

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЗМІШАНОГО ТРАНСПОРТНОГО ТЕРМІНАЛУ

ECONOMIC-MATHEMATICAL MODEL OF THE MIXED TRANSPORT TERMINAL

Анотація. Стаття присвячена дослідженню характеристик та розробці економіко-математичної моделі функціонування змішаного вантажного терміналу (річкового чи морського порту) як сукупності взаємопов'язаних підсистем багатоканальних систем масового обслуговування (СМО) з групами однорідних каналів обслуговування.

Summary. The article deals with the research and development of the economic mathematical model of the mixed goods terminal (river or sea port) as the blend of the inter correlated subsystems of the multichannel systems with the alike service channels.

Майже кожний маршрут має вузлові пункти, де здійснюється зміна виду транспорту. Відомо, що всі перевезення вантажів потребують доступу до транспортних засобів. Вантаж повинен десь завантажуватись або розвантажуватись. А для цього має бути місце, де здійснюються ці операції транспортного процесу.

Термінал – це пункт, де закінчується одна транспортна мережа і починається інша [1, 2]. Його характерною ознакою є надходження, складування, зберігання та відправлення вантажу. Загальна схема змішаного вантажного терміналу (ЗВТ) на рис. 1.

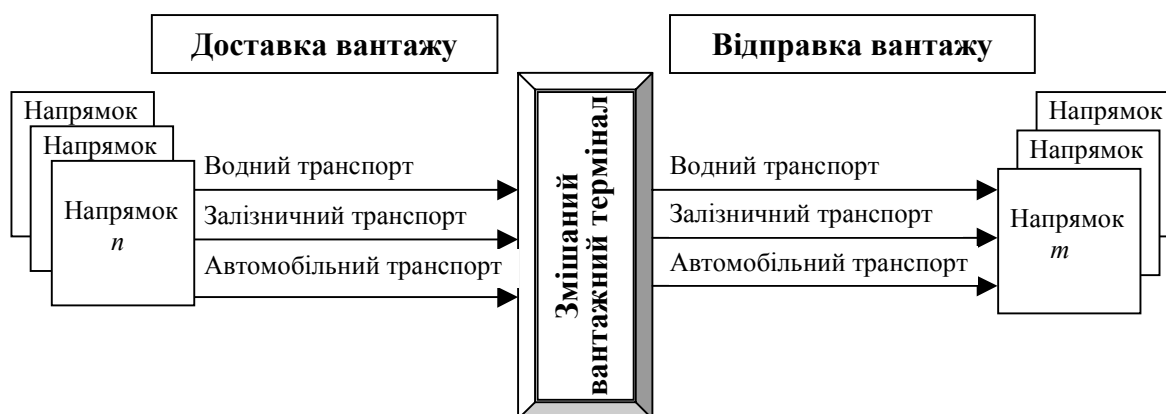


Рисунок 1 – Принципова схема функціонування змішаного вантажного терміналу

Вантажні термінали відіграють важливу роль в координації роботи та взаємодії різних видів транспорту. Тут виконуються основні операції з переробки вантажопотоків, перевалки вантажів з одного виду транспорту на інший.

Типовим прикладом змішаного транспортного терміналу є морський чи річковий порт, який зазвичай розглядається як термінал для суден, але по суті є терміналом і для залізничного, автомобільного та, можливо, трубопровідного транспорту. Зрозуміло, що процеси обробки вантажу на терміналі суттєво впливають на загальний процес доставки вантажів, працездатність транспортних систем.

Термінал має бути достатньо оснащений механічним і спеціалізованим обладнанням для переробки (перевантаження на зберігання в очікуванні відправки) вантажів. Вантажні термінали повинні мати достатню територію для тимчасового зберігання та сортирування вантажів, де виконується накопичення або розукомплектовування партій вантажу для подальшої відправки його споживачам.

Характерною тенденцією останнього часу діяльності та розвитку терміналів є уніфікація технологічних процесів перевантажувальних і сортувальних робіт з урахуванням логістичних схем.

Як видно з рис.1, ЗВТ являє собою “басейн” визначеної місткості, в який постійно “вливається” і “виливається” вантаж. Особливістю такого “басейну” є:

- наявність пристроїв та механізмів для вантажно-розвантажувальних робіт;
- наявність місць для складування та сортування вантажів за напрямками відправлення;

- необхідність наявності вільних площ для маневрування завантажувально-розвантажувальних механізмів.

Зрозуміло, що суттєвою умовою ефективної роботи терміналів є наявність достатніх площ, особливо за умов прибуття або відправки вантажу великими партіями (морські та річкові порти, залізничні вантажні термінали), та відповідна заздалегідь здійснена проробка технології функціонування терміналів.

Задача зводиться до найбільш ефективного функціонування такої організаційної системи, що приймає, сортирує, зберігає деякий час і відправляє вантаж. В даному випадку мова йде про таку організацію, яка найкращим чином відповідала б вимогам всіх: і транспортників, і споживачів, і відправників вантажу, а час знаходження вантажу у дорозі, у тому числі і на терміналі, був мінімальний.

Для вирішення цієї задачі може бути запропонована наступна математична модель [3, 4].

Комплекс виробничих підрозділів ЗВТ може бути представлений як система масового обслуговування (СМО), яка складається з наступних підсистем:

- підсистема прийому транспортних засобів (ПТЗ);
- підсистема розвантаження транспортних засобів (РТЗ);
- підсистема складування та сортування (СтС);
- підсистема навантаження транспортних засобів (НТЗ);
- відправки транспортних засобів (ВТЗ).

Кожну з цих підсистем можна розглядати як багатоканальну СМО з групами однорідних каналів обслуговування. Зрозуміло, що групування може бути проведено за видами транспорту (підсистеми ПТЗ, РТЗ, НТЗ, та ВТЗ) та за напрямками відправлення (підсистема СтС).

Підсистема ПТЗ характеризується інтенсивністю вхідного потоку

$$\lambda_{\text{ПТЗ}} = \sum_{i,j} \lambda_{\text{ПТЗ}}^{ij}, \quad (1)$$

де i – напрямок, j – вид транспорту, та інтенсивністю обслуговування

$$\mu_{\text{ПТЗ}} = \sum_{n,j} \mu_{\text{ПТЗ}}^{nj}, \quad (2)$$

де n – канал (пост) обслуговування.

Аналогічно характеризується кожна з названих підсистем. Виключенням є тільки підсистема складування та сортування, інтенсивність обслуговування якої залежить не тільки від належної кількості вільного для складування місця та продуктивності сортувальних робіт, а ще від інтенсивності вивозу вантажу.

Ефективність роботи підрозділів ЗВТ як СМО може бути оцінена за допомогою наступних показників:

- коефіцієнт зайнятості постів обслуговування;
- коефіцієнт простою постів обслуговування;
- середня довжина черги транспортних засобів;
- середній час очікування початку обслуговування транспортних засобів;
- середній час обслуговування транспортних засобів;
- середній час очікування постів;
- коефіцієнт завантаження складських площ та деякі інші.

Комплексним економічним критерієм ефективності функціонування подібної системи є мінімум втрат. Він передбачає мінімізацію сумарних втрат від знаходження транспортних засобів на ЗВТ та від простою постів обслуговування.

Щодо модельованої системи, втрати від простою транспортних засобів можуть бути визначені за формулою:

$$W_{\text{ВТ}} = \sum_j \bar{t}_{\text{ПТЗ}}^{jw} z^j + \sum_j \bar{t}_{\text{РТЗ}}^{jw} z^j + \sum_j \bar{t}_{\text{НТЗ}}^{jw} z^j + \sum_j \bar{t}_{\text{ВТЗ}}^{jw} z^j + \sum_j \bar{t}_{\text{СтС}}^{jw} z^j + \sum_j \bar{t}_{\text{ПТЗ}}^{js} z^j + \sum_j \bar{t}_{\text{РТЗ}}^{js} z^j + \sum_j \bar{t}_{\text{НТЗ}}^{js} z^j + \sum_j \bar{t}_{\text{ВТЗ}}^{js} z^j, \quad (3)$$

втрати від простою постів обслуговування: ПТЗ, РТЗ, НТЗ та ВТЗ

$$W_{BO} = \sum_j \bar{T}_{ПТЗ}^j Z_{ПТЗ}^j + \sum_j \bar{T}_{РТЗ}^j Z_{РТЗ}^j + \sum_j \bar{T}_{НТЗ}^j Z_{НТЗ}^j + \sum_j \bar{T}_{ВТЗ}^j Z_{ВТЗ}^j + \sum_i \bar{S}_{СтС}^i Z_{СтС}^i, \quad (4)$$

де $W_{ВТ}$ – втрати від знаходження транспортних засобів на терміналі (в процесі обслуговування або у черзі очікування обслуговування); W_{BO} – втрати від простою постів обслуговування; $\bar{t}_{ПТЗ}^{jw}, \bar{t}_{РТЗ}^{jw}, \bar{t}_{НТЗ}^{jw}, \bar{t}_{ВТЗ}^{jw}, \bar{t}_{СтС}^{jw}$ – середній час простою транспортного засобу j виду в черзі на обслуговування до відповідної підсистеми; $\bar{t}_{ПТЗ}^{js}, \bar{t}_{РТЗ}^{js}, \bar{t}_{НТЗ}^{js}, \bar{t}_{ВТЗ}^{js}$ – середній час обслуговування відповідною підсистемою транспортного засобу j виду; z^j – втрати j виду транспорту від знаходження на ЗВТ за одиницю часу; $\bar{T}_{ПТЗ}^j, \bar{T}_{РТЗ}^j, \bar{T}_{НТЗ}^j, \bar{T}_{ВТЗ}^j$ – середній час простою постів обслуговування j виду транспорту відповідно підсистем ПТЗ, РТЗ, НТЗ та ВТЗ; $\bar{S}_{СтС}^i$ – середній розмір вільної площі підсистеми СтС; $Z_{ПТЗ}^j, Z_{РТЗ}^j, Z_{НТЗ}^j, Z_{ВТЗ}^j$ та $Z_{СтС}^i$ – втрати від простою відповідних постів за одиницю часу та втрати від простою одиниці площі відповідно.

Таким чином, комплексним критерієм ефективності функціонування ЗВТ є

$$W_{ВТ} + W_{BO} \rightarrow \min \quad (5)$$

Всі параметри, що використовуються у виразах (3) та (4), є випадковими змінними, які можуть змінюватися за будь-яким законом розподілу. Закони розподілу кожної з них залежать від підсистеми, взаємодії між підсистемами, можливістю під'їзних шляхів, організації замовлення рухомого складу та його надходження, стану обладнання, напрямку обслуговування, пори року і таке інше.

Можливо визначити деякі залежності математично, але зрозуміло, що практично не можливо вирішити задачу такої розмірності аналітичними методами. Вирішити таку задачу можливо тільки за допомогою імітаційного моделювання.

Література

1. Кочетов С.Н. Прогрессивные транспортно-технологические системы на морском транспорте. – М.: Транспорт, 1981. – 145 с.
2. Ложачевська О.М. Управління функціонуванням та розвитком транспортного комплексу регіону. – К.: НАУ, 2002. – 248 с.
3. Экономика-математическое моделирование развития транспортных систем / Бакаев А.А. и др. – К., 1991. – 151 с.
4. Ситник В.Ф., Орленко Н.С. Імітаційне моделювання: Навч. посібник. – К.: КНЕУ, 1998. – 232 с.