

шуку оптимального портфелю з мінімальним ризиком. Серед пасивних стратегій найкращою є стратегія buy and hold на диверсифікованому портфелі, сформованому за стратифікованою вибіркою.

Література

1. *Markowitz H.* Portfolio Selection // The Journal of Finance. — 1952. — Vol. 7, No. 1. — P. 77—91.
2. *Merton R.* An Analytic Derivation of the Efficient Portfolio Frontier // Journal of Financial and Quantitative Analysis. — 1972. — Vol. 7, No. 4. — P. 1851—1872.
3. *Sharpe W. F.* Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk // Journal of Finance. — 1964. — Vol. 19, No. 3. — P. 425—442.
4. *Treynor J. L.* Toward a Theory of Market Value of Risky Assets // Asset Pricing and Portfolio Performance: Models, Strategy and Performance Metrics / Robert A. Korajczyk (editor). — London : Risk Books, 1999. — P. 15—22.
5. *Black F.* Global Portfolio Optimization / F. Black, R. Litterman // Financial Analysts Journal. — September, 1992. — P. 28—43.
6. *Grinold R. C, Kahn R. N.* Active Portfolio Management: A Quantitative Approach for Providing Superior Returns and Controlling Risk. — McGraw-Hill, 1999. — 596 p.
7. *Sharpe W. F.* An Algorithm for Portfolio Improvement // Advances in Mathematical Programming and Financial Planning / K.D.Lawrence, J.B. Guerard, Jr., and Gary D. Reeves (editors). — JAI Press, Inc., 1987. — P. 155—170.

Стаття надійшла до редакції 06.12.2012 р.

УДК: 330.131.7:351.711:656.071.4

***Л.В. Ширяєва,
О.К. Афанасьєва***

МЕТОДИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ ЩОДО ОЦІНКИ ФІНАНСОВИХ РИЗИКІВ ДЕРЖАВНО-ПРИВАТНОГО ПАРТНЕРСТВА В МОРСЬКИХ ПОРТАХ

АНОТАЦІЯ: Представлено підхід до оцінки фінансових ризиків державно-приватних проектів розвитку морських портів, що враховує специфіку портової виробничої діяльності.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: державно-приватне партнерство, морський порт, ризик.

АННОТАЦИЯ: представлен подход к оценке финансовых рисков государственно-частных проектов развития морских портов, учитывающий специфику портовой производственной деятельности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: государственно-частное партнерство, морской порт, риск.

SUMMARY: an approach to the financial risks assessment of public-private seaport development projects is presented, taking into account the specifics of the port production activity.

KEY WORDS: public-private partnership, seaport, responsibility, risk.

Постановка проблеми. Процеси лібералізації та приватизації економіки, що відбуваються в усьому світі з початку 1990-х років, викликають суттєві зрушення у галузях виробничої інфраструктури (так звані «природні монополії»): електроенергетиці, трубопровідному транспорті, залізничному транспорті, морських портах, аеропортах та інших. Зміна прав власності та принципів діяльності цих галузей призводять до формування нових ринків і появи специфічних ризиків. Держава перекладає на приватні компанії не тільки велику частину прав по організації роботи підприємств інфраструктурних галузей, але й основну частину ризиків. За це вона надає приватному сектору, як партнеру по бізнесу, адміністративно-господарську свободу на об'єктах своєї власності, а також право присвоєння доходів і прибутків у якості компенсації за підвищені ризики.

Основними мотиваційними факторами реалізації державно-приватного партнерства (ДПП) в морських портах є:

— поява можливості залучення приватного капіталу для розвитку портових виробничих потужностей;

— можливість використання портовими операторами більш гнучкої тарифної політики при взаєморозрахунках з клієнтурою.

Обидва ці фактори повинні забезпечувати залучення вантажопотоків у порт і його стійке положення на локальному ринку портових послуг, а також сприяти зміцненню його конкурентоспроможності.

У той же час, реалізація зазначених можливостей і переваг ДПП поєднана з певними ризиками [1], пов'язаними з порушеннями очікуваних термінів окупності інвестицій внаслідок зниження реального вантажообігу по відношенню до прогнозованого.

У зв'язку з цим, представляє теоретичний і практичний інтерес розробка методів оцінки зазначених ризиків.

Огляд останніх досліджень і публікацій. Сучасні теоретичні дослідження пропонують для оцінки ризиків методи, засновані на теорії ймовірностей [2—3]. У ряді інших досліджень [5—10] використовуються стандартні методики оцінки ризиків, засновані на прогнозі доходів і витрат при реалізації проекту в перспективному періоді.

У нашому випадку не передбачається застосування готових методик оцінки ризику до вирішення конкретного завдання, а пропонується проведення відповідного попереднього дослідження, яке враховує специфіку виробничої діяльності морського порту, а також особливості реалізації державно-приватних проектів розвитку портів.

Завдання дослідження. Метою статті є розробка методичних положень щодо оцінки ризиків інвестиційних проектів розвитку морських портів, які реалізуються в межах державно-приватного партнерства.

Основний матеріал дослідження. Перетворення стандартних методик оцінки фінансових ризиків при реалізації державно-приватних проектів засновано на підвищенні достовірності розрахунків показників ефективності проекту (наприклад, NPV). Це вимагає удосконалення методів прогнозування фінансових результатів виробничого об'єкта (у нашому випадку — морського порту).

Таке прогнозування можна виконати або класичними методами аналізу часових рядів [11], або за допомогою моделювання виробничої діяльності порту. Останньому шляху надають більшу перевагу, оскільки він враховує специфіку виробничих процесів у порту, що полягають у прийомі та обробці транспортних засобів, перевантаженні та зберіганні вантажів на складі тощо.

При моделюванні роботи порту, як відомо, зазвичай використовуються такі розділи дослідження операцій як теорія масового обслуговування [12, 13], теорія лінійного та нелінійного програмування [14], теорія управління запасами [13, 15] та ін.

Перейдемо до формальної побудови методу оцінки фінансових ризиків при ДПП. Почнемо з формалізації виробничого процесу в порту (на терміналі).

У загальному вигляді порт можна представити як деякий перевалочний пункт, в якому відбувається взаємодія двох або більше потоків транспортних засобів [13]. Розглянемо процес взаємодії двох транспортних потоків — потоку суден, що прибувають з вантажем, і потоку поїздів, що прибувають за цим вантажем.

Позначимо через $x_1(t)$ — кількості вантажу, що прибуває в порт на суднах в інтервалі часу $[0, t)$, а через $x_2(t)$ — сумарну вантажопідйомність порожніх залізничних вагонів, які прибули в тому ж інтервалі часу. Якщо обидва процеси $x_1(t)$ і $x_2(t)$ відносити до перспективного періоду, то, незважаючи на існуючі місячні, кварталні графіки прибуття суден і подачі залізничних составів, ці процеси не можна вважати строго детермінованими, вони є тією чи іншою мірою випадковими.

В існуючій науковій літературі, присвяченій моделюванню роботи порту і транспортних систем [12, 13, 16, 17] у якості математичної моделі потоків транспортних засобів, що прибувають у порт, часто використовують модель пуассонівського потоку.

Це означає, що інтервали часу між сусідніми прибуттями транспортних засобів у порт вважаються взаємно незалежними випадковими величинами, розподіленими за показовим законом з одним і тим же параметром. Таке припущення обґрунтовано численними статистичними перевірками, проведеними для багатьох великих портів світу [12, 17]. Крім того, використання моделі пуассонівського потоку, як найбільш непередбачуваного або випадкового серед широкого класу інших моделей, дозволяє закласти в проектних розрахунках певний резерв пропускної здатності портів терміналів. Такий резерв необхідний при «пачкообразному» надходженні транспортних засобів для уникнення занадто великих їх черг.

Позначимо через $v_1(t)$, $(v_2(t))$ — число суден (залізничних составів), які прибули в порт (на термінал) в інтервалі часу $[0, t)$. Якщо вважати, що $v_1(t)$ і $v_2(t)$ — взаємно незалежні (в стохастичному сенсі) пуассоновські потоки, то:

$$P\{v_i(t) = k\} = \frac{(\lambda_i t)^k}{k!} e^{-\lambda_i t}, \quad i = 1, 2, \quad (1)$$

де λ_i — параметр i -го потоку.

Тоді, введені вище процеси $x_1(t)$ і $x_2(t)$, можна представити у вигляді так званих складних пуассонівських процесів, тобто:

$$x_i(t) = \sum_{j=1}^{v_i(t)} \gamma_{ij}, \quad i = 1, 2, \quad (2)$$

де γ_{1j}, γ_{2j} — завантаження (чиста вантажопідйомність) i -го за рахунком судна (залізничного составу), що прибуло у порт в інтервалі $[0, t)$.

У перспективному періоді γ_{1j} і γ_{2j} також можуть визнаватися випадковими величинами з заданими законами розподілу. Природно вважати, що $\{\gamma_{1j}\}$ і $\{\gamma_{2j}\}$ — послідовності взаємно незалежних випадкових величин, кожна з яких розподілена по своєму закону розподілу. Нехай

$$P\{\gamma_{i1} \leq x\} = G_i(x), i = 1, 2.$$

Хоча процеси $x_1(t)$ і $x_2(t)$ ми приймаємо стохастично незалежними між собою, однак факт їх взаємної узгодженості можна врахувати, припустивши, що середні кількості вантажу, який прибув у порт і вивезеного з порту в інтервалі $[0, t)$ між собою збігаються. Математично ця умова означає, що справедлива рівність:

$$Mx_1(t) = Mx_2(t),$$

або з урахуванням (2) і тотожності Вальда [18]:

$$M\nu_1(t)M\gamma_{11} = M\nu_2(t)M\gamma_{21}.$$

Але оскільки (див. (1))

$$M\nu_i(t) = \lambda_i t, i = 1, 2,$$

з останнього рівняння одержуємо:

$$\lambda_1 M\gamma_{11} = \lambda_2 M\gamma_{21} \quad (3)$$

(вважаємо, що $M\gamma_{i1} = \int_0^\infty x dG_i(x) < \infty, i = 1, 2$).

Рівність (3) висловлює собою умову узгодженості в середньому му двох потоків транспортних засобів.

Надалі умову (3) будемо вважати виконаною.

По приїзду довільного судна в порт (на термінал) і при наявності вільного причалу вантаж з нього безпосередньо надходить на склад з інтенсивністю V (місткість складу для простоти вважаємо досить великою, так що можна знехтувати можливістю простою судна через відсутність вільної складської ємності).

Залізничний состав після прибуття на термінал починає негайно завантажуватися з інтенсивністю V_1 , якщо на складі є вантаж, або ставати в чергу, якщо склад порожній. Число місць для очікування в черзі складів обмежена і дорівнює r .

Описана система обслуговування двох зустрічних транспортних потоків достатньо складна для аналітичного рішення, тобто для знаходження аналітичних виразів з розподілу довжин черг транспортних засобів і розподілу кількості вантажу, що перебуває на складі в довільний момент часу (у перспективному періоді) [13].

Розглянемо більш детально її спрощений варіант, вважаючи, що вантаж зі складу вивозиться рівномірно зі швидкістю $v < V$. Це припущення правомірно в тих випадках, коли інтервали часу між підходами поїздів малі порівняно з інтервалами часу між прибуттям суден, а вантажопідйомності залізничних составів значно менше вантажопідйомності суден. Це допущення часто виявляється відповідним реальній практиці.

Такого роду транспортно-складські системи досить детально вивчені в монографії [12]. У цитованому джерелі, зокрема, показано, що в даній транспортно-складській системі сталий режим роботи існує при виконанні умови:

$$\lambda_1 g_1^{(1)} < v, \quad (4)$$

де $g_1^{(1)} = M\gamma_{11}$, а середня кількість вантажу на складі (у сталому режимі) дорівнює:

$$M\xi = \frac{\lambda g_1^{(2)}}{2} \left(\left(\frac{1}{v - \lambda g_1^{(1)}} \right) - \frac{1}{V - \lambda g_1^{(1)}} \right), \quad (5)$$

де $g_1^{(2)} = M\gamma_{11}^2$, M — символ математичного сподівання.

Оцінимо середнє значення фінансового результату від експлуатації терміналу портовим оператором. Для цього введемо ряд позначень:

$\Pi(t)$ — розмір прибутку від експлуатації терміналу в момент часу t ;

$D(t)$ — сумарний дохід, отриманий в інтервалі часу $(0, t)$ за виконання навантажувально-розвантажувальних операцій, причому:

$$D(t) = a_1 \left(\sum_{j=1}^{\omega(t)} \gamma_{1j} \right) \sum_{j=1}^{\omega(t)} \gamma_{1j} + a_2 (v \int_0^t (\xi(\tau) > 0) d\tau) v \int_0^t (\xi(\tau) > 0) d\tau, \quad (6)$$

де $\omega(t)$ — кількість оброблених суден, за розвантаження яких в інтервалі часу $(0, t)$ фрахтівником (судновласником) була перерахована оплата на розрахунковий рахунок оператора;

$\sum_{j=1}^{\omega(t)} \gamma_{1,j}$ — кількість вантажу, який було розвантажено із суден

на склад в інтервалі часу $(0, t)$;

$\nu \int_0^t (\xi(\tau) > 0) d\tau$ — кількість вантажу, перевезеного зі складу

в склади в інтервалі часу $(0, t)$ (тут $\xi(t)$ — кількість вантажу, що перебуває на складі в момент t);

$I(A)$ — індикатор події, тобто $I(A) = 1$, якщо подія відбувається, $I(A) = 0$ — в іншому випадку.

У виразі (6): $a_1(x)$ і $a_2(x)$ — тарифні ставки за вивантаження 1 т вантажу з судна на склад і розвантаження 1 т вантажу зі складу на склад. Ці тарифні ставки є деякими зменшувальними функціями від обсягу виконуваних робіт. Звичайно, в теоретично-економічних дослідженнях припускають, що ці функції — лінійні, наступного виду:

$$a_i(x) = a_i - k_i x, \quad i = 1, 2, \quad (7)$$

де a_i — базова тарифна ставка;

k_i — невід'ємний коефіцієнт, що характеризує ступінь впливу обсягу виконаних робіт на величину зниження тарифної ставки. При цьому слід вважати, що інтенсивність суднопотоку λ_1 є зростаючою функцією коефіцієнтів k_1, k_2 .

Будемо дотримуватися залежності виду (7). Тим самим, ми зможемо врахувати вплив гнучкої тарифної політики на термін окупності інвестицій при ДПП.

Позначимо через $R(t)$ — сумарні витрати оператора в інтервалі часу $(0, t)$, пов'язані з експлуатацією терміналу, причому:

$$R(t) = rt + r_{xp} \int_0^t \xi(\tau) d\tau, \quad (8)$$

де r — постійні добові експлуатаційні витрати по терміналу;

r_{xp} — добові витрати по зберіганню 1 т вантажу на складі.

Зазначимо, що у виразі для $D(t)$ (6) ми не включили доходи за зберігання вантажу на складі, вважаючи, що це зберігання носить технологічний характер і, згідно з експлуатаційною практикою, ці доходи включені в акордні ставки (тобто в тарифи за перевантаження вантажу).

З урахуванням прийнятих припущень (6) — (8), можна записати наступний вираз для $\Pi(t)$ (для спрощення обчислень покладемо $k_2 = 0$):

$$\begin{aligned} \Pi(t) &= \Pi(0) + (D(t) - R(t))(1 - f) = \\ &= \Pi(0) + \left[\sum_{j=1}^{\omega(t)} \gamma_{1j} (a_1 - k_1 \sum_{j=1}^{\omega(t)} \gamma_{1j}) + a_2 \nu \int_0^t \{ \xi(\tau) > 0 \} d\tau - rt - r_{xp} \int_0^t \xi(\tau) d\tau \right], \\ &\quad t \geq 0 \end{aligned} \quad (9)$$

де f — ставка податку на прибуток.

Використовуючи термінологію теорії ризику [2—4, 6, 7, 9, 10], процес $\Pi(t)$ можна назвати процесом фінансового ризику, пов'язаного з виробничою діяльністю портового оператора.

Знайдемо математичне сподівання випадкової величини $\Pi(t)$ за допомогою її подання за формулою (9):

$$\begin{aligned} M\Pi(t) &= M\Pi(0) + \left[a_1 M \left(\sum_{j=1}^{\omega(t)} \gamma_{1j} \right) - k_1 \left(\sum_{j=1}^{\omega(t)} \gamma_{1j} \right)^2 + \right. \\ &\quad \left. + a_2 \nu \int_0^t P\{ \xi(\tau) > 0 \} d\tau - r_{xp} \int_0^t M\xi(\tau) d\tau - rt(1 - f) \right], \quad t \geq 0. \end{aligned} \quad (10)$$

Для обчислення математичних очікувань, що входять у першу частину виразу (10), скористаємося відомою в теорії ймовірностей тотожністю Вальда [18]:

$$\begin{aligned} M \sum_{j=1}^{\omega(t)} \gamma_{1j} &= M\omega(t) M\gamma_{11}, \\ M \left(\sum_{j=1}^{\omega(t)} \gamma_{1j} \right)^2 &= M\omega(t) M\gamma_{11}^2 + \frac{1}{2} M\omega(t)(\omega(t) - 1)(M\gamma_{11})^2. \end{aligned} \quad (11)$$

Оскільки наша транспортно-складська система працює у сталому режимі, то (див. (4)):

$$P\{\xi(\tau) > 0\} = \frac{\lambda g_1^{(1)}}{\nu} < 1, \quad (12)$$

Якщо, наприклад, $G_1(x) = 1 - e^{-x/g_1^{(1)}}$, як випливає з теорії масового обслуговування [15, 19]:

$$\begin{aligned} M\omega(t) &= \lambda_1 t, \\ M\omega^2(t) &= \lambda_1 t(\lambda_1 t + 1). \end{aligned} \quad (13)$$

Крім того, $M\xi$ визначається формулою (5).

Знайдемо середню інтенсивність прибутку шляхом диференціювання за t обох частин формули (10) (беручи до уваги рівності (11)–(13)):

$$\begin{aligned} (МП(t))' &= a_1 \lambda_1 g_1^{(1)} - k_1 [\lambda_1 g_1^{(2)} + \lambda_1 t (g_1^{(1)})^2] + \\ &+ a_2 \lambda_1 g_1^{(1)} - r - r_{xp} \frac{\lambda_1 g_1^{(2)}}{2} \left(\frac{1}{\nu - \lambda_1 g_1^{(1)}} - \frac{1}{V - \lambda_1 g_1^{(1)}} \right). \end{aligned} \quad (14)$$

Потім знаходимо середнє значення прибутку для періоду окупності T з урахуванням ставки дисконту δ з (14):

$$\begin{aligned} \int_0^T e^{-\delta t} (МП(t))' dt &= \frac{1}{\delta} \left\{ 1 - e^{-\delta T} [(a_1 + a_2) \lambda_1 g_1^{(1)} - k_1 \lambda_1 g_1^{(2)} - \right. \\ &\left. - r - r_{xp} \frac{\lambda_1 g_1^{(2)}}{2} \left(\frac{1}{\nu - \lambda_1 g_1^{(1)}} - \frac{1}{V - \lambda_1 g_1^{(1)}} \right)] - k_1 \lambda_1 (g_1^{(1)})^2 \left(\frac{1 - e^{-\delta T}}{\delta} - T e^{-\delta T} \right) \right\} (1 - f). \end{aligned} \quad (15)$$

Інвестиційний проект окупиться в середньому за період T , якщо права частина формули (15) дорівнюватиме вартості проекту I . З отриманого рівняння знаходиться T . Зауважимо, що це рівняння трансцендентне, тобто в явному вигляді знайти значення T не можна. Це рівняння може бути вирішено чисельними методами. При малих δ з (15) наближено знаходимо:

$$T = \frac{I}{1 - f} [(a_1 + a_2) \lambda_1 g_1^{(1)} - k_1 \lambda_1 g_1^{(2)} - r - r_{xp} \frac{\lambda_1 g_1^{(2)}}{2} \left(\frac{1}{\nu - \lambda_1 g_1^{(1)}} - \frac{1}{V - \lambda_1 g_1^{(1)}} \right)]^{-1}. \quad (16)$$

Дана формула має сенс тільки за умови, що вираз у квадратних дужках позитивний.

Висновки. У статті наведено методичні положення щодо оцінки фінансових ризиків державно-приватних проєктів розвитку морських портів, які враховують специфіку портової виробничої діяльності, і засновані на розрахунку термінів окупності інвестицій в термінал з одним причалом, зайнятих обробкою однорідного вантажу. Наведений підхід застосовується також і для оцінки ризиків більш складних моделей роботи терміналу, наприклад, з кількома причалами, неоднорідним вантажем тощо.

Застосування розробленого підходу оцінки ризиків ДПП має сприяти більш раціональному використанню інвестиційних ресурсів держави і приватних компаній, поліпшенню фінансових результатів діяльності портів.

Література

1. *Афанасьева О.К.* Управление рисками государственно-частного партнерства в морских торговых портах // Вісник Хмельницького національного університету: Зб. наук. праць / О.К. Афанасьєва. — Хмельницьк, 2010. — Т. 4 (167), № 6. — С. 240—244.
2. *Фомин Г.И.* Математический анализ рисков в страховании / Г.И. Фомин. — М.: Российский юридический издательский дом, 1994. — 128 с.
3. *Королев В.Ю.* Математические основы теории риска: [учебное пособие] / В.Ю. Королев, В.Е. Бенинг, С.Я. Шоргин. — М.: ФИЗМАТ-ЛИТ, 2007. — 544 с.
4. *Asmussen S.* Ruin Probabilities / S. Asmussen. — World Scientific: Singapore — New Jersey — London — Hong Kong, 2001. — 385 p.
5. Проектный анализ. Теоретические основы оценки проектов на морском транспорте / [И.А. Лапкина, Л.А. Павловская, Т.В. Болдырева, Т.Н. Шутенко]. — Одесса: ФЕНИКС, 2008. — 413 с.
6. *Найт Ф.Х.* Риск, неопределенность и прибыль [Пер. с англ.]. / Ф.Х. Найт. — М.: Дело, 2003. — 355 с.
7. Шапкин А.С. Экономические и финансовые риски. Оценка, управление, портфель инвестиций. Монография / А.С. Шапкин. — М.: Дашков и Ко, 2003. — 544 с.
8. *Ширяева Л.В.* Управление рисками в теории воспроизводства основных фондов // Розвиток методів господарювання на транспорту. Зб. наук. праць / Л.В. Ширяєва. — Одеса: ОНМУ, 2008. — Вип. 27. — С. 71—83.
9. *Хохлов Н.В.* Управление риском: учеб. пособие [для вузов] / Н.В. Хохлов. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. — 239 с.
10. *Христиановский В.В.* Экономический риск и методы его измерения / В.В. Христиановский, В.П. Щербина. — Донецк: ДонНУ, 2000. — 197 с.

11. *Ширяева Л.В.* Методы и модели управления воспроизводством парков оборудования. Вероятностный подход. Монография / Л.В. Ширяева. — Одесса: Астропринт, 2008. — 256 с.

12. *Воевудский Е.Н.* Стохастические модели в проектировании и управлении деятельностью портов / Е.Н. Воевудский, М.Я. Постан. — М.: Транспорт, 1987. — 318 с.

13. *Постан М.Я.* Экономико-математические модели смешанных перевозок / М.Я. Постан. — Одесса: Астропринт, 2006. — 376 с.

14. *Магамадов А.Р.* Оптимизация оперативного планирования работы порта / А.Р. Магамадов. — М.: Транспорт, 1979. — 184 с.

15. *Рыжиков Ю.И.* Теория очередей и управление запасами / Ю.И. Рыжиков. — СПб.: Питер, 2001. — 384 с.

16. *Бусленко Н.П.* Моделирование сложных систем / Н.П. Бусленко. — М.: Наука, 1978. — 400 с.

17. *Имекайте Д.* Техничко-економический анализ транспортной системы порта / Д. Имекайте.: Пер. с англ. — М.: Транспорт, 1985. — 206 с.

18. *Розанов Ю.А.* Случайные процессы. Краткий курс / Ю.А. Розанов. — М.: Наука, 1972. — 367 с.

19. *Гнеденко Б.В.* Введение в теорию массового обслуживания. Изд. 3-е, перераб. и доп. / Б.В. Гнеденко, И.Н. Коваленко. — М.: КомКнига, 2005. — 355 с.

Стаття надійшла до редакції 18.10.2012 р.

УДК 519.847

*Л.В. Іващенко,
Л.Г. Тарасова*, доцент,
канд. фіз.-мат. наук,
ДВНЗ «КНЕУ імені Вадима Гетьмана»

ДЕЯКІ ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ КРИТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ У КЕШ-МЕНЕДЖМЕНТІ БАНКОМАТНОЇ МЕРЕЖІ

АНОТАЦІЯ. У статті розроблено математичну модель управління залишком готівкових коштів у банкоматі з використанням теорії управління запасами

КЛЮЧОВІ СЛОВА: банкомат, модель керування запасами Уілсона, багато продуктова статична детермінована модель, буферний запас

АННОТАЦИЯ: В статье разработана математическая модель управления остатками наличных денежных средств в банкомате с использованием теории управления запасами.