

**В. Г. Загорянський<sup>1</sup>**  
**М. М. Мороз<sup>1</sup>**  
**Т. В. Гайкова<sup>1</sup>**  
**О. В. Цимбал<sup>2</sup>**

## УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ПРОЄКТУВАННЯ КОНТЕЙНЕРНОГО ТЕРМІНАЛУ

<sup>1</sup>Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

<sup>2</sup>Вінницький національний технічний університет

*Метою статті є розробка уточненої методики загального проєктування контейнерного терміналу. Відмінність наведеної методики проєктування від наявних полягає в тому, що пропонується рішення щодо зміни його пропускної здатності (річного контейнеропотоку, що проходить через нього), не змінюючи розміри контейнерного майданчика і способу складування контейнерів, тобто за тієї ж місткості контейнерного майданчика. Такі випадки бувають, наприклад, коли потрібно реконструювати контейнерний термінал. Вантажні термінали для контейнерів є специфічною сферою логістики та системою доставки вантажів, на яких вантажі переробляються в укрупнених транспортних модулях – контейнерах.*

*Розглянуті основні етапи проєктування контейнерного терміналу як складної стохастичної технічної системи: постановка завдання (вона має бути єдиною); вибір та визначення елементів технологічних зон та структури контейнерного терміналу, як різних зв'язків між елементами системи; аналіз функціонування системи (включно з його моделюванням); облік взаємодії системи з довкіллям; розгляд результатів роботи контейнерної транспортно-технологічної системи та експлуатації. Визначено, що ця загальна методологія може бути використана під час створення або аналізу будь-якого іншого перетворення технічної або соціальної системи, яка отримує потік якихось об'єктів з одним набором параметрів, обробляє його через свою структуру та видає їх з інших параметрів. Цей метод формалізації функціонування контейнерного терміналу може бути використаний для її розрахунків, моделювання, дослідження та оптимізації. У процесах взаємодії з системами навколишнього середовища контейнерний термінал переходить з одного стану в інші, які характеризуються видами та обсягом технологічних операцій, що необхідно виконати в певний момент, вантажами, які необхідно зберігати, доставляти на термінал і з терміналу, комплектувати, сортувати, бізнес-процесами співробітників, навантажувачами, кранами та іншим обладнанням, що використовується. Функціонування контейнерного терміналу (частини складської системи) як процедури переходів від одного стану до іншого можна представити у вигляді графа або матриці ймовірностей переходів.*

**Ключові слова:** контейнерний термінал, методика проєктування, перевезення, вантажний транспорт, навантажувач.

### Постановка проблеми

Транспортно-складські комплекси, і контейнерні термінали також, є ключовими об'єктами в ланцюгах поставок [1]. Однак їхнє значення недооцінюється і вони часто розглядаються лише як якісь різноманітні об'єкти для зберігання вантажів. Дуже часто інвентаризація вантажів на транспортно-складських комплексах є єдиним параметром, який оцінюється при дослідженні всього ланцюга поставок. Водночас інші характеристики транспортно-складського комплексу, як-от технологія та обладнання зберігання, методи обробки вантажів, є життєво важливими для оптимізації всього ланцюга поставок [2]. Визначення запасів на контейнерному терміналі у ланцюгу поставок недостатньо для його оптимізації.

Тому найбільш плідним підходом для проєктування контейнерних терміналів є представлення їх у вигляді складних стохастичних систем, дотримуючись теорії складських систем [3]. Основою для цієї теорії було застосовано загальну кібернетичну теорію систем. Основним моментом теорії складських систем є мета створення та функціонування транспортно-складських комплексів у логістичному ланцюзі.

Сучасні механізовані та автоматичні транспортно-складські комплекси є дуже складними технічними об'єктами. Вони оснащені спеціальним складним обладнанням (наприклад, стелажними системами різної продуктивності, автоматичними штабелерами та автотранспортом, автоматичними конвеєрними системами та автоматизованими керованими транспортними засобами, засобами робототехніки, палетизаторами, комп'ютерами та системами електронного обміну даними в режимі on-line тощо). Крім того, вони виявляють стохастичну діяльність. У кожному випадку

проектування / будівництва нового транспортно-складського комплексу або його реконструкції може бути багато варіантів, із різними параметрами та економічними характеристиками.

Вантажним терміналом можна назвати спеціалізовану інфраструктуру на магістральному транспорті, яка функціонує як складсько-перевантажувальний комплекс. Цей комплекс може бути частиною виробничого, будівельного або торгового підприємства, або ж він може розташовуватися окремо від таких підприємств. Його головна мета – забезпечувати логістичні операції, пов'язані з перетворенням і переміщенням великих обсягів вантажів [4].

Контейнерний термінал – це вантажний термінал, спеціалізований на переробці контейнерних вантажів.

Вантажні термінали для контейнерів є специфічною сферою логістики та системою доставки вантажів, на яких вантажі переробляються в укрупнених транспортних модулях – контейнерах. Самі контейнери являють собою великогабаритні та великовагові вантажі, в них перевозяться цінні вантажі, а технологія їх переробки відрізняється від перевантажувально-складських і транспортних робіт зі звичайними великогабаритними і важкими вантажами.

Метою статті є розробка уточненої методики загального проектування контейнерного терміналу.

### Розробка удосконаленої методики проектування контейнерного терміналу

Відомо, що комплексний проєкт контейнерного терміналу складається з таких частин [5]:

- технологічної (що містить, якщо потрібно, нестандартне обладнання);
- будівельної;
- сантехнічної (містить водопостачання та водовідведення, опалення, вентиляцію та кондиціонування повітря);
- електротехнічної (містить силове електропостачання, освітлення, зв'язок, автоматизовану систему управління);
- генерального плану і транспорту;
- кошторисно-економічної.

Проєкт терміналу розпочинається з технічної частини, в якій обґрунтовуються та ухвалюються всі ключові технічні рішення, що стосуються терміналу. На основі цих технічних розробок встановлюються технічні вимоги для проектування всіх інших компонентів контейнерного терміналу.

Основними вихідними даними для проектування технологічної частини проєкту контейнерного терміналу є такі:

- розміри земельної ділянки, що виділяється для розміщення терміналу, і ситуаційний план його розташування стосовно наявної забудови, вулиць, залізниці та автомобільної дороги;
- основні напрями транспортувань контейнерів на термінал і з терміналу;
- розподіл вантажопотоку відправлення за видами транспорту;
- річний вантажопотік по прибуттю контейнерів, із розбивкою за типами контейнерів і видами транспорту прибуття, конт./рік (іноді річний вантажопотік задається в тоннах);
- можливі дані за характеристикою закономірностей і нерівномірності контейнеропотоків.

Методика розрахунку пропонується така:

Визначення кількості контейнерів (штук).

Якщо контейнеропотоки задані в тоннах, то їх слід перерахувати в кількість контейнерів, штук, за формулою:

$$Q_{\text{річн.к}} = \frac{Q_{\text{річн.т}}}{\bar{G}}, \quad (1)$$

де  $Q_{\text{річн.к}}$  – річний контейнеропотік по прибуттю, конт./рік;  $Q_{\text{річн.т}}$  – річний вантажопотік, т/рік;  $\bar{G}$  – середня маса вантажу в одному контейнері, т; приймають:  $\bar{G} = 1,6 \dots 1,8$  т – для середньотоннажних контейнерів масою брутто 3 т;  $\bar{G} = 2,5 \dots 3$  т – для контейнерів масою брутто 5 т;  $\bar{G} = 12$  т – для великотоннажних контейнерів масою брутто 20 т (20-футових);  $\bar{G} = 18$  т – для великотоннажних контейнерів масою брутто 30 т (40-футових).

Визначення ємності контейнерного терміналу, контейнерів (одночасний запас зберігання контейнерів).

Визначається за залежністю:

$$R = \frac{Q_{\text{річн.к}} \cdot \tau_{\text{збер}}}{365}, \quad (2)$$

де  $Q_{\text{річн.к}}$  – річний контейнеропотік по прибуттю, конт./рік;  $\tau_{\text{збер}}$  – термін зберігання контейнерів на терміналі, діб (приймають  $\tau_{\text{збер}} = 2 \dots 10$  діб залежно від типу контейнерів, умов роботи терміналу, транспорту прибуття та інших чинників); 365 – кількість днів у році (зазвичай термінали працюють щодня, без вихідних).

Тривалість зберігання завантажених контейнерів може варіюватися в межах від 5 до 15 діб [5]. У морських портах цей термін зазвичай становить від 6 до 8 діб. В інших країнах або на зарубіжних терміналах контейнери здебільшого обертаються швидше і термін їх зберігання на терміналі зазвичай скорочується до 2–5 діб.

Терміни зберігання порожніх контейнерів встановлюють більші, а саме 15–25 діб (і для лінійних контейнерів зарубіжних судноплавних компаній також).

При призначенні терміну зберігання контейнерів на терміналі необхідно керуватися статистичними даними з іншого аналогічного терміналу і водночас враховувати такі фактори:

- наявність і частка постійних клієнтів, що направляють свої контейнери на термінал;
- наявність і частка великих клієнтів, що направляють контейнери великими транспортними партіями;
- особливості розташування терміналу;
- наявність морського порту;
- маршрути доставки контейнерів на термінал і з терміналу, наявність митного поста на терміналі та ін.

Розрахунок за залежністю (2) виконується окремо по кожній групі контейнерів (що прибувають, що відправляються, порожніх і т. д.), оскільки терміни їх зберігання на терміналі можуть бути різні.

Визначається оборотність контейнерів, 1/рік.

Визначається за залежністю:

$$\eta = \frac{365}{\tau_{\text{збер}}}. \quad (3)$$

Цей параметр є знаменником формули (2) і показує, скільки разів запас зберігання, що поміщається на терміналі, обертається протягом року.

Із залежності (2) також впливає:

$$\eta = \frac{Q_{\text{річн.к}}}{R}, \quad (4)$$

де  $Q_{\text{річн.к}}$  – річний контейнеропотік, конт./рік;  $R$  – одночасний запас зберігання контейнерів (кількість контейнерів, які одночасно зберігаються на терміналі).

Визначається загальна кількість контейнерів, що поміщаються на терміналі у штабелі.

Можна представити у вигляді добутку:

$$R = x \cdot y \cdot z, \quad (5)$$

де  $x$  – кількість контейнерів, що розміщуються по ширині терміналу;  $y$  – кількість контейнерів, що встановлюються по довжині терміналу;  $z$  – кількість контейнерів, що встановлюються по висоті штабеля (кількість ярусів).

Визначається кількість контейнерів, що поміщаються по ширині терміналу.

Цей параметр, якщо ширина контейнерного терміналу задана або обмежена, можна визначити за залежністю:

$$x = \varepsilon \left\{ \frac{B - B_1 - B_2 - B_3 - B_0}{b + \lambda} \right\}, \quad (6)$$

де  $\varepsilon \{ \dots \}$  – позначення цілої частини числа, яку отримуємо в результаті виконання дій в дужках;  $B$  – ширина земельної ділянки під термінал, м;  $B_1$  – загальна ширина смуг, що займають автомобільні дороги та залізниці, м (залізниця – 5 м, автомобільна дорога з одностороннім рухом – 6 м, автомобільна дорога із двостороннім рухом – 8–10 м) [5];  $B_2$  – загальна ширина проходів для підйомно-транспортних

машин та працівників терміналу, м; приймають такі значення: для автотранспортуванців із стрілою – 6–8 м; для кожної опори козлового крана з ходовими колесами – 2,2–2,5 м; для автотранспортуванців із фронтальним виловним вантажозахоплювачем чи з висувною крановою стрілою – 12–15 м; для кожної опори порталного автотранспортувача із ходовими колесами – 1,5–1,8 м; для мостового порталного крана на пневмоході – 1,8–2,2 м; для працівників терміналу – 1–1,5 м);  $B_3$  – загальна ширина газонів, пристроїв озеленення і т. ін. (ширину газонів приймають 2–3 м);  $B_0$  – ширина інших пристроїв та споруд (протипожежних, водовідвідних та ін.), м;  $b$  – зовнішня ширина контейнера, м (приймається для середньотоннажних контейнерів із масою бруто 3 т –  $b = 1,325$ ; масою бруто 5 т –  $b = 2,65$ ; для великотоннажних 20- та 40-футових контейнерів  $b = 2,438$  м);  $\lambda$  – зазор між контейнерами, м (приймають  $\lambda = 0,1–0,15$  м).

Визначається кількість контейнерів, які розміщуються по довжині майданчика.

Можна визначити за формулою:

$$y = \varepsilon \left\{ \frac{L - L_1 - L_2 - L_3 - L_4 - L_0}{l + \lambda + b_1 \cdot n} \right\}, \quad (7)$$

де  $L$  – загальна довжина ділянки, що виділена для розміщення контейнерного терміналу, м;  $L_1$  – частина довжини терміналу, яку займають поперечні проїзди, м (5...6 м – при односторонньому кільцевому русі автомобілів навколо контейнерного майданчика та не менше 30...40 м – для розвороту автомобілів у кінці майданчика та двосторонньому їх русі уздовж однієї зі сторін майданчика);  $L_2$  – частина довжини терміналу, яку займає ремонтне господарство, залежить від характеру й обсягів ремонту, розмірів і розташування стоянки для технічних засобів, що ремонтуються і самої ремонтної майстерні; прийнято 20...50 м;  $L_3$  – частина довжини терміналу, що займає адміністративно-побутовий корпус, який залежить від типу, компонування генерального плану і розмірів терміналу, чисельності його працівників, поверховості будівлі, наявності і розмірів стоянки для легкових автомобілів та інших факторів; для терміналу середніх розмірів може бути прийнята 30...40 м при поздовжньому компонуванні терміналу;  $L_4$  – ширина газонів уздовж огорожі терміналу та інших об'єктів благоустрою території терміналу, м;  $L_0$  – довжина інших та допоміжних пристроїв і споруд терміналу (протипожежних, водовідвідних, освітлювальних і т. д.);  $b$  – довжина контейнера, м (приймають 2,1 м – для середньотоннажних контейнерів масою бруто 3 т або 5 т, 6,058 м – для великотоннажних 20-футових контейнерів, та 12,192 м – для 40-футових контейнерів);  $\lambda$  – зазор між контейнерами по довжині штабеля, м (приймають від 0,1 до 0,15 м);  $b_1$  – ширина поперечного проходу між контейнерами у штабелі, м (приймають 0,6 м – середньотоннажні контейнери і великотоннажні при обслуговуванні штабеля козловим краном і 8...10 м при обслуговуванні штабеля автотранспортувачами);  $n$  – кількість поперечних проходів між контейнерами у штабелі, що роблять при обслуговуванні контейнерного майданчика козловим краном – через кожних два контейнери по довжині штабеля та через 40...50 м – обслуговування штабеля автотранспортувачами.

Кількість поперечних проходів між контейнерами в штабелі залежить від кількості контейнерів по довжині майданчика. Оскільки ці проходи роблять через кожні два контейнери по довжині, кількість цих проходів може бути визначена за залежністю:

$$n = \frac{y}{2} - 1. \quad (8)$$

Оскільки у залежності (8) два невідомих ( $y$  і  $n$ ), то обчислення роблять у 2 етапи: спочатку орієнтовно визначають кількість контейнерів по довжині, потім задають кількість поперечних проходів і уточнюють кількість контейнерів по довжині.

Однак, якщо підставити вираз (8) у залежність (7), то можна виключити зайве невідоме.

Тоді після перетворень та вирішення квадратного рівняння отримуємо залежність для визначення кількості контейнерів по довжині (коли через кожні два контейнери по довжині робиться поперечний прохід шириною  $b_1$ ):

$$y = -\frac{1}{b_1}(l + \lambda - b_1) + \frac{1}{b_1} \sqrt{(l + \lambda - b_1)^2 + b_1(L - A)}, \quad (9)$$

де  $A = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_0$  – сума довжин додаткових частин терміналу, перерахованих у поясненнях до залежності (7).

Визначається кількість контейнерів, що встановлюються по висоті штабеля (кількість ярусів).

Приймають  $z$  від одного (для середньотоннажних контейнерів) та до 4–5 (для порожніх великотоннажних контейнерів). Найчастіше вибирають  $z = 2$  [5].

Визначається площа контейнерного майданчика.

Для попередньої оцінки площі,  $m^2$ , можна використовувати таку наближену залежність [4]:

$$S = R \cdot s, \quad (10)$$

де  $R$  – місткість контейнерного майданчика;  $s$  – питомий показник площі контейнерного майданчика,  $m^2$ /конт., у розрахунку на один контейнер, що зберігається (для різних випадків технічного оснащення контейнерного майданчика його приймають: для майданчика середньотоннажних контейнерів масою брутто 3 т з автотранспортувачами з безблочною стрілою –  $6,8 \dots 7,2 m^2$ /конт., із козловим краном –  $6,4 \dots 6,7 m^2$ /конт., майданчик великотоннажних контейнерів і козловим краном –  $40 \dots 45 m^2$ /конт., з автотранспортувачами –  $50 \dots 60 m^2$ /конт.).

Кількість підйомно-транспортних машин на контейнерному терміналі визначають за формулою:

$$r = \frac{t \cdot k_n}{60 \cdot T_p \cdot k_0} \sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{T_i}, \quad (11)$$

де  $t$  – середній час циклу роботи навантажувально-розвантажувальної машини (річстакера або крана) з перевантаження одного контейнера, хвилин; залежить від планування терміналу, відстаней переміщення навантажувачів, технології робіт, типу і швидкостей механізмів, кваліфікації водія і приймається в межах 3–5 хвилин (для більш точних розрахунків час робочого циклу навантажувачів визначається за формулами, наведеними в спеціальній літературі);  $k_n$  – коефіцієнт нерівномірності контейнеропотоків (визначається за результатами досліджень контейнеропотоку або задається в межах  $1,2 \dots 1,6$  із наявного досвіду);  $60$  – кількість хвилин у годині;  $T_p$  – кількість днів роботи контейнерного терміналу за рік (365 днів – при роботі без вихідних і 255 днів – при 5-денному робочому тижні);  $k_0$  – коефіцієнт використання устаткування за часом (приймають  $0,8 \dots 0,9$ );  $Q_i$  – річний контейнеропоток  $i$ -ої групи контейнеро-операцій;  $T_i$  – кількість годин роботи за добу із виконання  $i$ -ої групи контейнеро-операцій. Приймається з урахуванням режиму роботи терміналу, умов прибуття вагонів і автомобілів та коефіцієнта використання устаткування за часом у межах 10–20 годин;  $n$  – кількість різних груп контейнеро-операцій із переробки контейнерів на терміналі (наприклад, вивантаження навантажених контейнерів з автомобільного транспорту, вивантаження навантажених контейнерів із залізничного транспорту, навантаження навантажених контейнерів на морський транспорт, сортування контейнерів на майданчику, вивантаження порожніх контейнерів з автомобільного транспорту тощо).

Під час реконструкції контейнерного терміналу трапляються випадки, коли потрібно збільшити його пропускну здатність (річний контейнеропотік, що проходить через нього), не збільшуючи габарити контейнерного майданчика і способу складування контейнерів, тобто при тій же місткості контейнерного майданчика  $R$ . Цього можна досягти, скоротивши термін зберігання контейнерів на терміналі.

Отримане збільшення річного контейнеропотоку, конт./рік, можна визначити за формулою:

$$\Delta Q = 365 \cdot R \cdot \frac{\tau_1 - \tau_2}{\tau_1 \cdot \tau_2}, \quad (12)$$

де  $365$  – кількість днів у році;  $R$  – наявна місткість контейнерного майданчика, контейнерів;  $\tau_1$  – наявний термін зберігання контейнерів на майданчику, діб;  $\tau_2$  – новий, зменшений термін зберігання на майданчику, діб ( $\tau_2 < \tau_1$ ).

Завдяки скороченню терміну зберігання контейнерів буде отримано збільшення фактичної місткості контейнерного майданчика, контейнеро-місць, на величину:

$$\Delta R = \frac{Q}{365} (t_1 - t_2), \quad (13)$$

де  $Q$  – річний контейнеропотік, контейнерів/рік;  $t_1$  – наявний термін зберігання контейнерів на майданчику, діб;  $t_2$  – проєктований термін зберігання контейнерів на майданчику, діб ( $t_2 < t_1$ ).

Варіант контейнерного терміналу вибирають у результаті розрахунків та порівняння техніко-економічних показників за кількома варіантами.

### Висновки

У роботі запропоновано удосконалену методику проєктування контейнерного вантажного терміналу у контексті теорії складських систем транспортної сфери, які відіграють важливу роль у логістиці систем доставки. Відповідно до теорії контейнерні термінали створюються в місцях взаємодії між різними сферами транспортних і виробничих систем, різними видами транспорту і служать не тільки для зберігання вантажів, а насамперед використовуються для перетворення вантажопотоків. Це дає змогу максимально ефективно задовольнити мету подальшого транспортування та використання вантажу. Контейнерні термінали забезпечують формування певних параметрів транспортних потоків, які відповідають потребам різних ринків, зокрема і товарів, робіт та послуг, відповідно до принципів бізнес-логістики. Формалізація функціонування контейнерної транспортно-технологічної і складської системи за умови застосування методики, що пропонується, базується на детально представлених основних етапах аналізу або проєктування контейнерного терміналу як складної стохастичної технічної системи.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Ghiani G., Laporte G., Musmanno R. Introduction to Logistics Systems Planning and Control. Wiley. 367 p.
- [2] Gudenus T., Kotzab H. Comprehensive Logistics. Springer. 933 p.
- [3] Malikov O. B. Business logistics: new specific approach to concept. In: O-P. Hilmola (Ed.): *Fourth international railway logistics seminar: Co-operation among transportation modes in Northern Europe*. Lappeenranta University of Technology, Department of Industrial Engineering and Management, Research Report 200. P. 39–53.
- [4] Lee C.-Y., Meng Q. Handbook of Ocean Container Transport Logistics: Making Global Supply Chains Effective. Springer. 552 p.
- [5] Bryant D. (ed.). Exploring Container Technology in the Real World. NY: InfoQ. 40 p.
- [6] Gleissner H., Femerling J. C. Logistics: Basics – Exercises – Case Studies. Springer. 311 p.
- [7] Bookbinder J. H. (ed.). Handbook of Global Logistics: Transportation in International Supply Chains. Springer. 553 p.

**Загорянський Володимир Георгійович** – д-р техн. наук, доцент, професор кафедри транспортних технологій, e-mail: [zagor\\_vlad@ukr.net](mailto:zagor_vlad@ukr.net)

**Мороз Микола Миколайович** – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри транспортних технологій, e-mail: [mykolai.moroz@gmail.com](mailto:mykolai.moroz@gmail.com)

**Гайкова Тетяна Владиславівна** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри транспортних технологій, e-mail: [tanyahaikova@ukr.net](mailto:tanyahaikova@ukr.net)

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, м. Кременчук

**Цимбал Ольга Василівна** – асистент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, e-mail: [unicorne@ukr.net](mailto:unicorne@ukr.net)

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

V. Zahorianskyi<sup>1</sup>  
M. Moroz<sup>1</sup>  
T. Haikova<sup>1</sup>  
O. Tsymbal<sup>2</sup>

## Improvement of container terminal design methodology

<sup>1</sup>Kremenchug Mykhailo Ostrohradskyi National University

<sup>2</sup>Vinnitsia National Technical University

*The purpose of the article is to develop a refined methodology for the general design of a container terminal. The difference between the proposed design methodology and the existing ones is that a solution is proposed to change its throughput (annual container flow passing through it), without changing the dimensions of the container yard and the way containers are stored, that is, with the same capacity of the container yard. Such cases occur, for example, when it is necessary to reconstruct a container terminal. Cargo terminals for containers are a specific area of logistics and cargo delivery systems, where cargo is processed in consolidated transport modules – containers. The main stages of analyzing or projecting a warehouse as a complex stochastic technical system should be considered: objective setting (it should be single); selection and determination of elements of technological areas and warehouse structure, as various connections between system elements; analyzing of system functioning (including its simulation); consideration of system interaction with surrounding environment; consideration of results of the warehouse system performance, and operation. It is interesting to point out that this general methodology can be used while creating or analyzing any other transformation of technical or social system, which receives a flow of some objects with one set of parameters, processes it through its structure, and gives them out with other values of parameters.*

*This method of formalizing the functioning of the container terminal can be used for its calculations, modeling, research and optimization. In the processes of interaction with environmental systems, the container terminal passes from one state to another, which are characterized by the types and volume of technological operations that must be performed at the moment, cargo that must be stored, delivered to and from the terminal, assembled, sorted, business employee processes, forklifts, cranes and other equipment in use. The functioning of the container terminal (part of the warehouse system) as a procedure of transitions from one state to another can be represented in the form of a graph or transition probability matrix.*

**Key words:** freight container terminal, design methodology, transportation, freight transport, truck container loader.

*Zahorianskyi Volodymyr* – Dr. Sc. (Eng.), Associate Professor, Professor at the Department of Transport Technologies, e-mail: [zagor\\_vlad@ukr.net](mailto:zagor_vlad@ukr.net)

*Moroz Mykola* – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Chief of the Department of Transport Technologies, e-mail: [mykolai.moroz@gmail.com](mailto:mykolai.moroz@gmail.com)

*Haikova Tetyana* – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor at the Department of Transport Technologies, e-mail: [tanyahaikova@ukr.net](mailto:tanyahaikova@ukr.net)

*Tsymbal Olga* – assistant of the department of cars and transport management, e-mail: [unicorne@ukr.net](mailto:unicorne@ukr.net)