$

$$\begin{aligned} (CF_1^- - K_1) \alpha^2 + (CF_2^- - K_2) \alpha + \\ + (CF_3^- - K_3) = 0 \end{aligned}, \quad (20)$$

Нехай $A = (CF_1^- - K_1)$, $B = (CF_2^- - K_2)$, $C = (CF_3^- - K_3)$, тоді розв'язавши квадратичне рівняння $A\alpha^2 + B\alpha + C = 0$, можна знайти значення α . Але квадратичне рівняння може не мати розв'язків у випадку, коли дискримінант $D = B^2 - 4AC$ – від'ємне число. Це можна пояснити тим, що грошові потоки інвестиційного проекту є негативними, тоді графік функції $ЧДД(d)$ ніколи не перетинає вісь абсцис.

Також може бути ситуація, коли рівняння має два розв'язки. Тоді постає питання, який із розв'язків відповідає дійсно ВНД. Якщо один корінь є додатне число, а інший – від'ємне, то відповідно ВНД відповідає додатній корінь. Але невідомо, який корінь слід обрати при обох додатних коренях.

2. Вибір оптимального проекту.

Для вибору оптимального інвестиційного проекту пропонується використовувати два показника: ЧДД та ВНД. Кожен інвестор прагне збільшити прибуток від вкладення капіталу в інвестиційний проект, тобто критерієм вибору проекту може служити критерій $ЧДД \rightarrow \max$. З іншого боку, раціонально вкладати капітал у

проект з найбільшим ВНД, тобто критерієм може виступати $BHD \rightarrow \max$. Але ці два критерії є протилежними один до одного, оскільки при збільшенні ВНД зменшується ЧДД. Тому необхідно побудувати область компромісних рішень. Критерієм вибору оптимального інвестиційного проекту пропонується використовувати критерій:

$$\Phi(P) = \max_{P_i} \min \left\{ \frac{d_i}{d^*}; \frac{ЧДД_i}{ЧДД^*} \right\}, \quad (21)$$

де P_i – i -тий проект, d^* – мінімально допустиме значення норми дисконту, $ЧДД^*$ – мінімально допустиме значення ЧДД, яке прийнятне для інвесторів.

За проектами, наведеними у [7, с. 203–204], була побудована залежність ЧДД від норми дисконту (рис. 1). ВНД проекту № 2 складає 0.355, а ВНД проекту № 1 дорівнює 0.32.

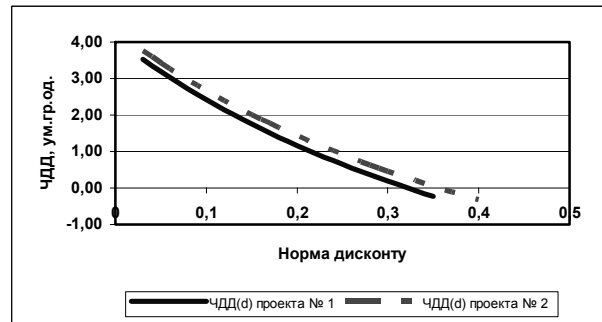


Рис. 1. Залежність ЧДД від норми дисконту проектів № 1 та № 2

Було виконано розрахунки ЧДД проектів за критерієм (21) для вибору оптимального з двох проектів. Таким проектом виявився проект № 2.

ЗАДАЧА РОЗПОДІЛУ ІНВЕСТИЦІЙ МІЖ ЗАЛІЗНИЦЯМИ НА ОДИН РІК

Припустимо, що кожен рік для Укрзалізниці виділяються кошти на розвиток та реалізацію пасажирських перевезень. Кошти можуть бути спрямовані на закупівлю нових пасажирських вагонів, ремонт вагонів, що знаходяться в експлуатації і потребують ремонту.

Слід розв'язати задачу оптимального розподілу інвестицій між залізницями таким чином, щоб максимізувати сумарний прибуток від пасажирських перевезень за рік. Під інвестиціями будемо розуміти кредити банків, а також власний прибуток за попередні роки.

Для оцінки ефективності вкладених інвестицій пропонується застосовувати чистий дисконтований дохід.

Нехай для пасажирських перевезень було виділено деякі ресурси на рік. Нехай є N залізниць, які займаються пасажирськими перевезеннями. Кожній залізниці ставиться у відповідність номер від 1 до N , а також деяка функція, яка оцінює ефективність роботи залізниці: величина прибутку, яка залежить від обсягу виділених ресурсів для залізниці, а також прибутку, отриманого за попередні роки [8].

Нехай x_i – кількість ресурсу, що виділяється для залізниці з номером i ($i = \overline{1, N}$), а величина прибутку, який приносить залізниця, задається функцією $g_i = g(x_i, x_{i-1}, \dots, x_1)$. Для обчислення значення функції g_i розроблено спеціальний оператор, який враховує виконання пасажирських перевезень за планом формування пасажирських поїздів [9].

Сумарний прибуток від пасажирських перевезень всіма залізницями можна представити таким виразом:

$$R(x_1, x_2, \dots, x_N) = \sum_j g_j(x_j, x_{j-1}, \dots, x_1). \quad (22)$$

Нехай Z – обсяг ресурсів, які було виділено на рік залізницям. Тоді має місце таке обмеження для x_i ($i = \overline{1, N}$):

$$\sum_{i=1}^N x_i = Z. \quad (23)$$

На ресурси x_i накладаються умови невід'ємності:

$$x_i \geq 0, i = \overline{1, N}. \quad (24)$$

Повинна забезпечуватися мінімальна потреба пасажирських перевезень:

$$\{P_i(x_i) \geq P_i^*\}, \quad (25)$$

де $P_i(x_i)$ – обсяг пасажирських перевезень i -тої залізниці при об'ємі інвестування x_i ; P_i^* – мінімально допустимий обсяг пасажирських перевезень i -тої залізниці.

Умови (23)–(25) задають допустиму область визначення функції (22).

Таким чином, задача оптимального розподілу обмеженого ресурсу складається в пошуку таких значень x_i ($i = \overline{1, N}$), за яких функція $R(x_1, x_2, \dots, x_N)$ була б максимальною, при виконанні обмежень (23)–(25). Рішення задачі (22)–(25) можна представити виразом:

$$X^0 = \{x_1^0, x_2^0, \dots, x_N^0\} = \arg \max_{\sum_{i=1}^N x_i = Z, x_i \geq 0, i = \overline{1, N}} R(x_1, x_2, \dots, x_N). \quad (26)$$

Задача (22)–(25) відноситься до класу задач умовної оптимізації, для вирішення якої можна використати метод динамічного програмування.

ЗАДАЧА РОЗПОДІЛУ ІНВЕСТИЦІЙ МІЖ ЗАЛІЗНИЦЯМИ НА ДЕКІЛЬКА РОКІВ

Припустимо, що планується фінансування в декілька етапів, де етап представляє собою один рік. Слід розв'язати задачу оптимального розподілу ресурсів по етапах між залізницями таким чином, щоб максимізувати сумарний прибуток від пасажирських перевезень за кожен рік, а також за всіма роками, коли проводиться фінансування.

Нехай для пасажирських перевезень було виділено деякі фінансові ресурси на T років.

Нехай є N залізниць, які займаються пасажирськими перевезеннями. Кожній залізниці ставиться у відповідність номер від 1 до N , а також деяка функція, яка оцінює ефективність роботи залізниці: величина прибутку, яка залежить від обсягу виділених ресурсів для залізниці.

Нехай x_{ij} – кількість ресурсу, що виділяється для залізниці з номером i у рік з номером j ($i = \overline{1, N}, j = \overline{1, T}$), а величина прибутку, який приносить залізниця, задається функцією

$$g_{ij} = g\left(x_{ij} + \sum_{k=1}^{j-1} a_k g(x_{ik})\right), \quad (27)$$

де a_k – коефіцієнт, який визначає долю використання отриманого прибутку на k -му етапі фінансування;

$\sum_{k=1}^{j-1} g(x_{ik})$ – сума прибутку, який отримає i -та залізниця за періоди фінансування від 1 до $j-1$.

Сумарний прибуток від пасажирських перевезень всіма залізницями можна представити таким виразом:

$$R = \sum_{j=1}^T R(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{Nj}) = \sum_{j=1}^T [g_{1j}(x_{1j}) + g_{2j}(x_{2j}) + \dots + g_{Nj}(x_{Nj})]. \quad (28)$$

Нехай Z – обсяг ресурсів, які було виділено залізницям на весь період фінансування. Тоді має місце таке обмеження для x_{ij} :

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^T x_{ij} = Z, \quad (29)$$

$$\sum_{i=1}^N x_{ij} = z_j, \quad (30)$$

$$\sum_{j=1}^T z_j = Z, \quad (31)$$

де z_j – обсяг ресурсів, що було виділено на j -тий рік.

На ресурси x_{ij} накладаються умови невід’ємності:

$$x_{ij} \geq 0, i = \overline{1, N}, j = \overline{1, T}. \quad (32)$$

А також слід враховувати забезпеченість пасажирських перевезень планом формування пасажирських поїздів [9]:

$$\{P(x_{ij}) \geq P_{ij}^*\}. \quad (33)$$

Умови (29)–(33) задають допустиму область визначення функції (28). Таким чином, задача оптимального розподілу обмеженого ресурсу складається в пошуку таких значень x_{ij} , за яких функція (28) була б максимальною, при виконанні обмежень (29)–(33):

$$R = \sum_{j=1}^T R(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{Nj}) \rightarrow \max. \quad (34)$$

Кроки розв’язання задачі (29) – (33):

1. Вирішити задачу (22)–(25) для першого року фінансування для z_1 , $z_1 = 0..Z$.
2. Визначити коефіцієнт використання прибутку a_1 .
3. Вирішити задачу (22)–(25) для другого року фінансування для z_2 , $z_2 = 0..(Z - z_1)$. При вирішенні слід враховувати прибуток, який отримують залізниці в першому році.
4. Повторювати кроки 2 та 3 для років

$$j = \overline{3, T}, \text{ де } z_j = 0.. \left(Z - \sum_{k=1}^{j-1} z_k \right).$$

Для вирішення поставленої задачі можна використати метод динамічного програмування.

ВИСНОВКИ

Використання запропонованого критерію вибору інвестиційних проектів дозволить будувати множину компромісних варіантів, а також обирати оптимальний інвестиційний проект.

Застосування задач розподілу інвестицій між залізницями дозволить виконувати оптимальне планування використання інвестицій на оновлення і модернізацію основних та обігових фондів залізниць, підвищить ефективність планування діяльності залізниць.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Кулаєв, Ю. Ф. Економіка залізничного транспорту: навч. посібник [Текст] / Ю. Ф. Кулаєв. – Ніжин: ТОВ «Вид-во «Аспект-Поліграф», 2006. – 232 с.
2. Экономика железнодорожного транспорта: учебник для вузов ж.-д. трансп. [Текст] / под ред. Н. П. Терешинной, Б. М. Лапидуса, М. Ф. Трихункова. – М.: УМК МПС России, 2001. – 600 с.
3. Бланк, И. А. Инвестиционный менеджмент: учебный курс [Текст] / И. А. Бланк. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Эльга, Ника-Центр, 2006. – 552 с.
4. Майорова, Т. В. Инвестиционная деятельность: навч. посібник [Текст] / Т. В. Майорова. – К.: Центр навч. літератури, 2004. – 376 с.
5. Стрелков, И. А. Подход до прогнозування основних характеристик економічної ефективності ППС [Текст] / И. А. Стрелков, П. П. Игнатенко // Проблемы програмування. – 2007. – № 4. – С. 13-20.
6. Красс, М. С. Математические методы и модели для магистрантов экономики: учеб. пособие [Текст] / М. С. Красс, Б. П. Чупрынов. – СПб.: Питер, 2006. – 496 с.
7. Дилигенский, Н. В. Нечеткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности: технология, экономика, экология [Текст] / Н. В. Дилигенский, Л. Г. Дымова, П. В. Севастьянов. – М.: Изд-во «Машиностроение – 1», 2004.
8. Горелов, Ю. Н. Метод динамического программирования в задачах оптимального распределения и управления запасами: лаб. практикум [Текст] / Ю. Н. Горелов, С. Б. Данилов, К. Л. Терехов; Федеральное агентство по образованию. – Самара: Изд-во «Самарский университет», 2006. – 40 с.
9. Скалзуб, В. В. Удосконалення методу оптимізації плану формування пасажирських поїздів з урахуванням обсягів інвестицій [Текст] / В. В. Скалзуб, Ю. С. Бараш, І. М. Вишнякова // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2006. – Вип. 12. – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2006. – С. 249-255.

Надійшла до редколегії 22.07.2008.