

УДК 656.225:519.8

ЕРГАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСЬКОГО КОМПЛЕКСУ З ОБСЛУГОВУВАННЯ ПОТОКУ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

Вернигора Роман Віталійович, к.т.н., професор,
Малашкін Вячеслав Віталійович, к.т.н., доцент,
Тітяпов Віталій Ігорович, аспірант
Український державний університет науки і технологій
e-mail: r.v.vernyhora@ust.edu.ua

Транспортно-складські операції є важливим елементом у логістичних ланцюгах постачання, адже саме на транспортно-складських комплексах (ТСК) починається та завершується основний етап будь-якого перевезення вантажів. Сучасний ТСК являє собою інтегровану систему, що включає інфраструктурні елементи, навантажувально-розвантажувальні механізми, складське обладнання, технологічні процеси та інформаційно-комунікаційні платформи.

Усі ці елементи у взаємодії між собою та зовнішніми впливами забезпечують виконання логістичних, складських і комерційних операцій.

Частка витрат на складські операції в середньому складає 20...30% від загальних логістичних витрат. Очевидно, що питання зниження витрат на складські операції при одночасному забезпеченні високого рівня сервісу наразі є актуальними.

Як відомо, рівень ефективності (E) функціонування ТСК визначається сукупністю його технічних (T) і технологічних (H) параметрів. Однак, суттєвий вплив на показники роботи ТСК спричинює система диспетчерського управління (D), основним елементом якої є людина-диспетчер, яка в оперативному порядку приймає рішення, пов'язані з режимом функціонування ТСК (черговість обслуговування вантажів по прибуттю та відправленню, розподіл вантажних ресурсів між секціями ТСК, оперативна спеціалізація вантажних та складських секцій в залежності від структури вантажопотоку тощо). Для оптимізації параметри складних (зокрема, транспортних) систем використовують математичні моделі виду $Y=f(X_1, X_2...X_n) \rightarrow extremum$ з наступним пошуком оптимального рішення за певним методом; разом з тим, побудувати аналітичну модель $E=f(T, H, D)$ для ТСК з достатнім рівнем адекватності досить складно, як через складність та стохастичність взаємозв'язків між окремими підсистемами та елементами, так і через необхідність врахування впливів оперативно-диспетчерської системи управління.

В цих умовах найбільш ефективним інструментом дослідження та оптимізації складних, зокрема транспортних систем, є імітаційне моделювання з використанням сучасної комп'ютерної техніки; при цьому для врахування впливу диспетчерського керування авторами пропонується парадигма ергатичних імітаційних моделей, в яких користувач моделі може приймати безпосередню участь у процесі моделювання, виконуючи управлінські функції диспетчерського персоналу.

На основі цієї парадигми була розроблена та програмно реалізована ергатична імітаційна модель ТСК, що спеціалізується на обслуговуванні потоку вантажних автомобілів (автопричепів). Структура моделі ТСК включає: модель (генератор) вхідного потоку, модель технологічного процесу (МТП) роботи ТСК, інформаційну модель (ІМ).

Модель вхідного потоку генерує стохастичний потік вантажних автомобілів та вантажів у них. При цьому інтервали між автомобілями моделюються як випадкова величина з заданим законом розподілу та заданою інтенсивністю, а параметри вантажних відправок моделюються як випадкові події (вид вантажу, категорія та пріоритетність відправки) та як випадкові величини (маса вантажу, кількість пакетів тощо). параметри вхідного потоку задаються користувачем моделі на початку моделювання через інтерфейс ІМ.

В МТП формалізація технологічного процесу обробки автомобілів на ТСК виконана на основі детермінованого скінченного автомата (СА), який забезпечує виконання з кожним об'єктом всього комплексу технологічних операцій відповідно до їх взаємної обумовленості: $A = \{X, Y, S, F_Y, F_S\}$, де X, Y – відповідно множини вхідних та вихідних сигналів/команд; S – множина можливих станів ТП; F_Y, F_S – відповідно функції виходів та переходів СА. Взаємодія користувача-

диспетчера (КД) з МТП при обслуговуванні окремого автомобіля моделюється послідовністю переходів автомата з одного стану в інший по мірі виконання технологічних операцій. Кожен стан автомата S характеризує певну фазу технологічного процесу обробки автомобіля на ТСК. Вхідними сигналами X є команди від КД щодо початку певної операції з автомобілем, а також внутрішні повідомлення про завершення операцій, які подаються на вхід СА від МТП. Вихідні сигнали Y або ініціюють (після перевірки умов) початок технологічних операцій з автомобілем, або сигналізують про завершення певних технологічних операцій з автомобілем. Функції виходів F_Y та переходів F_S подаються у формі таблиці, кожен рядок якої відповідає певному стану S автомата. Залежно від характеру вхідного сигналу X та поточного стану автомата S (етапу технологічного процесу обслуговування автомобіля) до МТП подається відповідний вихідний сигнал Y , а СА переходить в новий стан S відповідно до функції переходів F_S .

Управління роботою ТСК під час моделювання КД здійснює через ІМ, в якій для цього передбачено: візуалізація процесу обробки автомобілів на ТСК (включаючи зайнятість окремих виконавців технологічних операцій), кнопки та меню для подання певних команд щодо початку або призупинення операцій з автомобілями, вибору місця обробки автомобіля тощо.

Розроблена модель ТСК має можливість працювати в двох режимах: автоматичному та в інтерактивному режимі. Інтерактивний режим дозволяє досліджувати вплив людського фактору (диспетчерського керування) на показники роботи ТСК, а також може використовуватись під час навчання студентів для дослідження транспортно-складських процесів та формування відповідних управлінських навичок. Розроблену ергатичну модель також можна використовувати для виконання досліджень щодо визначення найбільш раціональних параметрів ТСК в залежності від обсягів вхідного вантажопотоку.

Міністерство
освіти і науки
України



Міністерство освіти і науки України

Національний університет біоресурсів і
природокористування України

Механіко-технологічний факультет

Кафедра транспортних технологій та засобів у АПК

Академія прикладних наук Університету
управління та адміністрування в Ополі

Академія інженерних наук України
Українська асоціація аграрних інженерів



**ЗБІРНИК ТЕЗ
доповідей
VIII Міжнародної
науково-практичної конференції
«Автомобільний транспорт та інфраструктура»**



AutoTransport and Infrastructure

**17-19 квітня 2025 року
м. Київ**

УДК 631.17+62-52-631.3

Рекомендовано до друку рішенням вченої ради механіко-технологічного факультету Національного університету біоресурсів і природокористування України від 20 травня 2025 р., протокол №. 12

Збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт та інфраструктура» (17–19 квітня 2025 року). Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2025. 242 с.

ISBN 978-617-8530-21-1

В збірнику представлені тези доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників, докторантів і аспірантів, студентів, фахівців транспортної галузі, учасників VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт та інфраструктура», в яких розглядаються нинішній стан та шляхи розвитку автотранспортної галузі.

ISBN 978-617-8530-21-1

© НУБіП України, 2025.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ:

Тонха О.Л., проректор з наукової роботи та інноваційної діяльності НУБіП України – голова організаційного комітету;

Отченашко В.В., начальник науково-дослідної частини НУБіП України – заступник голови організаційного комітету;

Братішко В. В., декан механіко-технологічного факультету НУБіП України – заступник голови організаційного комітету;

Киричок П.О., президент Академії інженерних наук України – заступник голови організаційного комітету (за згодою);

Тадеуш Покуса, проректор Академії прикладних наук Університету управління та адміністрування в Ополь (Польща) – співголова організаційного комітету (за згодою);

Ілесалієв Д. І., ректор Ташкентського Перфектного університету (Узбекистан) – співголова організаційного комітету (за згодою);

Дашдаміров Ф.С., директор Інституту логістики і транспорту Азербайджанського технічного університету (Азербайджан) – співголова організаційного комітету (за згодою);

Загурський О.М., професор кафедри транспортних технологій та засобів у АПК НУБіП України – секретар організаційного комітету.

Дьомін О.А., доцент кафедри транспортних технологій та засобів у АПК НУБіП України;

Калінін Є. І., завідувач кафедри тракторів та автомобілів НУБіП України;

Мацюк В. І., професор кафедри транспортних технологій та засобів у АПК НУБіП України;

Умідулла Абдураззоков, завідувач кафедри транспортної техніки Ташкентського державного університету транспорту (Узбекистан);

Роговський І. Л., завідувач кафедри технічного сервісу та інженерного менеджменту імені М. П. Момотенка НУБіП України;

Павло Навицький, професор університету Орала Робертса (США);

Савченко Л.А., завідувачка кафедри транспортних технологій та засобів у АПК НУБіП України;

Софі Лю, професор Університету Орала Робертса (США);

Степанов О.В. заступник декана з наукової роботи механіко-технологічного факультету НУБіП України.