ISBN: 978-966-632-318-0 (Online)
DOI: 10.33744/978-966-632-318-0-2022-3

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Міжнародна наукова конференція
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ: ЕКОЛОГІЯ, БЕЗПЕКА, ЯКІСТЬ, КОМФОРТ

Збірник тез доповідей

Київ, Україна

2022

ISBN: 978-966-632-318-0 (Online)
DOI: 10.33744/978-966-632-318-0-2022-3

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE

NATIONAL TRANSPORT UNIVERSITY

International Scientific Conference

INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS: ECOLOGY, SAFETY, QUALITY, COMFORT

Theses Collection

Kyiv, Ukraine

2022

ISBN: 978-966-632-318-0 (Online)
DOI: 10.33744/978-966-632-318-0-2022-3

Міжнародна наукова конференція «Інтелектуальні Транспортні Системи: Екологія, Безпека, Якість, Комфорт». – К.: НТУ, 2022, Вип. 1 – 373 с.

В збірнику публікуються тези першої міжнародної наукової конференції «Інтелектуальні Транспортні Системи: Екологія, Безпека, Якість, Комфорт».

Редколегія:

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ:
О.С. Славінська – д-р техн. наук, професор, проректор з наукової роботи Національного транспортного університету, голова Програмного комітету.
В.Д. Данчук – д-р фіз.-мат. наук, професор, декан факультету транспортних та інформаційних систем Національного транспортного університету, заступник голови Програмного комітету.
С.І Ляшко. – д-р фіз.-мат. наук, професор, завідувач кафедри обчислювальної математики факультету комп'ютерних наук і кібернетики, Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, Україна.
В.П. Поліщук – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри транспортних систем та безпеки дорожнього руху, Національний транспортний університет.
Антоніо Комі – професор кафедри інженерії підприємств, Римський університет Тор Вергата, Італія.
Лука Персія – професор зі сталого транспортного планування Римського університету ла Сап'єнца, Президент «Sapienza Start-up CTL-up», Італія.
Крістіан Вайс – професор, декан факультету Університету прикладних наук Рур Захід Вища школа, Німеччина.
Станіслав Іван – професор, декан факультету економіки та інженерії транспорту, Морський університет Щецина, Польща.
Норберт Грюнвальд – професор, Директор Інституту Роберта Шмідта, ректор вищої школи Вісмар, Університету прикладних наук, технологій, бізнесу та дизайну м. Вісмар, Німеччина.
Іліє Бричікару – Професор, директор Обсерваторії з безпеки дорожньої Технічного університету Молдови, Молдова.
Єгор Бондарау – професор кафедри комп'ютерних наук, відеокодування та архітектури Ейндховенського технологічного університету, Нідерланди.
Віталій Наумов – д-р техн. наук, професор кафедри транспортних системи Краківського Політехнічного Університету, Польща.
І.І. Кульчицький – Президент Агенції Європейських Інновацій, керівник національного контактного пункту програми Горизонт 2020 за напрямом інформаційно-комунікаційних технологій, Україна.
Ю.М. Папіровий – Голова Всеукраїнської громадської організації «Громадський комітет транспортної безпеки», Україна.
А.Н. Аль-Амморі – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри інформаційно-аналітичної діяльності та інформаційної безпеки, Національний транспортний університет.
А.А. Бей – керуючий директор ТОВ SWARCO Україна.
Д.О. Беспалов – Директор «Про мобільність», міського будівництва, Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна.
П.І. Бідюк – д-р техн. наук, професор кафедри математичних методів системного аналізу, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна.
В.В. Гавриленко – д-р фіз.-мат. наук, професор, завідувач кафедри інформаційних систем і технологій, Національний транспортний університет.
А.С. Галкін – д-р техн. наук, професор кафедри транспортних систем та логістики, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна; професор факультету транспортної інженерії Університету Пардубіце, Чехія.
В.І. Каськів – канд. техн. наук, доцент, заступник директора з наукової роботи ДП «ДерждорНДІ», Україна.
О.Г. Корченко – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри безпеки інформаційних технологій Національного авіаційного університету, голова Громадської організації «Асоціація спеціалістів кібербезпеки», Україна.
М.С. Оліскевич – д-р техн. наук, професор кафедри агроінженерії та технічного сервісу Львівського національного університету природокористування, Україна
В.І. Литвиненко – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри інформатики і комп'ютерних наук, Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький, Україна.
М.М. Маляр – д-р техн. наук, професор, декан факультету математики та цифрових технологій, Ужгородський національний університет, Україна

М.М. Мороз – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри транспортних технологій Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, Україна.
С.В. Мямлін – д-р техн. наук, професор, директор Філіала «Центр діагностики залізничної інфраструктури» АТ «Українська залізниця» (м. Київ, Україна), Україна.
А.М. Новікова – д-р екон. наук, Начальник центру наукових досліджень комплексних транспортних проблем, Україна.
Г.С. Прокудін – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, Національний транспортний університет.
А.В. Сохацький – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри транспортних технологій та міжнародної логістики Університету митної справи та фінансів, Україна.
К.П. Сторчак – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри інформаційних систем та технологій Державного університету телекомунікацій, Україна.
Р.М. Тріщ – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри мехатроніки та електротехніки, Харківський аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського, Україна.
Р.А. Хабутдінов – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри транспортних технологій, Національний транспортний університет.
О.В. Шефер – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри автоматики, електроніки та телекомунікацій, Національний університет «Полтавська політехніка ім. Ю. Кондратюка», Україна.
О.М. Шушура – д-р техн. наук, консультант по логістиці ТОВ «Центр Бізнес Технологій», Україна.

ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ:
О.М. Куницька – канд. техн. наук, професор кафедри транспортних систем та безпеки дорожнього руху, Національний транспортний університет.
О.Д. Гульчак – канд. техн. наук, професор кафедри транспортних систем та безпеки дорожнього руху, Національний транспортний університет.
М.М. Дехтяр – канд. техн. наук, доцент кафедри інформаційно-аналітичної діяльності та інформаційної безпеки, Національний транспортний університет.
І.А. Виговська – завідувач навчальної лабораторії, асистент кафедри транспортних систем та безпеки дорожнього руху, Національний транспортний університет.
І.І. Гальона – канд. техн. наук, канд. юрид. наук, доцент кафедри транспортних технологій, Національний транспортний університет.
А.А. Корчевська – старший викладач кафедри транспортних систем та безпеки дорожнього руху, Національний транспортний університет.
Н.О. Лужанська – канд. техн. наук, доцент кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, Національний транспортний університет.
А.В. Огарков – асистент кафедри інформаційних систем і технологій, Національний транспортний університет.
Л.В. Сауляк – асистент кафедри транспортних систем та безпеки дорожнього руху, Національний транспортний університет.
А.В. Севост'янова – доцент кафедри транспортного права та логістики, Національний транспортний університет.
О.В. Семенченко – старший викладач кафедри транспортних систем та безпеки дорожнього руху, Національний транспортний університет.
Є.М. Шапенко – канд. техн. наук, доцент кафедри транспортних систем та безпеки дорожнього руху, Національний транспортний університет.
С.В. Янішевський – канд. техн. наук, доцент кафедри транспортних систем та безпеки дорожнього руху, Національний транспортний університет.
М.І. Дорош – заступник директора ТОВ "Про мобільність".
В.П. Тарасюк – керівник проєктів ТОВ "Про мобільність", к.т.н., асистент кафедри міського будівництва, Київський національний університет будівництва і архітектури.

Адреса редколегії: 01010, Україна, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, Національний транспортний університет, тел.: +38 (044) 280-20-77

© Національний транспортний університет, 2022.

Програма конференції

Пленарне засідання
29/11/2022

Презентації спікерів пленарного засідання розміщено на сайті конференції: www.sites.google.com/ntu.edu.ua/its-esqc-ua

EMERGING INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES: THE CHALLENGES FOR THE DYNAMIC FREIGHT MANAGEMENT IN CITY LOGISTICS
Antonio COMI, Professor, Department of Enterprise Engineering University of Rome Tor Vergata, Italy

DIGITALISATION IN ROAD SAFETY
Luca PERSIA, Professor of Sustainable Transport Planning at La Sapienza University of Rome, President of Sapienza Startup CTL-up, Italy

SMART CITY LOGISTICS - THE CHALLENGE FOR CITIES OF TODAY
Stanisław IWAN, Professor, Dean of Faculty of Economics and Transport Engineering Maritime University of Szczecin, Poland

THE HIGHWAY FUNCTIONAL HIERARCHY – AN IMPORTANT ROAD SAFETY ELEMENT
Ilie BRICICARU, PhD, Road safety auditor and trainer, Director of the Road Infrastructure Safety ObservatoryTechnical University of Moldova

THE FUTURE OF HIGHER EDUCATION
Norbert GRUENWALD, Professor, Dr. rer. nat., Rector a.D., Director Robert-Schmidt-Institute Hochschule Wismar University of Applied Sciences Technology, Germany

SOCIAL CAPITAL AND THE POST-WAR RECOVERY
Malgorzata ZAKRZEWSKA, Researcher, assistant Institute of Economics and Finance, University of Szczecin, Poland

ВИКОРИСТАННЯ ТРАНСПОРТНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ УКРАЇНИ
Дмитро БЕСПАЛОВ, Директор «Про мобільність»

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ДОРОЖНІМ РУХОМ – СКЛАДОВА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ МІСТА КИЄВА
Віктор ЧЕРНІЙ, Директор комунального підприємства КП "Центр організації дорожнього руху" виконавчого органу Київської міської ради (Київської міської державної адміністрації)

РЕКОМЕНДАЦІЇ УКРАЇНСЬКИМ УНІВЕРСИТЕТАМ ЩОДО УЧАСТІ У ПРОГРАМІ ГОРИЗОНТ ЄВРОПА
Іван КУЛЬЧИЦЬКИЙ, Президент Агенції Європейських Інновацій, керівник національного контактного пункту програми Горизонт 2020 за напрямом інформаційно-комунікаційних технологій, Україна

PUBLIC PASSENGER TRANSPORT - BASIC REQUIREMENTS AND RECOMMENDATIONS FOR SYSTEMS THAT MEASURE DELIVERED SERVICE QUALITY

Алла НОВІКОВА, Д-р екон. наук, Начальник центру наукових досліджень комплексних транспортних проблем, Україна

НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ РУХОМ КОМПАНІЇ SWARCO В УКРАЇНІ: ЗДОБУТКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Андрій БЕЙ, Керуючий директор ТОВ SWARCO Україна

ЕЛЕКТРОННІ СЕРВІСИ ДЕРЖАВИ У СФЕРІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ: ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ, ПЕРЕВАГИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Юрій ПАПІРОВ, Ольга КАТАРАНОВА Всеукраїнська громадська організація "Громадський комітет транспортної безпеки", Україна

Засідання 30/11/2022

Тези доповідей учасників представлено в даному збірнику.

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1 ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА РОЗУМНА ЛОГІСТИКА 13

SMART LOGISTICS WITHIN THE FRAMEWORK OF THE CONCEPT OF CYBER-PHYSICAL SYSTEMS Viktor DANCHUK, Prof. Dr. of Sc. (Ph.-Math.), Christian WEIß, Prof. Dr., Vitaliy SVATKO, Dr. 14

LOGISTIC INNOVATIONS AND PROSPECTS OF THEIR DEVELOPMENT IN UKRAINE Kateryna HILEVSKA, cand. Sc. (Technology), Oleg SOKULSKY, cand. Sc. (Technology), Iryna PROTSUN, master student, Oleksandra LIFANCHUK, master student 19

LOGISTICS OF THE FUTURE: LEVERAGING ADVANCED TECHNOLOGIES IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT Olga KUNYTSKA, Prof. 24

FEATURES OF THE CONSOLIDATION OF FOREIGN TRADE FREIGHT FLOWS IN INTEGRATED PRODUCTION STRUCTURES Anatoliy PETRYK, Assoc. Prof., Tetiana LITUS, student 29

IMPORTANCE OF SMART MULTIMODAL TRANSPORT SYSTEM FOR UKRAINE Valentyna PUZIKOVA 34

EXTERNAL COSTS OF TRANSPORT - DEPENDENCE ON THE TRANSPORT AND FINANCIAL PERFORMANCE OF THE COUNTRY Lidiia SAVCHENKO 35

ФОРМУВАННЯ ВНУТРІШНЬОДЕРЖАВНОЇ МЕРЕЖІ ЛОГІСТИЧНИХ ПОСЛУГ В ОСОБЛИВИХ УМОВАХ Андрій БУБЕЛА, д-р тех. наук, Катерина ПОЛУДЕННА, аспірант (PhD студентка) 38

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ РОЗВЯЗАННІ ЗАДАЧІ КОМІВОЯЖЕРА Олена БУРА, аспірант, Ярослав ЄРКО, аспірант 40

ПРОБЛЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЛОГІСТИКИ ТРАНСПОРТНО-ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ Михайло ВІТЕР, канд.фіз.-мат.наук, Андрій КУХТИК, Олександр ІВАЩЕНКО, магістранти 43

ДІДЖИТАЛІЗАЦІЯ, ЯК ОСНОВА РОЗУМНОЇ ЛОГІСТИКИ Ольга ВЛАСЕНКО, канд. екон. наук, доц, Радомир ШВАЧКА, магістр, Аліна ЛУК'ЯНОВА, магістр 45

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК КЛЮЧОВИЙ ЕЛЕМЕНТ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ПРОЦЕСУ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ Андрій ГОЛОВАНЬ, канд.техн.наук, доц. 50

ОСОБЛИВОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В УМОВАХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ НОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ І КЕРУВАННЯ ПАЛИВНОЮ ЕКОНОМІЧНІСТЮ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ Ігор ГРИЦУК, проф, д-р.техн.наук, Володимир ВОЛКОВ, проф, д-р.техн.наук, Євген УКРАЇНСЬКИЙ, доц. канд.техн.наук, Вікторія РИЖОВА, ст. викл. 52

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ЩОДО ЕКОЛОГІЗАЦІЇ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ Олеся ГРЄКОВА, аспірант, асистент, Ірина ТКАЧЕНКО, канд. техн. наук, доц., Андрій ГАЛКІН, д-р. техн. наук, проф. 57

СТІЙКА ЛОГІСТИКА ОСТАННЬОЇ МИЛІ Діана ДАЦЕНКО, аспірант 62

ЕЛЕКТРОННІ СЕРВІСИ ДЕРЖАВИ У СФЕРІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ: ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ, ПЕРЕВАГИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ Ольга КАТАРАНОВА 67

ІННОВАЦІЙНІ РОБОТОТЕХНІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ МОРСЬКОЇ ІНДУСТРІЇ Олена КИРИЛЛОВА, докт.техн.наук, проф., Валерія КИРИЛЛОВА, канд.техн.наук 72

ПІДВИЩЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ ТА ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО РЕГУЛЮВАННЯ Сергій КЛЮЄВ, канд. техн. наук, доц., Вікторія ПОДГОРНА, студент..... 76

ЗАЛУЧЕННЯ СУЧАСНИХ АНАЛІТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ СТОХАСТИЧНИХ ЗМІН В НАБОРАХ ДАНИХ СППР БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ Тетяна КОНРАД, канд. техн. наук, Олексій ПИСАРЧУК, доктор техн. наук, проф., Вікторія ВОЛКОГОН канд. техн. наук. 79

ЗБІЛЬШЕННЯ НАДІЙНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ Сергій КОТЕНКО, канд. техн. наук, Артем КЕНС, аспірант, Валерія КАСЬЯНОВА 81

КОСМІЧНИЙ ТРАНСПОРТ: СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ Неоніла КУНДА, канд.техн.наук, доцент, Даніїл ЛЕВЧЕНКО магістр, Олена ІВАЩЕНКО, магістр 84

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНЕ УПРАВЛІННЯ МЕРЕЖЕВОЮ БЕЗПЕКОЮ В ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ Олена КРИВОРУЧКО, докт.техн.наук, проф., Юлія КОСТЮК, здобувач Phd 86

ФОРМУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ РОЗПОДІЛУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТЯГОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ Денис ЛОМОТЬКО, д-р. техн. наук, проф., Оксана ІЩУКА, магістр, Ольга АФАНАСОВА, аспірант, Микола ЛОМОТЬКО, аспірант 88

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ МИТНОЇ ПЕРЕРОБКИ ВАНТАЖІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕРЕЖ ПЕТРІ Наталя ПОТАМАН, канд.техн.наук 89

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО ВАРІАНТА ЛОГІСТИЧНОГО ЛАНЦЮГА ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ Георгій ПРОКУДІН, д-р техн. наук, проф., Аліна НАЗАРОВА, ст. викладач 93

ОРГАНІЗАЦІЯ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМАХ Георгій ПРОКУДІН, д-р. техн. наук, Інна РЕМЕХ, PhD-студент, Олексій ПРОКУДІН, канд. техн. наук..... 97

МЕТОДИ КОНЦЕПТУАЛЬНО-МОДЕРНІЗАЦІЙНОГО АНАЛІЗУ АВТОМОБІЛЬНО-ТРАНСПОРТНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРОЦЕСІВ ВІДТВОРЕННЯ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПОСЛУГ Рамазан ХАБУТДІНОВ, д-р техн. наук, проф... 102

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВАНТАЖНИХ МІЖНАРОДНИХ АВТОПОЇЗДІВ З ВРАХУВАННЯМ ЗМІНИ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ АВТОПОЇЗДА Рамазан ХАБУТДІНОВ, д-р. техн. наук, Тетяна КОСТЮК, магістр, аспірант (PhD студент)..... 106

ПОКРАЩЕННЯ ЛАНЦЮГЦУ ПОСТАВОК ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕХНОЛОГІЙ БЛОКЧЕЙН Володимир ХІЛЬКО, аспірант 112

ШЛЯХИ УКРАЇНИ ДО «МИТНОГО БЕЗВІЗУ» Олексій ЧУПАЙЛЕНКО, канд. техн. наук, Аркадій КОЗЛОВ, Юрій КОЛЕСНИК, аспірант 115

ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ МИТНОЇ ЛОГІСТИКИ В УКРАЇНІ Олексій ЧУПАЙЛЕНКО, канд. техн. наук, доц., Роман ПОЛІЩУК, аспірант, Максим БІЛОКУР, аспірант 119

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ВЗАЄМОДІЯ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ Світлана ШАРАЙ, канд. тех. наук, Мирослав ОЛІСКЕВИЧ, д-р техн. наук, Максим РОЙ, Іван АНТОНЕЦЬ, магістр 122

ОБҐРУНТУВАННЯ ДИСЛОКАЦІЇ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ТЕРМІНАЛІВ УКРАЇНИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ Світлана ШИРЯЄВА, канд.техн.наук, Володимир ІСАЄНКО, аспірант (PhD студент) 126

СЕКЦІЯ 2 РОЗУМНА МОБІЛЬНІСТЬ ТА БЕЗПЕКА РУХУ 130

PARKING SYSTEM DEVELOPMENT AS ONE OF THE NECESSARY CONDITIONS FOR IMPROVING THE SAFETY LEVEL OF INTERNATIONAL ROAD TRANSPORTATION Nataliia KATRUSHENKO, Senior Lecturer 131

EXPLOITATION OF INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEM IN SITIES AS A TOOL OF REDUCTION THE CONGESTIONS LEVEL Alisa SHEVCHENKO, PhD student .. 133

МОДУЛЬНИЙ ПРИНЦИП ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ В ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧИХ СИСТЕМАХ АВТОМОБІЛЯ Алі АЛЬ-АММОРІ, доктор техн. наук, професор, Хасан АЛЬ-АММОРІ, аспірант, Іван СЕРГІЄНКО, студент 136

РОЗРАХУНКОВА МОДЕЛЬ ЛІНІЙНОГО ГЕНЕРАТОРА ДЛЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ МЕХАНІЧНИХ КОЛИВАНЬ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ В ЕЛЕКТРИЧНИЙ СТРУМ Алі АЛЬ-АММОРІ, доктор техн. наук, проф., Руслан ІЩЕНКО, канд. фіз.-мат. наук, доцент, Галина ІСАЄНКО, канд. фіз.-мат. наук, доцент, Ірина Горбунович, канд. техн. наук, доцент 138

МОНІТОРИНГ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПОСЛУГ ПАСАЖИРОПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ГРОМАДСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ Олег БАКА, магістрант, Олег САМАРІН, магістрант, Володимир ШУМЛЯКІВСЬКИЙ, канд. техн. наук 142

ПАСАЖИРСЬКИЙ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТ В РАМКАХ НАЦІОНАЛЬНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ СТРАТЕГІЇ УКРАЇНИ Наталія БЕРЕЖНА, канд. техн. наук, доцент, Тетяна ВОЛКОВА, канд. техн. наук, доцент 144

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ТРАНСПОРТНОЇ МОДЕЛІ МІСТА З УРАХУВАННЯМ МІКРОМОБІЛЬНОСТІ НАСЕЛЕННЯ Анастасія БОЦМАН, PhD студент, Денис ПОНКРАТОВ, д-р. техн. наук, доц., Михайло ПАВЛОВ, студент 146

ТРАНСФОРМАЦІЯ ТРАС МАРШРУТІВ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ У М. ХАРКОВІ З УРАХУВАННЯМ РАЦІОНАЛЬНОЇ ЩІЛЬНОСТІ РОЗТАШУВАННЯ ЗУПИНОЧНИХ ПУНКТІВ Катерина ВАКУЛЕНКО, канд. техн. наук, доц., Надія СОКОЛОВА, асистент 150

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИНЦИПІВ ОБЛІКУ ІНТЕНСИВНОСТІ ДОРОЖНЬОГО РУХУ ТА СКЛАДУ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ БЕЗКОНТАКТНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ Михайло ДУЛЯ, Тетяна ЗАХАРОВА, Микола ГУКОВ, канд. техн. наук 155

ІНТЕГРАЦІЯ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ В ОБ'ЄДНАНУ ЕНЕРГЕТИЧНУ СИСТЕМУ УКРАЇНИ: ВПЛИВ РЕЖИМІВ ЗАРЯДЖАННЯ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ НА ЕНЕРГОЄМНІСТЬ І ВИКИДИ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ Наталія ІВАНЕНКО, канд.техн.наук 159

ON TAKING INTO ACCOUNT THE INFLUENCE OF FUZZY PERCEPTION OF THE SPEED OF THE PASSAGE OF TIME ON THE SOLUTION OF OPTIMIZATION PLANNING PROBLEMS Євген ІВОХІН, д.ф.-м.н., Валерій ГАВРИЛЕНКО, д.ф.-м.н., проф., Катерина ІВОХІНА, PhD студент 162

МІСЦЕ ПОЗИЦІОНУВАННЯ ТА МОНІТОРИНГУ У ПІДВИЩЕННІ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ Арсен КЛОЧАН, ас., Валентина ЗАВАРЗІНА, студентка, Павло ГОНЧАР, студент 169

КООРДИНАЦІЯ ДІЙ УЧАСНИКІВ ДОРОЖНЬОГО РУХУ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЙОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ Олександр ЛАНОВИЙ, д-р техн. наук, професор 172

ПРОБЛЕМНІ АСПЕКТИ МОДЕЛЮВАННЯ ПОТОКОВИХ ПРОЦЕСІВ У НАСИЧЕНИХ ТРАНСПОРТНИХ МЕРЕЖАХ Сергій ЛИФЕНКО, аспірант (PhD студент) 177

ДОСЛІДЖЕННЯ ЧАСУ ПОДОЛАННЯ АВТОМОБІЛЯМИ ДІЛЯНОК МІЖ СВІТЛОФОРНИМИ ОБ'ЄКТАМИ НА МІСЬКИХ МАГІСТРАЛЯХ Євген ЛЮБИЙ, канд. техн. наук, Катерина ДІДЕНКО, магістр 181

ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ ПРИ УПРАВЛІННІ ТРАНСПОРТНИМИ ПОТОКАМИ Людмила НАГРЕБЕЛЬНА, доктор філософії , Аліна КОРЧЕВСЬКА, старший викладач, Інна ВИГОВСЬКА, асистент, В'ячеслав ШЕЛЕСТ, студент 185

ТЕПЛОВА СТІЙКІСТЬ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПРОВОДІВ АВТОМОБІЛЯ Степан НЄМИЙ, канд. техн. наук, доцент, І. СВІНТАЛЬСЬКИЙ, магістрант 190

ОЦІНКА ВПЛИВУ ВЕЛОІНФРАСТРУКТУРИ НА РУХ НА МІСЬКІЙ МАГІСТРАЛІ Володимир ПОЛІЩУК, д-р техн. наук, проф., Аліна КОРЧЕВСЬКА, ст. викл., Інна ВИГОВСЬКА, ас., Тетяна ДОЛІНСЬКА, магістр 194

УПРАВЛІННЯ ШВИДКІСТЮ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ тВРАЗЛИВИХ УЧАСНИКІВ ДОРОЖНЬОГО РУХУ Володимир ПОЛІЩУК, д-р техн. наук, проф., Сергій ЯНІШЕВСЬКИЙ, канд. техн.наук,доц., Оксана БІЛОНОГ, канд.техн.наук,доц. 200

ПРОБЛЕМИ ОБЛІКУ ТА НАЛІЗУ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД В УКРАЇНІ Олександр РЯБУШЕНКО, канд. техн. наук, доц., Сергій ДАНЕЦЬ, канд. техн. наук. 205

МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТННОГО ПОТОКУ НА РЕГУЛЬОВАНОМУ ПЕРЕХРЕСТІ З ВИКОСТАННЯМ СИСТЕМИ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ КОЛОМОГОРОВА Анатолій СОХАЦЬКИЙ, д-р техн. наук, проф. 210

ПРО ВИКОРИСТАННЯМ ТРОЛЕЙБУСІВ З АВТОНОМНИМ ХОДОМ У МІСТІ ДНІПРО Олександр ФІРСОВ, канд. фіз.-мат. наук, доцент, Сергій РАЗГОНОВ, канд.техн.наук 215

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ДОРОЖНІМ РУХОМ НА ПЕРЕХРЕСТІ Сергій ФЕДІН, д-р техн. наук, проф., Наталія ЗУБРЕЦЬКА, д-р техн. наук, проф. 220

СЕКЦІЯ 3 РОЗУМНІ МІСТА - БАЗОВИЙ ЧИННИК СТАЛОГО РОЗВИТКУ СУСПІЛЬСТВА 224

NON-RELATIONAL DATABASES FOR STORING TELEMETRY DATA IN ENVIRONMENTAL MONITORING SYSTEMS Anton KOVALENKO, postgraduate student 224

DESIGN OF SUSTAINABLE AND SAFE URBAN TRANSPORT SYSTEM Lidiia SAVCHENKO, Assoc.Prof., Sofiia KRUPYNA, M.S. 226

НЕЧІТКА ПРОДУКЦІЙНА МОДЕЛЬ ВИЗНАЧЕННЯ РИЗИКУ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРІОРИТЕТНОГО РУХУ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ Володимир ВДОВИЧЕНКО, д-р. техн. наук, Ігор ІВАНОВ, канд. техн. наук, Сергій ПІДЛУБНИЙ 231

СТАЛИЙ РОЗВИТОК ВАНТАЖНОГО АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ В МІСТАХ Оксана ГУЛЬЧАК, проф., Аліна КОРЧЕВСЬКА, старший викладач, Анастасія Шульга, магістр 234

РОЗУМНЕ МІСТО: РЕАЛІЇ ТА МАЙБУТНЄ УКРАЇНИ Людмила ГУРЧ, канд. ек. наук, Тетяна КУЗИК, магістр 239

ТРАНСПОРТНА ЕКОСИСТЕМА У ЗАБЕЗПЕЧЕНІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ МІСТ Світлана ІЛЬЧЕНКО, проф, Юрій КОСТЮК, аспірант 245

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ПАСАЖИРОПЕРЕВЕЗЕНЬ ЯК ЧАСТИНИ КОНЦЕПЦІЇ SMART-CITY Сергій ЗАВОРОТНИЙ канд.техн.наук 247

МОНІТОРИНГ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЯ АВАРІЙНИХ СТАНІВ В РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ SMART МІСТ Євген ЗАЙЦЕВ, док. техн. наук, с.н.с., Вікторія БЕРЕЗНИЧЕНКО, молодший н. с., Сергій ЗАКУСИЛО, аспірант, Олена КОМІСАРЕНКО, канд.техн.наук 250

КОГНІТИВНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ МОДЕЛЮВАННЯЧ СУБ'ЄКТА ГОСПОДАРЮВАННЯ ЯК НЕВІДЄМНОЇ КОМПОНЕНТИ SMART CITY Ігор КАРПУНІН, PhD студент 253

АНАЛІЗ ВИКИДІВ І ВИТРАТИ ПАЛИВА НА ПЕРЕХРЕСТЯХ ЖИТОМИРА В ПРОГРАМІ PTV VISSIM Руслана КОЛОДНИЦЬКА, канд. техн. наук, доц., Владислав ЛІЩУК, магістр, Володимир ШУМЛЯКІВСЬКИЙ, канд. техн. наук..... 255

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУВ УРБАНІЗОВАНОМУ СЕРЕДОВИЩІ Людмила КОЗАК, канд. екон. наук, проф.; Олеся ФЕДОРУК, канд. екон. наук, доц. 259

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА В МЕЖАХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ МІСТА Олександр КОШАРНИЙ, канд.техн.наук 265

СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ МЕРЕЖ КОНТАКТІВ ПАСАЖИРІВ МІСЬКОГО ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ Олексій КУЗЬКІН, д-р техн. наук, Ігор РАЙДА, ст. викл 267

АНТИКРИЗОВІ АСПЕКТИ НАДАННЯ ТРАНСПОРТНІ ПОСЛУГИ В УМОВАХ «РОЗУМНОГО МІСТА»: ПРОБЛЕМИ, ДОСВІД ТА ПЕРСПЕКТИВИ Олександр МЕЛЬНИЧЕНКО, канд. техн. наук, проф., Олександр ІГНАТЕНКО, д-р техн. наук, проф., Андрій ДМИТРИЧЕНКО, канд. техн. наук, доц. 269

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЗЕМЕЛЬ МІСТА КИЄВА Ірина НОВАКОВСЬКА, д-т. екон. наук, Микита МАЛЬТО, магістр, ... 273

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬ МІСТ В КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ Ірина НОВАКОВСЬКА, д-р. екон. наук, Олександр МАРЧУК, магістр278

ПОЛІТИКА СТІЙКОГО МІСЬКОГО ТРАНСПОРТУ: ВИКЛИКИ ДЛЯ УКРАЇНСЬКИХ МІСТ Марія ОЛЬХОВА, к. т. н., доцент, Дмитро РОСЛАВЦЕВ, к. т. н., доцент 283

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ «ОСТАННЬОЇ МИЛІ» В МІСЬКІЙ ЛОГІСТИЦІ Інна ОСАДЧУК, асистент 285

УПРАВЛІННЯ РІВНЕМ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ МІСТ ШЛЯХОМ МОДЕЛЮВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ Євген САМОЙЛЕНКО 289

РОЗРОБКА АРХІТЕКТУРИ СИСТЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ МЕГАПОЛІСУ Олексій СТЕПАНОВ, д-р техн. наук, проф., Альбіна ВЕНГЕР, аспірант (PhD студент), Сергій МИРОНЕНКО, канд. техн. наук, доц. 293

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ І КОНСТРУКТИВНИХ ФАКТОРІВ НА ТРАНСПОРТНУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ВИКИДИ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН АВТОБУСІВ ДЛЯ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ Ірина ФЕДОРЕНКО аспірант 297

ВИКЛИКИ ТРАНСПОРТНИХ ПРОБЛЕМ МІСТА Євген ФОРНАЛЬЧИК, д-р техн. наук, проф. 301

ПЕРЕДУМОВИ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ МІСТА ДУБНО Ігор ХІТРОВ, канд.техн.наук, доц. 303

ПРИКЛАДИ ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ Тетяна ХОБОТНЯ, канд. техн. наук, Денис ЗАЙЦЕВ, магістр 307

СЕКЦІЯ 4 РОЗБУДОВА ІТС В УМОВАХ ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ КРАЇНИ 312

THE WAR IN UKRAINE IS CHANGING GLOBAL LOGISTICS Maxim KOMLYK, student, Liudmyla KHARSUN, Associate Professor 313

THE ROLE OF SEA PORTS OF GREATER ODESSA IN THE "GRAIN INITIATIVE" Iryna PAVLOVA, PhD student 314

THE POST-MILITARY MODERNIZATION OF THE LOGISTICS SYSTEM IN CONSISTENT WITH EUROPEAN STANDARDS. Volodymyr POLISHCHUK, Prof. Dr.

of Sc. (Engineering); Yevgenia SHAPENKO, Ass. Prof; Svitlana KOTOV, senior lector; Danylo BEZRUK, post graduate student 317

АНАЛІТИКО-ПРОГНОСТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УПРАВЛІННЯ НА ТРАНСПОРТІ Катерина АЛЄКСЄЄНКО, ст. викладач, Юрій ПАЛЕХА, канд. істор. наук, проф. 323

ВІЙНА ЯК ЕКОЛОГІЧНА КАТАСТРОФА В УКРАЇНІ. ПРОБЛЕМА ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ ВІД ТРАНСПОРТУ Інеса ГАЛЬОНА, канд.техн.наук, Тетяна ХОБОТНЯ, канд.техн.наук, Ірина ГРАНОВСЬКА, магістр 326

АНАЛІЗ СТАЛОСТІ, СТІЙКОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ МАРШРУТІВ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ Оксана ГУЛЬЧАК, проф., Євгенія ШАПЕНКО, доц., Оксана РАЛКО, магістр 328

РОЗБУДОВА СУЧАСНИХ ІТС У ПІСЛЯВОЄННИЙ ПЕРІОД ЯК ОДИН З ГОЛОВНИХ ЧИННИКІВ ПІДВИЩЕННЯ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОЇ СТІЙКОСТІ ТА ОБОРОНОЗДАТНОСТІ УКРАЇНИ Віктор ДАНЧУК, д-р. фіз.-мат. наук, проф., Ольга КУНИЦЬКА, канд. техн. наук, доц. 333

РОЗВИТОК СЕКТОРУ РОЗУМНОГО ОСВІТЛЕННЯ МІСТ ТА ДОРОЖНЬОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ЯК НАПРЯМ ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ МІСТ УКРАЇНИ Ольга КУНИЦЬКА, проф., канд.техн.наук, Євгенія СУРКОВА, магістр 336

СТАЛА МІСЬКА МОБІЛЬНІСТЬ М. ХАРКОВА – ПІСЛЯВОЄННЕ ВІДНОВЛЕННЯ Ірина ЛИННИК, проф., Олександр ЗАВАЛЬНИЙ, проф., Катерина ВАКУЛЕНКО, доцент, Дмитро БУРКО, доцент 340

ЗАГРОЗИ ІНФОРМАЦІЙНІЙ БЕЗПЕЦІ У МІКРОКОНТРОЛЛЕРНИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТОМ Вадим МАЛІНОВСЬКИЙ канд.техн.наук, Леонід КУПЕРШТЕЙН канд.техн.наук, доцент 344

ПІДХІД ДО НЕЙРОМЕРЕЖЕВОГО УПРАВЛІННЯ НЕСТАЦІОНАРНИМ ОБ'ЄКТОМ Юрій МЕЛЬНИК, дтн, снс 350

ІННОВАЦІЙНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ МІКРОСЕРВІСНОЇ АРХІТЕКТУРИ Андрій ПРИГОДА, аспірант кафедри цифрової економіки та системного аналізу 352

МЕТОДИКА КОРЕГУВАННЯ НОРМ РОЗХОДУ ПАЛИВА ДЛЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ЦИСТЕРН В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОЇ НЕБЕЗПЕКИ Нінель СЕЛІВАНОВА, асистент, Анна ВАСИЛЬЄВА бакалавр. 355

ВИБІР ПЕРЕВІЗНИКА В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ Світлана ШИРЯЄВА, канд.тех.наук, доц., Ірина ДЯЧЕНКО, аспірантка 357

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗРАЗКІВ ПЛИТ НЕЗМІННИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ОПАЛУБОК З НАПРУЖЕНОЮ АРМАТУРОЮ ДЛЯ ПЛИТ ТРАНСПОРТНИХ СПОРУД Артур ОНИЩЕНКО, доктор техн. наук, проф., Дмитро КОТ, старший викладач……362

ВСТАНОВЛЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗАХИСНИХ ЕКРАНІВ ПРИ ШУМОВИХ НАВАНТАЖЕННЯХ НА ТРАНСПОРТНИХ СПОРУДАХ Сергій ЛАСЛОВ, магістр……365

ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО ТОНКОГО ПОКРИТТЯ НА ТРАНСПОРТНИХ СПОРУДАХ Олександр ФЕДОРЕНКО генеральний директор 369

СЕКЦІЯ 1

Транспортні технології та розумна логістика

SMART LOGISTICS WITHIN THE FRAMEWORK OF THE CONCEPT OF CYBER-PHYSICAL SYSTEMS

Viktor DANCHUK[1], Prof. Dr. of Sc. (Ph.-Math.),Christian WEIß[2], Prof. Dr.,Vitaliy SVATKO[1], Dr.

[1] National Transport University (Ukraine)
[2] Hochschule Ruhr West University of Applied Science (Germany)

Keywords: Cyber-Physical System, Smart Logistics, Intelligence Transportation System, optimization, Artificial Intelligence methods.

Introduction

The most effective solution to the problems associated with accelerated motorization under modern conditions is the implementation of the concept of Smart Logistics, namely the development, implementation and application of Intelligent Transportation Systems (ITS), where the effective use of modern intelligent technologies of the Internet of Things (IoT), blockchain (BC), Big Data (BD) and Artificial Intelligence (AI).

However, fundamental and applied theoretical research on Smart Logistics today is largely fragmented, since it is carried out by scientists in different subject areas. These research activities are aimed at solving problems of practical application in various, at best related, sectors of the innovative development of society. Therefore, these scientists have a different vision of ways to improve the efficiency of functioning and development of Smart Logistic, which leads to the formation of different approaches.

In addition, the use of intelligent information technologies for the effective organization, optimization and management of logistics processes for the implementation of freight and passenger transportation in real time with a large and variable workload of the automotive urban road network (URN) is episodic and imperfect. One of the important reasons for this is the lack of adequate methods for discrete optimization of routes with dynamic updates that take into account the real dynamics of traffic flows (TF) on sections of URN.

Purpose of the study

The purpose of the study is to carry out a comparative analysis of existing concepts of the functioning and development of Smart Logistic. In addition, within the concept of the Cyber-Physical Systems (CPS) test studies carry out to determine the most effective methods for optimizing of logistics flows in real time, taking into account the non-stationary dynamics of TF.

Presentation of the main material of the study

Fundamental and applied theoretical studies of the functioning and development of Smart Logistics within the framework of the currently existing concepts of ITS, IoT, PI (Physical Internet), CPS technologies are largely disparate, which often leads to different interpretations of the entity for processes in Smart Logistics and, accordingly, to different visions of ways to improve its efficiency (see, for example, [1 – 4]). In addition, it should be noted that with the development of relevant innovative technologies, in particular, IoT, AI, BD, BC, the essence of a particular Smart Logistic development concept is evolving, bringing their closer to each other [1 – 4].

CPS is a new intelligent complex system that integrates physical and cybernetic components at a deep level. Here, continuous real-time monitoring, modeling (including simulation) and forecasting, analysis and control of physical objects and processes are implemented through a combination of telecommunication and information management technologies, as well as deep (intelligent) computing, storage, processing, exchange and protection of data. The CPS concept was proposed in 2006 [2], and currently its implementation covers various areas of human activity: manufacturing, construction, energy, medicine, etc., where new functionalities are provided to improve the quality of life, achieve technical progress, and therefore they are essential affect the world economy. One of the main areas of its application is the transport industry and logistics.

Historically, the first concept for the effective implementation of Smart Logistic is the concept associated with ITS. The same concept remains the main one at the present time. At the stage of its formation, starting from 1986, ITS was considered by the Mobility 2000 group of scientists headed by Joseph M. Sussman [5] as a decision support system (DSS), which combines information and telecommunication technologies (ICT), to organize the movement of TF, increase the throughput of transport infrastructure, traffic safety, psychological comfort of passengers, environmental sustainability. In this case, as a rule, a person acts as an intelligent agent.

With the development of innovative technologies IoT, BD, BC, AI, PI, the essence of the interpretation and purpose of ITS is evolving, which currently brings ITS closer to the essence of the CPS concept as intelligent automatic (without human intervention) control systems for physical objects and processes of various nature.

Indeed, ITS in modern conditions, in our opinion, should be considered as an implementation of the CPS concept in the field of transport systems, including Smart Logistics. At the same time, ITS represents an extremely complex CPS in the context of DSS information support in the management, which is due to the need to collect, process, transfer large arrays of heterogeneous data in spatially distributed heterogeneous systems, use spatial and temporal information in a multi-scaled information space. Accordingly, resent ITS technologies, as CPS, combine such interconnected and interpenetrating technologies as computer systems, embedded systems (smart sensors, PI infrastructure objects (π-containers, π-movers, π-nodes) etc.), wireless sensor networks, network management systems, IoT, AI, BD, BC, intelligent control systems for transport objects and processes.

The ITS architecture within the framework of the CPS concept generally includes a physical layer, a network layer (cloud network) and an application layer. The physical layer refers to sensory devices, actuating devices (both including smart versions) and a wireless or wired ITS network unit that are closely related to the physical environment (vehicles, participants in transport processes, cargo (including those organized as objects of PI infrastructure), infrastructure elements of transport systems, etc.)). The network layer implements the interconnection and interoperability of devices to ensure data transfer and resource utilization in the ITS. The characteristics of the cloud platform allow to effectively integrate data into the data transfer process. Accordingly, the intelligent DSS in the context of Smart Logistic in the case of ITS as a CPS mainly consists of a hardware layer, a cloud platform and an application layer for carrying out intelligent deep computing, and is designed to determine the optimal logistics path in the process for transportation of cargo or passengers in real time, taking into account the impact of the physical environment (changing dynamics of TF, controlling the provision of conditions for the transportation of goods, meteorological and environmental conditions, etc.).

As noted above, in the process of evolution, the development of technologies that currently ensure the functioning of the CPS leads to their interpenetration and integration, bringing the concepts of their creation essentially closer to the CPS concept. For example, information networks based on information and communication technologies and IoT provide extensive data on urban freight transport systems that require the use of BD technologies for their collection, processing and transmission [3]. Accordingly, the protection of the received information additionally requires the use of BC technologies. PI combined with AI, both integrated based on embedded systems enables real-time decision making for adapting to urban environments with online communication and connected PI system elements such as π-containers (parcels, pallets), π-movers (vehicles, CAVs, UAVs) and π-hubs (shops, warehouses) [3].

Particular attention is drawn to the problem of gnosiological connections and differences in understanding the essence of CPS and IoT technologies. The IoT concept was formed in the 90s of the last century and at the initial stage was considered as a telecommunications paradigm of the global Internet network, consisting of interconnected physical devices with radio frequency identification (RFID tags) with built-in sensors, and software, which allow identification and monitoring functioning of objects, to transfer and exchange data between the physical world and computer systems using standard communication protocols [2]. As IoT has developed and PIs have

emerged and developed, in particular, the emergence of smart sensors and actuators, smart PI-cargoes, etc., IoT technologies have improved, providing strong technical support for CPS research [2]. In recent years, thanks to deep research and understanding of IoT and CPS processes, their development shows a trend towards mutual integration [2].

Therefore, it can be noted that at an early stage in the development of IoT and CPS, there are two different parallel development paths. As the analysis shows [2], at present, CPS can be considered as an evolution of IoT, IoT as the initial stage of CPS application. At the same time, at the present stage of development, in case of IoT pays special attention to network connectivity and obtaining information about physical objects during intelligent identification, positioning, tracking and control. While in CPS, the emphasis is on real-time feedback control of transport processes and objects [2]. In IoT, the information of the main physical objects still requires human intervention, and the requirements for autonomous interaction are low. At that time, in CPS with feedback control, human participation is significantly reduced, which requires that there is strong autonomous interaction in CPS [2].

Such a state of modern development of the concepts of IoT and CPS often leads to ambiguity in the interpretation of the chosen approach to conducting research, in particular, the problems of Smart Logistics and to interpreting the results of these studies. So, for example, in [2], on the basis of the decision-making model on the logistic path declared by the author of CPS, a study was made of choosing the most effective method for optimizing the path of cargo delivery within the framework of the traveling salesman problem (TSP). Here the author compared the results of discrete optimization of the logistics route, which were obtained using such intelligent methods as the method of simulated annealing (SA), genetic algorithm (GA) and the classical ant colony algorithm (ACA) for an array of 31 points according. In this case, the optimization was carried out according to two criteria: the shortest transportation distance and convergence rate solutions. Based on the obtained results, the author proposes an intelligent system for making decisions about logistics routes for CPS, which uses the ant colony algorithm to calculate the shortest path for the logistics of transporting goods according to the distance criterion. During transportation, the Control Center determines the location of the truck using GPS and sends the order to the destination [2]. Within the framework of such interpretation here, in our opinion, mainly the IoT model of intelligent decision-making about the logistics path is implemented, since there is no possibility of managing the logistics by online mode influenced by changes in the external environment during cargo transportation: for example, when changing the characteristics of the dynamics of the TF, namely increased load on the URN sections, traffic jams, traffic incidents, etc., although this should be a necessary attribute for the management process within the framework of the CPS concept.

As the analysis shows, the AI algorithms presented in [2] cannot solve the problems of modeling the optimal route with dynamic updating under the influence of changing environmental characteristics. In [6], a modified ACA (ACAmod) was proposed, in which, unlike the classical ACA [7], ant agents in the graph can move asynchronously with certain (even different) speeds, and it is also possible to fix the results of optimization of a partially traveled path for the possibility optimization of the further route when the length of the graph edges changes during the movement. This makes it possible to carry out simulation modeling of route optimization in real time, taking into account the real dynamics of the TP in sections of the transport network, where ant agents, like cars, move at certain speeds that correspond to the average speeds of the TP in these sections. Thus, this approach makes it possible to implement in Smart Logistics the CPS concept to a greater extent in order to form a decision-making model on the optimal logistics path according to the route travel time criterion.

To determine the most effective method for optimizing the logistics path in real time for the implementation of freight traffic in the conditions of non-stationary dynamics of the TF, in the paper test studies of discrete optimization route in the framework of the TSP problem were carried out using some AI methods (GA, evolutionary SA (ESA), ACA and ACAmod). These optimization algorithms were applied to a set of well-known test problems for TSP: Oliver30, Eilon50, Eil51, Berlin52, St70, Eilon75, Eil76, KroA100, Eil101, Pr107, Pr124, Pr136, Pr144 and Pr152 [8]. The

numbers in the title of each of these problems indicate the number of points for which it is necessary to build the optimal bypass route. Consequently, during testing, the smallest number of points was 30, the largest was 152. The criteria for choosing the most effective optimization method when conducting a comparative analysis of the research results were the deviations of the optimal distance obtained using the corresponding method, from the best known result for each of the test problems, as well as the time convergence of the solution.

Data on the results of the work of GA and ESA are taken from open sources [8]. In the paper, test TSPs were calculated using the classical ACA [7], as well as the modified ACAmod [6] developed by the authors with specially selected most optimal values of the parameters of these algorithms, which took the same values.

Figure 1 - Results of test simulation for TSP by AI methods

Table 1 - Results of test simulation for TSP by AI methods

Name of the test task	Number of nodes	Best known value (m)	Classic ant colony algorithm (ACA)		Genetic algorithm (GA)		Evolutionary annealing algorithm (ESA)		Modified ant colony algorithm (ACA mod)	
			Result, m (deviation)	Time (c)	Result, m (deviation)	Time (c)	Result, m (deviation)	Time (c)	Result, m (deviation)	Time (c)
Oliver30	30	420	420 (0.0%)	0,4	420 (0.0%)	0,2	420 (0.0%)	0,7	420 (0.0%)	0,4
Eilon50	50	425	427.4 (0.6%)	1,5	426 (0.2%)	1,2	427 (0.5%)	2,2	427.4 (0.6%)	1,4
Eil51	51	426	428.1 (0.5%)	1,7	427 (0.2%)	1,7	426 (0.0%)	2,1	426 (0.0%)	1,5
Berlin52	52	7542	7542 (0.0%)	2,1	7542 (0.0%)	2,4	7542 (0.0%)	2,3	7542 (0.0%)	1,8
St70	70	675	679.1 (0.6%)	3,9	675 (0.0%)	4,2	675 (0.0%)	4,5	679.1 (0.6%)	3,3
Eilon75	75	535	547.4 (2.3%)	4,5	550 (2.8%)	5,6	545 (1.9%)	5,4	541.2 (1.2%)	3,8
Eil76	76	538	548.1 (1.9%)	5,1	545 (1.3%)	5,6	546 (1.5%)	5,8	545.8 (1.4%)	4,4

KroA100	100	21282	21445.3 (0.8%)	10,6	21350 (0.3%)	9,9	21282 (0.0%)	14,0	21388.6 (0.5%)	9,1
Eil101	101	629	646.4 (2.8%)	13,1	655 (4.1%)	10,6	650 (3.3%)	16,3	633.2 (0.7%)	11,1
Pr107	107	44303	44793.8 (1.1%)	12,1	44392 (0.2%)	10,8	44413 (0.2%)	16,7	44428 (0.3%)	10,2
Pr124	124	59030	59412.1 (0.6%)	18,5	59030 (0.0%)	17,3	59030 (0.0%)	23,1	59122.5 (0.2%)	15,5
Pr136	136	96772	99351.2 (2.7%)	23,4	98432 (1.7%)	23,8	98499 (1.8%)	29,5	97541.3 (0.8%)	19,7
Pr144	144	58537	58876.2 (0.6%)	30,3	58599 (0.1%)	32,8	58574 (0.1%)	33,9	58712 (0.3%)	25,6
Pr152	152	73682	74676.9 (1.4%)	31,0	74520 (1.1%)	33,4	74172 (0.7%)	39,5	74231.5 (0.7%)	26,1

The results of test studies of discrete route optimization in the framework of the TSP problem using the indicated AI methods by the criterion of the solution convergence time and deviation from the best known distance value are shown in Fig. 1 and Table 1, respectively.

As can be seen from Fig. 1 and Table 1, the most effective method for optimizing logistics flows in Smart Logistics among the AI methods presented in this paper is ACAmod. Its use allows to reduce the search time for the optimal solution by an average of 15% and in most cases to obtain better path optimization results.

Thus, the results of test studies have shown that, within the framework of the CPS concept, the most appropriate method for optimizing logistics flows in the implementation of freight traffic, taking into account the non-stationary dynamics of the TF, is the modified ant colony algorithm ACAmod.

Conclusions

Based on the results of a comparative analysis of the concepts of operation and development of Smart Logistic, it was described that the corresponding fundamental and applied theoretical research within the framework of the currently existing concepts of ITS, IoT, PI, CPS technologies are largely disparate. This often leads to a different interpretation of the essence of processes in Smart Logistics and, accordingly, to a different vision of ways to improve its efficiency.

It is shown that at present ITS is the most developed concept for the implementation of Smart Logistic and, in its essence, approaches the essence of the CPS concept as intelligent automatic (without human participation) control systems for physical objects and processes of various nature. Within the framework of the CPS concept, through test studies using various AI methods (GA, ESA, ACA and ACAmod), it was determined that the most effective method for optimizing the route of freight traffic is ACAmod, which allows dynamic routing of logistics flows in real time, taking into account the non-stationary dynamics of TF.

One of the promising areas for further research, the authors consider the creation of an intelligent system for supporting decisions on transport and logistics management of freight traffic in real time taking into account the influence of external factors of various nature on the transportation processes. The creation of such a system should be based on a modern interpretation of the concept of ITS as a CPS for Smart Logistics. .

References

1. E. Taniguchia, R. G. Thompson, Ali G. Qureshic, “Modelling city logistics using recent innovative technologies”, Transportation Research Procedia, v. 46, 2020, p.p. 3–12. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.03.157

2. Ning Zhang, “Smart Logistics Path for Cyber-Physical Systems With Internet of Things”, IEEE ACCESS, v. 6, p.p.70808 – 70819, 11 Nov. 2018, DOI: 10.1109/ACCESS.2018.2879966.

3. A. Nikitas, K. Michalakopoulou, E. Tchouamou Njoya and D. Karampatzakis, “Artificial Intelligence, Transport and the Smart City: Definitions and Dimensions of a New Mobility Era”, Sustainability, v.12, N 2789, p.p.1 – 19, 2020, https://doi.org/10.3390/su12072789

4. E. Hofmann, M. Rüsch, “Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics”, Comput. Ind., v. 89, p.p. 23–34, 2017, https://doi.org/10.1016/j.compind.2017.04.002

5. Joseph M. Sussman. Perspectives on Intelligent Transportation Systems (ITS), Springer Science+Business Media, 232 p., 2005.

6. V. Danchuk, O. Bakulich, V. Svatko, “Building Optimal Routes for Cargo Delivery in Megacities”, Transport and Telecommunicationthis, v. 20, N2, pp. 142–152, 2019, DOI: 10.2478/ttj-2019-0013.

7. M. Dorigo, G. Di Caro, “The ant colony optimization meta-heuristic”, In: Corne, D., Dorigo, M., Glover, F. (eds.) New Idea in Optimization, McGrow-Hill, London,1999, pp. 11–32.

8. E. Osaba, X.-S. Yang, F. Diaza, P. Lopez-Garcia, R. Carballedo. “An improved discrete bat algorithm for symmetric and asymmetric Traveling Salesman Problems”, Engineering Applications of Artificial Intelligence, v. 48, Issue C, pp. 59–71, 2016, https://doi.org/10.1016/j.engappai. 2015.10.006

LOGISTIC INNOVATIONS AND PROSPECTS OF THEIR DEVELOPMENT IN UKRAINE

Kateryna HILEVSKA[1], cand. Sc. (Technology), Oleg SOKULSKY[2], cand. Sc. (Technology), Iryna PROTSUN[1], master student, Oleksandra LIFANCHUK[1], master student

[1]National Transport University (Ukraine)
[2] National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Keywords: innovations in logistics, digital technologies, Internet of Things, smart logistics, smart approach, cloud computing, big data analysis

Introduction

Currently Ukrainian logistics market lags in terms of infrastructure development, IT tools, quality and equipment novelty, and other smart logistic components. The situation of insufficient modern technology employment can be seen even among major players in this market. To achieve a global and competitive level, Ukrainian logistics requires serious investments in digitalization, automation, and robotization of processes. Without them, it is difficult to work with large databases, however, such implementations should be concluded gradually and address all components of the logistics chain, ranging from simple processes to complex solutions.

The aim of the work

The analysis of theoretical and methodological foundations of smart logistics concept formation in enterprise`s management and application of innovative methods in logistics and supply chain in Ukraine.

Presentation of the main research material

Today, the information logistics flows optimization is rejecting manual control in favor of automation using applications and services. This approach is a modern trend and is frequently used in European countries. The practical application of such solutions is a prerequisite for the sustainable development of Ukraine.

The most common digital technologies in logistics and supply chain management include the Internet of Things, big data, cloud computing, block chain, artificial intelligence, 3D printing, automation, robotization, and others [1-5] .

The research [1] presents the source list analysis results regarding the frequency of innovation application in logistics and supply chain management. The trend of allocating places among digital technologies for their use in logistics and supply chain management is in line with the existing global trends in the prevalence of digital technologies in logistics and supply chain management,

both for individual companies and for the industry.

Since the simultaneous implementation of logistics innovations in Ukraine at all levels and a type of logistics is quite capital-intensive and costly, let us focus on digital technologies that are paramount, which is noted by Ukrainian and foreign researchers.

Following the [1], we present a graphic representation of the smart innovation global usage (Picture 1) and conclude an in-depth analysis of those that are of particular importance for Ukraine.

It is important to note the complexity of adapting local business processes to such rapid changes, among which it is difficult to immediately identify those (technologies) that are important and can significantly affect the functioning of logistics processes and those that are temporary and insignificant. Particularly, this is due to constant changes in the field of digital technologies, their rapid development, and the complexity of adaptation.

However, those of the most interest for usage by logistics companies on the local logistics market of all existing now and in the near future are technologies that are associated with logistic information flows, such as the internet of things, big data, cloud computing, and block chain.

Picture 1– The diagram of the use of innovations in logistics by the frequency of their employment and mentioning in the list of specialized sources.

These technologies associated with logistic information flows can be used in the following types of logistics: procurement, production, distribution, marketing, warehousing, transport, information, financial, and reverse (Picture 2). At the same time, the functional areas of logistics where the largest number of digital technologies are used or can be used are production, warehousing, and transport logistics.

Picture 2– Digital technologies by use by type of logistics

The Internet of Things (IoT) in the field of transport and logistics is often used and extended to all aspects of transport systems, namely the vehicle, infrastructure, and driver or user, and is the base technology for fleet tracking and management software. Data collection devices installed on vehicles or mobile devices can transmit important information to the software's web platform provided through secure cellular networks. The dynamic interaction between these components of the transport system provides communication between and within vehicles, intelligent traffic control, intelligent parking, electronic charging systems, logistics and fleet management, vehicle management, road safety, and assistance as represented on the proposed scheme of transmitting digital information using IoT (Picture 3).

Picture 3– Scheme of transmitting digital information using IoT

The use of IoT technologies for the logistics sector is a competitive advantage. Their implementation allowed the logistics business to change the way it operates and get high results. We will explore the four components which a typical logistics company is based on [2]:

1) Communication systems. Ensures constant communication between logistics managers and truck

drivers. Mobile phones were used to strengthen communication between these participants and exchange information that could affect the delivery of goods.
2) Vehicle tracking. Using GPS tracking tools, logistics networks track their trucks and estimate the approximate delivery time.
3) Supply chain monitoring systems. Logistics companies manage the complete supply chain process from the collection of raw materials to the distribution of finished products.
4) IT security. Security threats in the system affect companies in the logistics direction, so IT security is important for them to protect valuable data from external cyber attacks.

Applications of IoT in the logistics sector: in the field of hashing and route management, inventory tracking and warehousing, CBM and breakdown prevention, IoT and block chain for digital BOL, and drowning and unmanned vehicles, using drones.

Big data is a term used to describe large and complex data sets that cannot be managed by traditional data processing software. These datasets can be either structured or unstructured. Structured data is predefined, searchable, and easy to analyze. They are usually numerical. On the other hand, unstructured data is information that has not been structured in a predetermined way and cannot be processed or analyzed using conventional data tools. It can be either textual or non-textual. The big data analytics process involves identifying, collecting, cleaning, consolidating, disseminating, analyzing, visualizing, and disseminating data, etc. (Picture 4).

Picture 4– Big Data Analytics Steps

Big data can be used in logistics companies for optimization of the route, "last mile" processes, tracking the transportation of goods, warehouse management, maintenance, and perishable cables, customer service improvement, verification and standardization of addresses, prognosis service, with strategic network planning, planning operational power.

Cloud computing is a new way to store and access data and applications over the Internet. It revolutionized logistics by providing a more efficient and cost-effective method of managing operations. Cloud systems allow the scale of logistics tools and pay only for what is used. It can be done without developing and maintaining its software. Storing data in the cloud can be a significant factor in reliability [3].

Cloud computing is a model for providing ubiquitous, convenient on-demand network access to a common pool of computing resources (for example, networks, servers, storage, programs, and services).This model contains five main characteristics, three service models, and four deployment models (Picture 5).

Picture 5 – Applications of cloud computing in logistics

Cloud computing services can be deployed in one of three ways, known as the cloud computing stack, also known as the benchmark model of cloud computing: infrastructure as a service (IaaS), platform as a service (PaaS), and software as a service (SaaS). These models offer a growing abstraction; The IaaS represents the lowest level of abstraction, and the SaaS represents the highest.

The advantages of using cloud technologies are:

- self-service on demand, and the consumer can automatically unilaterally use computing capabilities;
- accessibility of the network through the network and standard mechanisms;
- combining resources through which suppliers' computing resources are combined to serve multiple consumers using a multi-customer model;
- speed and elasticity of providing the necessary resources, sometimes automated;
- measured service in which cloud systems automatically control and optimize the use of resources, using measurement capabilities at a certain level of abstraction corresponding to the type of service [4].

Blockchain is a protocol for the exchange of information (currency) on the Internet without the participation of intermediaries, which stores information on all transactions of system participants in the form of a "block chain" that cannot be erased [5]. Access to the registry is available to all Block chain users who act as collective notary who confirms the information in the database. The program can be used for financial transactions, user identification, the creation of cyber security technologies, etc.

Conclusions

The introduction of technological innovations in the field of logistics will provide new opportunities for development and help maintain competitiveness for enterprises in future. Interaction and optimal management of virtual material and information flow should ensure the introduction of digital technologies. Their usage in enterprises of various activities makes it possible to ensure an appropriate level of information security when working with data and to intensify the analysis of large amounts of information achieved through the use of cloud computing, IoT, and block chain.

References

1. Fomichenko I.P. Smart logistics: conceptual foundations and prospects of development in Ukraine / I.P. Fomichenko, S.O. Barkova // Economic Bulletin of Donbass. - 2020. - № 1 (59). - pp. 63-71. URL: http://evd.luguniv.edu.ua/index.php/evd/article/view/122/123;

2. Gillis, Alexander (2021). "What is internet of things (IoT)?". IOT Agenda. Retrieved 17 August 2021. URL https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/Internet-of-Things-IoT ;

3. Weisser, Alexander. International Taxation of Cloud Computing. Editions

Juridiques Libres, 2020 - ISBN 978-2-88954-030-3.
4. Wesley Chai, Stephen J. Bigelow, 2021 “What is public cloud? Everything you need to know” URL: https://www.techtarget.com/searchcloudcomputing/definition/cloud-computing
5. Moklyak M.V. Technology Blockchain inthe Logistic system of the enterprise / Haustova E.O. // Priazovsky Economic Bulletin – 2018. - No1 (06). – PP 66-69. URL: http://pev.kpu.zp.ua/journals/2018/1_06_uk/14.pdf

LOGISTICS OF THE FUTURE: LEVERAGING ADVANCED TECHNOLOGIES IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

Olga KUNYTSKA, Prof.

National Transport University (Ukraine)

Keywords: sustainability, supply chain, logistics, city logistics, supply chain redesign

Abstract

Sustainability in supply chains is a crucial component that allows the system to function in its daily routine and during extreme deviations, such as during a COVID-19 pandemic. The impact of a pandemic often requires adaptation of the supply chain, making it a more complex system that involves an assessment of system sustainability for future changes. The crisis caused by COVID-19 prompts businesses to rethink their existing supply chains with a focus on more adaptive and flexible systems.

The main research material

The impact of COVID-19 worldwide is considered significant - both on the way humanity lives in general and the functioning of transport systems in particular. Order formation and fulfilment, warehouse operations, changes in demand, and production performance are just some aspects of the supply chain (SC) affected by the COVID-19 pandemic. The supply chain is a vital element in any industry. At the same time, it is difficult to manage as it often involves a significant number of participants - a network of suppliers, manufacturers, production centres, distribution centres and warehouses.

When many countries imposed border closures at the beginning of the COVID-19 pandemic, this led to SC disruption worldwide [1, 2]. In Europe, some countries faced severe food shortages due to border closures with food-producing countries such as France [3]. In the United States, the demand for automobiles plummeted, leading to an 80 per cent drop in automobile parts exports from China [4]. In addition, disruptions in the supply of auto parts have also affected the supply of cars in Europe.

At the same time, supply disruptions led to critical fluctuations in demand - an increase due to panic buying or, conversely, a complete withdrawal of products. The consequence has been disruption to SC and the need to develop new strategies to mitigate the effects of the pandemic and adapt to the new operating environment.

The impact of the pandemic has shaped the demand for process automation in manufacturing logistics and the context of Industry 4.0 and the Internet of Things (IoT). Automation and the application of artificial intelligence are general themes in manufacturing, transport and logistics - from autonomous cars and trucks to improving employee ergonomics, for example, in processing and executing production processes [5]. With I4.0, expect new "smart manufacturing" based on the digitalisation of all processes, characterised by high production flexibility through reconfigurable

mechanisms [6]. The digital economy has changed the usual market patterns and is increasing its participants' competitiveness. Digitalisation determines the growth prospects of companies, industries and national economies. The emergence of digital players has already changed the face of entire industries. Manufacturing supply chains require modern approaches in supply, development and creation of large volumes of inventory while maintaining quality and delivery times, which pose new challenges to participants [7]. The automotive industry is pioneering the relative use of automation technology, enabling just-in-time concepts and I4.0 innovation [8].

In [9], the importance of a multidisciplinary approach to HCI settings in manufacturing logistics is discussed. The authors identify the following factors as specific barriers to automation: (a) processes and technologies, (b) workforce acceptance and motivation, and (c) competence.

To neutralise these factors, distinctive features for achieving HCI effectiveness in manufacturing logistics are established:

- People must be included in every stage and project of automation to increase efficiency. Despite the widespread development of IoT and I4.0 concepts, not all implementation efforts will be profitable. Thus, the research needs to differentiate between the promising HCI approaches to manufacturing logistics automation is crucial for automation success.

- The concepts of HCI and HRI often refer to the direct (ergonomic) interaction between humans, robots and cobots. Therefore, a simulation study with separate tasks (traffic management, vehicle control) of humans and robots is a new approach to human-computer interaction on an "equal level". Simulation results suggest that hybrid decision-making models may be more effective than human- or robot-only approaches.

- Human resistance to automation and AI or robot applications is strong and varies in the degree of acceptance. Consequently, managerial approaches to HCI in manufacturing logistics should include human intuition and resistance issues [9].

An epidemic with prolonged disruptions with a ripple effect and a high level of uncertainty is a particular risk for SC. The following components characterise these risks: (a) disruptions are long-term, and scaling is unpredictable; (b) SC disruptions have a ripple effect and (c) disruptions in demand, supply and logistics infrastructure occur simultaneously [10].

However, the supply chain challenges companies face due to COVID-19 and mitigation strategies are mainly absent from the current global supply chain debate [11].

The COVID-19 pandemic has not only disrupted SC but has also affected relationships between levels in networks in many ways. The problems encountered in supply chains as a result of the impact of the pandemic have forced supply chain managers to rethink their strategies to avoid similar disruptions in the future. For example, (a) firms are changing their sourcing strategies from global to local [12, 13], (b) according to [14], the pandemic may change the power distribution dynamics in supply chains, (c) supply chains should become more resilient [14, 15] and (d) firms are changing their inventory management strategy [16]. The analysis carried out in [11] allowed us to formulate 10 major challenges facing supply chains as a result of COVID-19 (Table 1).

Table 1. Challenges in supply chains

Uncertainty of demand	Due to changes in purchasing behaviour, irregularity and inconsistency in order, including reduced consumption of high-value goods, lack of awareness of COVID-19 and refusal to consume certain foods, leading to disruption of demand.
Unstable supply	Limitations and uncertainty on the supplier's part, combined with volatility in prices and quantities of raw materials needed, lead to supply inconsistencies.
Material shortages	Material shortages in the market due to surges in demand caused by panic buying, including a lack of imported goods due to a nationwide lock-in situation.
Delay in delivery	Restrictions on imports and local transport, combined with specific

	routes involving detours due to exclusion zones, slow the movement of goods, increasing delivery times, and leading to delivery delays as a barrier in the supply chain.
Acceptance of sub-optimal substitutes	Closure of transactions with suppliers and the availability of sub-optimal alternatives/substitutes in the market, forcing organisations to procure such options, giving low quality, rework and other supply chain problems.
Labour shortages	The restrictions imposed have led to lower wages, lack of jobs and subsistence problems, forcing skilled workers to migrate or migrants to return to their home countries, resulting in labour shortages and being a significant obstacle to an efficient supply chain in the economy.
Suboptimal production	Placement of production centres in regions designated as red (restricted) zones, the complete closure of which has resulted in restricted production activities. In addition, uncertain demand and erratic supply have led to the production of a sub-optimal range of products, further complicating the supply chain.
Limited capacity (storage)	Diminished consumer optimism and lack of demand for high-value non-essential commodities led to stockpiling in warehouses and distribution centres, which resulted in a working capital blockage. capital and liquidity problems.
Lack of vehicles and delays	The lack of commercial trucks on key routes, and stringent export and local transportation restrictions combined with delivery routes in restricted areas have resulted in a lack of vehicles and delays in delivery, which is a barrier in the supply chain.
Delivery problems at the last mile	Some urban areas, where most of the population lives, are classified as restricted areas. Changing routes to bypass these zones results in travel delays. Local and state regulations and delays related to e-ticket issuance, compliance and validity, contribute to last-mile delivery problems.

A key feature of SC failures during epidemic outbreaks is their rapid spread across many geographical regions. Examples include SARS, MERS, Ebola, swine flu and COVID-19 coronavirus. This has prompted research into the resilience and sustainability of supply chains as a critical attribute of transport networks and related SC [17]. Resilience is a prerequisite and objective of any decisions made in transport planning and management.

When unprecedented global health challenges and large-scale shocks occur, sustainability is very much in demand. Thus Ivanov [10] studies SC in terms of resilience during a failure due to a pandemic outbreak, how long a failure can last and how long it may take for SC to recover. It was found that the site opening/closing factors, the time of propagation of the disruption, and the preemptive time, significantly affect the SC resilience. Liu et al. [18] demonstrated Asian pandemic resilience strategies in interconnected SC. The different SCs (electronic, automotive, grocery) are significantly interlinked, and any disruption spreads extensively. For example, the interruption of a Chinese supplier led to the shutdown of the Hyundai car plant in South Korea. Baral et al. [19] presented a model for the survival of sustainable supply chains during the COVID-19 pandemic. SC performance measurement under uncertain conditions, SC positioning, SC administration and SC cooperation were found to be some of the basic constructs.

Supply chain redesign

Several steps must be taken to reduce supply chain risks and improve sustainability. Relocating the source of supply or production, localising, locating and diversifying suppliers and other levels of SC are effective strategies for resilience and sustainability. For example, Sharma et al. [20] suggested that the localisation of SC could help cope with food shortages and waste during the next likely pandemic. In addition, Ivanov and Das [21] proposed a semi-active local supply and

market. For example, 10-20 % of the total supply and market could be localised and then increased to 70-80 % in a global crisis.

In the case of supply chain redesign, it is advisable to assess the decisions' sustainability. Sustainability and the complex nature of decision-making necessitate integrated assessment tools due to the complexity of systematically recording and managing all the information needed to make effective decisions.

Multi-criteria decision analysis (MCDA) tools set directions by considering the different components of sustainability, i.e. economy, environment, society, and transport system. However, developing an integrated tool becomes even more challenging when other types of stakeholders are involved in the decision-making process. In this case, the MCDA is transformed into a multi-stakeholder MCDA capable of incorporating the different perspectives of stakeholders into the assessment process.

The Logistics Sustainability Index (LSI), in its formulation, is an integrated assessment tool capable of quantifying the overall performance of a logistics system according to different criteria and viewpoints. For this reason, it can be a valid index for implementing a multi-stakeholder MCDA in a specific sector. LSI is developed using a bottom-up approach that starts with assessing key performance indicators, which will be combined into weighted composite indicators for each impact area and finally into a unique synthetic index. The index can be used when a comparison between the current state and a potential scenario is required or when two possible scenarios need to be compared. The LSI can jointly assess one or more impact areas [22].

Conclusions

Today, as part of their transport systems, most cities have to deal with pandemics' impact on supply chain coherence and resilience. This is done using various advanced technologies and approaches, the viability of which is important to assess as part of system-wide operations.

References

1. Moosavi, Javid, Amir M. Fathollahi-Fard, and Maxim A. Dulebenets. "Supply chain disruption during the COVID-19 pandemic: Recognizing potential disruption management strategies." International Journal of Disaster Risk Reduction, 2022.

2. Rozhkov, Maxim, et al. "Adapting supply chain operations in anticipation of and during the COVID-19 pandemic." Omega 110, 2022.

3. G. Pulighe, F. Lupia Food first: COVID-19 outbreak and cities lockdown a booster for a wider vision on urban agriculture Sustainability, 12 (12), 2020, p. 5012.

4. Guan, Dabo, et al. "Global supply-chain effects of COVID-19 control measures." Nature human behaviour 4.6, 2020, pp. 577-587.

5. Klumpp, Matthias, et al. "Production logistics and human-computer interaction—state-of-the-art, challenges and requirements for the future." The International Journal of Advanced Manufacturing Technology 105.9, 2019, pp. 3691-3709.

6. Zhong RY, Xu C, Chen C, Huang GQ “Big data analytics for physical internet-based intelligent manufacturing shop floors”. Int J Prod Res 55(9), 2017, pp.2610–2621.

7. Torabi SA, Hassini E, Jeihoonian M. “Fulfillment source allocation, inventory transshipment, and customer order transfer in e-tailing”. Transport Res E-Log 79, 2015, pp.128-144.

8. Richert, A., Müller, S., Schröder, S. et al. Anthropomorphism in social robotics: empirical results on human–robot interaction in hybrid production workplaces. AI & Soc 33, 2018, pp. 413–424

9. Klumpp, Matthias, et al. "Production logistics and human-computer interaction—state-of-the-art, challenges and requirements for the future." The International Journal of Advanced Manufacturing Technology 105.9, 2019.

10. Ivanov, Dmitry. "Predicting the impacts of epidemic outbreaks on global supply chains: A simulation-based analysis on the coronavirus outbreak (COVID-19/SARS-CoV-2) case." Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review 136, 2020.

11. Raj, Alok, et al. "Supply Chain Management during and post-COVID-19 Pandemic: Mitigation Strategies and Practical Lessons Learned." Journal of Business Research, 2022.

12. Choi, Thomas Y., et al. "Managing extended supply chains." Journal of Business Logistics 42.2, 2021, pp.200-206.

13. Donthu, N., and A. Gustafsson. "Effects of COVID-19 on business and research. Journal of Business Research, 117 (June).", 2020.

14. Craighead, Christopher W., David J. Ketchen Jr, and Jessica L. Darby. "Pandemics and supply chain management research: Toward a theoretical toolbox." Decision Sciences 51.4, 2020, pp.838-866.

15. Verma, Surabhi, and Anders Gustafsson. "Investigating the emerging COVID-19 research trends in the field of business and management: A bibliometric analysis approach." Journal of Business Research 118, 2020, pp. 253-261.

16. Sodhi, ManMohan S., Christopher S. Tang, and Evan T. Willenson. "Research opportunities in preparing supply chains of essential goods for future pandemics." International Journal of Production Research, 2021.

17. M. Ilbeigi Statistical process control for analyzing resilience of transportation networks Int. J. Disaster Risk Reduc., 33, 2019, pp. 155-161

18. Liu, Yipeng, Jong Min Lee, and Celia Lee. "The challenges and opportunities of a global health crisis: the management and business implications of COVID-19 from an Asian perspective." Asian Business & Management 19.3, 2020, pp. 277-297.

19. Baral, Manish Mohan, Rajesh Kumar Singh, and Yiğit Kazançoğlu. "Analysis of factors impacting survivability of sustainable supply chain during COVID-19 pandemic: an empirical study in the context of SMEs." The International Journal of Logistics Management, 2021.

20. H.B. Sharma, K.R. Vanapalli, V.S. Cheela, V.P. Ranjan, A.K. Jaglan, B. Dubey, S. Goel, J. Bhattacharya Challenges, opportunities, and innovations for effective solid waste management during and post COVID-19 pandemic Resour. Conserv. Recycl., 162, 2020.

21. Ivanov, Dmitry, and Ajay Das. "Coronavirus (COVID-19/SARS-CoV-2) and supply chain resilience: A research note." International Journal of Integrated Supply Management 13.1, 2020.

22. Comi Antonio, et al. "A methodology to design and assess scenarios within SULPs: the case of Bologna." Transportation Research Procedia 46, 2020.

FEATURES OF THE CONSOLIDATION OF FOREIGN TRADE FREIGHT FLOWS IN INTEGRATED PRODUCTION STRUCTURES

Anatoliy PETRYK[1], Assoc. Prof., Tetiana LITUS[2], student

[1]National Transport University (Ukraine)

Keywords: international communication, foreign trade cargo flows, transport service, infrastructural support, cargo consolidation, batch receipt of requirements, optimization of operational indicators.

Introduction

The unification of production processes in international production structures and the development of integration processes in the system of commodity-money relations, the improvement of cooperation between individual countries make it possible to create and improve new complex organizational structures. At the same time, the trends in the development of world economic processes indicate an increase in the volume of production and sale of goods both in the domestic and foreign world markets. This trend requires special attention to the organization of the supply of these goods, including through specialized terminals and the improvement of infrastructure services for transport hubs. With such a formulation of the question, the quality of transport services for consumers consists in the fact that in the process of transportation the goods are delivered in the required volume to the specified place at the agreed time. One of the main tasks of production structures of international orientation is the organization of transportation of foreign trade goods at minimal cost. The results of the functioning of individual elements of the infrastructure of transport and logistics systems as independent economic structures play a decisive role in the process of processing and preliminary accumulation of an export consignment of goods. Therefore, with strict observance of the rules of organizing trade and well-coordinated work of transport organizations, servicing foreign trade cargo flows in integrated structures becomes competitive in the world market.

The goal of the work

Tendencies to increase exports and transit of products through the territory of the state are revealed, scientific prospects for the development of technological and constructive foundations for improving the transport support of foreign trade cargo flows are outlined. [1]. With the increase in the volume of accumulation for the delivery of cargo in collective batches and, accordingly, the complication of the tasks of transport service on the example of the export of grain products, the issue of the rational use of road transport becomes an urgent issue. [2]. Therefore, for transport nodes, as elements of the territorial placement of specialized terminals, an important characteristic is compliance with the terms of accumulation and processing of large volumes of export consignments of goods and optimization of own costs [3]. The nature of the arrival of products and the impossibility of a significant increase in the daily volume of work on the processing of cargo flows, transport and transfer hubs in universal production practice should count on the necessary capacities of the terminal and warehouse economy or the possibility of accumulating the necessary volume of cargo in the vicinity of rented premises [4]. This method of creating stocks has the disadvantage that storing goods in warehouses requires additional overloading, and the accumulation of grain at a short distance from the transport hub requires, in addition, the additional use of railway cars. [5]. Therefore, in order to comply with the deadlines for the processing of grain cargoes, the practice of servicing these cargo flows involves the construction of near-port elevators and specialized large-capacity grain processing complexes on the territory of the port [6].

Features of transport services for exporters (traders) are closely related to the production activities of these economic structures [7]. Based on the specifics of the deliveries of the mentioned cargoes, in order to meet the deadlines for the formation and dispatch of export batches, traders independently choose the methods of accumulation of the collective grain batch, the types and number of rolling stock [8]. Among the restraining factors, the possibility of attracting the necessary

number of both own and leased motor vehicles should be highlighted [9]. Accounting for these circumstances requires the development of a system of measures to optimize costs in international transport and logistics systems [10]. Therefore, the creation and rational use of organizational principles for the maintenance of export cargo flows in transport hubs, subject to the use of own and hired vehicles, will contribute to maximizing the profit of production systems [11].

Presentation of the main research material

Possible variants of the structure of mass service systems can be a situation with group receipt of requirements. Characteristic production situations with the specified features of the functioning of transport systems are the formation of a combined (consolidated) batch of grain cargoes for transportation in international traffic or maintenance of the specified cargo flows when transshipment from one mode of transport to another. In somecases, the technology of the transport systems involves the application of such requirements maintenance discipline as the dependence of the incoming flow on the state of the service channels, the availability of priorities, or the possibility of failure, etc. During the performance of centralized transportation by road transport, the arrival of significantly larger volumes of goods from suppliers is foreseen. Then, each farm already has an increased fleet of rolling stock. In such a problem, it is assumed that the total number of service requests will be composed of a random flow of requests and a random number of them in each request. A similar situation occurs in the case when a shunting locomotive simultaneously serves several railway cars for unloading. Then several service channels are necessary to satisfy one requirement. Under such circumstances, the existing demand flow is an extraordinary random process. Therefore, the demand X_t for vehicles during the time period t is random and is described by a non-ordinary random process, that is, a process with group (batch) receipt of applications.

The total number of requests arriving at the system during time *t* is equal to

$$X_t = \sum_{k=1}^{K_t} N_j, \qquad npu \;\; K_t > 0, \tag{1}$$

K_t – is a random variable that determines the number of application groups entering the system during the period *t*;

N_j – is the number of requests for transport service in each j-th group.

The random variable K_t characterizes the number of additional vehicles involved in the system for the period *t*, defined as *y*, and *n* is the required number of own vehicles needed by the transport system.

The random variable X_t is called the process of accumulating applications for transport service and is the sum of random terms. In the conditions of centralized supply for the transportation of grain crops, the value X_t characterizes the demand for motor vehicles in the transport system, that is, it determines the intensity of the incoming flow.

The use of known mathematical dependencies makes it possible to determine the average value of the required number of working vehicles, provided that service requirements are received in batches. In the functionality of the task of obtaining the maximum profit from the operation of such a transport system, the following values are characterized as revenues and costs associated with the operation of motor vehicles:

- *A* – income from the performance of transport services by one car;
- *B* – operating expenses for the operation of one car for the specified period;
- *C* – costs associated with downtime of motor vehicles due to lack of work;
- *D* – operating costs of an additional vehicle;
- *E* – possible loss of profit associated with non-fulfillment of an order by one car.

Numerical values of *A*, *B*, *C*, *D* are calculated according to known mathematical relationships, taking into account the impact of changes in tariffs and costs. The magnitude of the possible loss of profit *E* is interpreted as the consequences of late delivery of transport services. The distribution

function of the ratio of the quantities of available and engaged motor vehicles, taking into account the corresponding costs, is described by a mathematical relation

$$Mf(n, X_t, y) = f(A, B, C, D, E) \tag{2}$$

Given the uncertainty of the demand for motor transport services in the performance of centralized transportation, the theoretical assumption of the Poisson distribution of random variables is accepted. The number of groups of applications K_t entering the system during the period t is characterized by the intensity of receipt λ, and the number of requests N_j in each group is characterized by the mathematical expectation υ. The probability distribution of the total demand for motor transport services is described by a mathematical relationship

$$p_i = \sum_{k=1}^{i} \left[\frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t} \frac{(k\nu)^{(i-k)}}{(i-k)!} e^{-k\nu} \right] \tag{3}$$

With the use of mathematical dependence (3), it becomes possible to determine the numerical value of the quantity:

- own working cars $P_1(n)$;
- idling own motor vehicles $P_2(n)$;
- attracted from the available reserve $P_3(n)$;
- missing cars $P_4(n)$.

The average profit per unit of time taking into account the random value of the values X_t and y and the value of the function $f(n, X_t, y)$ on the example of a transport company was determined as the difference between revenues from the sale of services and costs, taking into account the possible loss of profit due to the lack of cars

$$G(n) = Mf(n, X_t, y) = AP_1(n)\sum_{i=0}^{n} ip_i + n\sum_{i=n+1}^{y} p_i - Bn - CP_2(n) - (A-D)P_3(n) - EP_4(n) \tag{4}$$

With the use of mathematical dependence (4) as a function of expectation in a random process, it becomes possible to make organizational decisions aimed at achieving maximum profit, but it cannot be guaranteed due to the random nature and uncertainty of the economic situation. Taking into account the specified prerequisites, with the corresponding demand for transport services, mathematical models were created to determine the total profit under the condition of using own, hired and rented cars and road trains. With such a formulation of the question, the problem of rational use of available material resources in transport systems arises (Table 1).

It is well known that with an increase in the carrying capacity of vehicles, the profitability $G(n)$ of one car increases. The same trend of changes in the indicated indicator $G(n)$ is observed under the condition of maintaining a certain number g of reserve cars. Limiting the impact of each of the two specified parameters on the numerical value of profit is determined by the financial capabilities of production formation. The main difference between typical production formations is that the main volume of cargo transportation is carried out by own vehicles.

In the absence of the required number or the corresponding specialization of motor vehicles, such enterprises use an additional number of reserve rolling stock. The process of accumulation of a combined batch of cargo was modeled on the example of deliveries by a transport company from fifteen σ = 15 senders, when the specified cargo from each of them is transported by five (ν = 5) cars.

Table 1 – Dependence of the hourly profit of the transport company *G(n)* when creating a consolidated batch of grain cargo

Carrying capacity of the car, tons	The average driving length of a car l_m with cargo, km					
	40	60	80	100	120	140
q = 12	6,85	7,1	7,34	7,55	7,73	7,90
q = 14	7,48	7,76	7,99	8,21	8,38	8,53
q = 16	8,12	8,42	8,68	8,91	9,11	9,27
q = 18	8,76	9,08	9,35	9,58	9,77	9,91
q = 20	9,39	9,74	10,03	10,29	10,49	10,66
q = 22	10,03	10,37	10,66	10,90	11,07	11,19

According to the calculations, an increase in the transportation distance for cars with a carrying capacity of q = 12 tons per 80 km leads to an increase in the *G(n)* indicator by 15,2% (from 6,85 €/hour for l_m = 40 km to 7,90 €/hour l_m = 120 km). An increase in the numerical value of the indicator *G(n)* with an increase in the distance of transportation is explained by a decrease in the specific weight of the idle time of cars under service at the end points of the route, respectively, and an increase in income from the performance of transport services by one car.

In this case, it becomes expedient to increase the numerical value of the number of the company's own n vehicles. An increase in the transportation distance for cars with a carrying capacity of q = 22 tons within the specified limits increases the *G(n)* indicator by 11,2% (from 10,03 €/hour for l_m = 40 km to 11,19 €/hour for l_m = 120 km). The decrease in the rate of growth of the indicator *G(n)* in the function *G(n) = f(lm)* with the increase in the carrying capacity of cars is explained by the increase in comparison with vehicles with a lower carrying capacity by the higher profitability of their use. Therefore, the trend of the change in the indicator *G(n)*, as the difference between income and expenses, indicates an increase in the stability of the transport enterprise.

The modern economic formations, which actively work with export, import and transit agro-industrial goods, primarily include grain market traders. These structures are characterized by the fact that, as a rule, they do not have their own rolling stock for carrying out transport operations. That is why they use hired and rented cars for the preliminary accumulation of cargo and the formation of a combined export batch of grain. In this case, to determine the total and maximum profit of the operation of the transport system, appropriate mathematical dependencies are drawn up. Taking into account the lack of own vehicles in the mentioned commercial structures, the task of rational organization of cargo transportation becomes urgent. An important issue in such a formulation of the question is the determination of the optimal number g of reserve motor vehicles. The peculiarity of the influence of the indicator g is that the excess of reserve cars increases the costs associated with their maintenance, and the understated numerical value of reserve road vehicles significantly increases the costs due to the lack of rolling stock.

Conclusions

The use of the proposed methodology provides an opportunity to optimize material and financial resources under the condition of batch receipt of service requirements. Based on the results of the calculations, the main directions of scientific research are determined in order to develop methods of organization and management of the system of centralized transportation of grain crops. The creation of organizational foundations for transport services for the export and transit of grain crops makes it possible to increase the throughput of the transport system and improve its competitiveness for grain cargoes. The systematic management of interrelated processes of transportation of grain crops in the involved production structures with full compliance with all incoming and outgoing operations according to their sequence in time and space allows to coordinate the operation of various types of transport in a single system of logistics service. By applying various forms of beneficial cooperation with partners regarding the organization of transport services, determined taking into account the forms of ownership, market relations, tariff policy and marketing of export supplies, the creation of conditions for attracting additional volumes of export and transit of grain cargoes should be achieved.

List of references

1. Prokudin, G., Chupaylenko, O., Dudnik, O., Dudnik, A., Omarov, D. 2016. Improvement of the methods for determining optimal characteristics of transportation networks, Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6 (3 (84)), 54–61. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.85211.

2. Sharai S., Oliskevych M., Roi M. 2019. Development of the Procedure for Simulation Modeling of Interrelated Transport Processes on the Main Road Network, Eastern-European Journal of Enterprise Technologies 5/3(101). 70-83. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.179042.

3. Prokudin, G., Chupaylenko, O., Dudnik, O., Prokudin, O., Dudnik, A., Svatko, V. 2018. Application of information technologies for the optimization of itinerary when delivering cargo by automobile transport, Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (3 (92)), 51–59. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.128907.

4. Shin, S., Roh, H.-S., Hur, S. 2019. Characteristics Analysis of Freight Mode Choice Model According to the Introduction of a New Freight Transport System. Sustainability, 11 (4), 1209. https://doi.org/10.3390/su11041209.

5. Ritzinger, U., Puchinger, J., Hartl, R. F. 2015. A survey on dynamic and stochastic vehicle routing problems, International Journal of Production Research, 54 (1), 215–231. https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1043403.

6. Danchuk, V., Bakulich, O., & Svatko, V. 2019. Identifying optimal location and necessary quantity of warehouses in logistic system using a radiation therapy method, Transport, 34(2), 175-186. https://doi.org/10.3846/transport.2019.8546.

7. Lebid I., Medvediev I., Eliseyev P., Sakno O. 2020. A modelling approach to the transport support for the harvesting and transportation complex under uncertain conditions, 26th Technical and scientific conference «Transport, ecology – sustainable development» EKO, IOP Publishing. https://doi.org/10.1088/1757-899X/977/1/012003

8. Vorkut, T., Volynets, L., Bilonog, O., Sopotsko, O., Levchenko, I.. 2019. The model to optimize deliveries of perishable food products in supply chains, Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5(3-101), 43–50. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.177903.

9. Gryshchuk O., Petryk A., Yerko Y. 2022. Development of methods for formation of infrastructure of transport units for maintenance of transit and export freight flows, Technology Audit and Production Reserves, 1(2(63)), 26-30. https://doi.org/10.15587/2706-5448.2022.251505.

10. Silantieva I., Katrushenko N., Kushym B. 2019. Ensuring effectiveness in handling the movement of goods and passengers by enhancing information and communication technologies, Current Problems of Transport: Proceedings of the 1st International Scientific Conference, 75-83. https://doi.org/:10.5281/zenodo.3387287.

11. Crainic, T.G., Perboli, G., Rosano, M. 2018. Simulation of intermodal freight transportation systems: a taxonomy, European Journal of Operational Research, 270 (2), 401–418. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2017.11.061.

IMPORTANCE OF SMART MULTIMODAL TRANSPORT SYSTEM FOR UKRAINE

Valentyna PUZIKOVA[1]

[1]Institute für Wirschaftspolitik, Leibniz Universität Hannover
(Institute of the Economic Policy, Leibniz University Hannover)

Keywords: transport system, multimodal transport, smart transport

Globalization of the world, the development of trade between countries contributes to the development of logistics processes and multimodal processes. The efficiency of the transport system is directly determined by the level of integration and sustainable development of various types of transport. Increasing the efficiency of the organization of freight transportation from suppliers to consumers is achieved by optimizing the movement of freight flows based on logistic principles. Multimodal transport systems are one of the key directions of development of the transport system of Ukraine.

The main goal of creating a multimodal transport system in Ukraine is to speed up, reduce the cost and simplify the process of cargo flow in consolidated standard cargo units and increase the country's economy.

Before the war, 75% of Ukraine's foreign trade went to sea ports. Since the beginning of the war in 2022, sea routes have been blocked, but the demand for exports has not fallen, but rather increased. In order to remain competitive in the market and support the economy in these dire hours, it was necessary to rethink traffic flows and elevate them to a new reality.As a result, Ukrainian export and import flows were diverted to land borders. Thus, several ways of delivering these cargoes from the ports of Constanta, Gdańsk and Gdynia emerged.

First, there was a lack of route trains, then there were difficulties related to technical problems, in particular, different track widths, the technical capacity of ports, in particular overloading, as well as the burden on customs, border, phytosanitary, and veterinary services. Currently, the provision of alternative ways in this matter is decisive.

Among the possible alternatives is the use of border railway crossings. There are only 13 of them, of which: 4 with Poland (which are the most powerful), 2 with Slovakia (the second most powerful), 2 with Hungary (the third most powerful), 3 with Romania, 2 transitions with Moldova.

There are additional problems related to the lack of equipment, including railway equipment for export. In ordert to try solve these and others problems, ist important to develop international partnership and cooperation. Rail transport in Ukraine has a great development potential. Nowadays, Ukrzaliznytsia plans to develop multimodal transport services with other countries as a direction of ensuring sustainable development of the transport system of Ukraine. This Strategy was also discussed on the 5th German-Ukrainian Business Forum Rebuild Forum, that was 24th October 2022 in Berlin. So, on October 25, 2022, a Memorandum of of Understanding was signed between Ukrzaliznytsa and Deutsche Bahn (Germany) [2]. The contract assures UZ of post-war reconstruction assistance, includes cooperation in the expansion of freight corridors and terminal capacities, and extensive consulting services in the introduction of European standards for rail operations and management. The new partnership is aimed at improvements in rail freight transport - and here in particular in agricultural transport. DB Cargo experts will help to develop or upgrade freight corridors and terminals for handling between broad gauge and standard gauge. In order to promote grain exports to the European Union, the use of Ukrainian grain wagons is being examined. The corresponding hopper wagons can accommodate significantly higher quantities than containers. Above all, the national companies of DB Cargo in Poland and Romania are already transporting large quantities of grain here via rail networks close to the border and are thus helping to relieve the still difficult sea route from the Ukraine.

One of the example of it can be a family business Ukrainian organization Nibulon from Mykolaiv region by the Vadaturskyys' Family. Organization is responsible for grain production and exports, logistics, shipping, infrastructure construction, and shipbuilding. Nibulon's logistics includes 1 million tons by rail in 2020/21 MY. And 15.04.2022 after Russias invasion Nibulon made the decision to build a transshipment terminal on the Danube and 15.09.2022 first barge loaded [2].

It is very important when searching for alternative transport flows to transform logistic transport processes, including multimodal transportation into smart logistics, i.e. to optimize information logistics flows precisely in electronic form with the provision of simplification and acceleration of logistics processes with the use of appropriate logistics and information applications at a deeper level of logistics processes and algorithmization at the same time.

References:

1. Deutsche Bahn unterschreibt mit Ukraine Eisenbahn Memorandum of Understanding - InnoTrans 2022 - News DG (news-dg.de)
2. Logistics (nibulon.com)

EXTERNAL COSTS OF TRANSPORT - DEPENDENCE ON THE TRANSPORT AND FINANCIAL PERFORMANCE OF THE COUNTRY

Lidiia SAVCHENKO[1]

[1]National Aviation University (Ukraine)

Keywords: external costs, externalities of transport, methodology, indicators, infrastructure

Introduction

The countries of the European Union have long been engaged in converting indirect losses from transport into financial units. In relevant studies, reference books, instructions and regulations, such costs are called external.

Main goal of the research

The main goal of the study is to reveal the relationship between the external costs of transport of the EU countries and the main financial and transport indicators of the country.

Main part

In 2008 the European Commission commissioned the first Handbook on External Costs of Transport, as part of the IMPACT study [1]. The 2008 Handbook focus was on marginal external costs of transport as a basis for the definition of internalisation policies (in line with the marginal social cost pricing principle). It covered all main external cost categories, including air pollution, climate change, noise, accidents and congestion.

In 2014, the Handbook was updated to reflect new developments in research and policy [2]. Furthermore, the scope was broadened: next to the external costs of transport, infrastructure wear and tear costs for road and rail transport were covered as well.

The latest existing 2019 Handbook [3] is an update to the 2008 and 2014 versions. It considers not only marginal external costs, as was the focus of previous Handbooks, but also total and average external transport costs across the EU, Switzerland and Norway. In addition, data on external costs were prepared for some non-European countries to compare with European figures.

The latest vision of the European Commission is to take into account such types of external costs of transport: traffic congestion; traffic accidents; traffic noise; air pollution; climate change; other costs that presented in the studies only conceptually, without a verified methodology for their calculating.

The second classification of external costs of transport is their division into total and marginal. In [3] marginal costs show the total costs by their types (congestion, accidents etc.), and the marginal ones allow to determine the value of the costs depending on the road conditions, the distance traveled, the number of passengers and cargo transported.

It should be noted that external costs of transport are determined not only for the most common mode of transport, road transport, but also for other modes of transport, namely aviation, railway, marine, internal water.

Although existing methodologies cover studies on monetization of external costs of non-road modes of transport, however, some difficulties are obvious. One of them is the imperfect statistical database for EU countries for non-road modes of transport. Another is the lack of scientific research, tested on practical examples. Thus, unfortunately, the latest Handbook for determining the external costs of transport do not contain equally verified methodologies for all modes of transport.

Our goals in this research are:

- identification of factors that have a significant impact on the total external costs of transport at the country level;
- the degree of such influence;
- determination of interdependence (multicollinearity) of factors of influence;
- determination of the direction of influence (direct or inverse dependence);
- making conclusions regarding the possibility of determining the external costs of the country based on the selected factors.

Among other, Handbook of 2019 has information about total external costs of road transport in each country of the EU. The latest data is from 2016 but they are supposed to show also current dependency.

These values of external costs of road transport were taken as the resulting indicator (Y).

The following indicators were taken as factors influencing external costs of road transport:

- the country's GDP in % from total EU GPD in 2016 (X_1);
- number of tkm performed by country in 2016 (X_2);
- the volume of investments in road infrastructure by country in 2016 (X_3).

Performed transport tonne-kilometres were taken from [4] and information about investment into road infrastructure in 2016 (euro, 2016) - from [5]. Financial indicators of GPD in countries of the EU in 2016 was found in the Eurostat website.

The most important results were obtained about the coefficients of the regression equation, their boundaries as well as errors and t-statistics (Table 1).

Table 1 - Regression Coefficients, Errors, P-values, t Statistics

	Coefficients	Standard Error	t Statistics	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	1,67	2,04	0,82	0,42	-2,58	5,92
Factor X1	8,86	1,07	8,26	0,00	6,63	11,09
Factor X2	0,09	0,03	3,20	0,00	0,03	0,15
Factor X3	-0,05	0,02	-2,22	0,04	-0,09	0,00

P-values tell us whether or not each explanatory variable is statistically significant. All factors are statistically significant (values are from 0,00 to 0,04 that is less than 0,05). It means that all factors should be involved in the model.

The coefficients for each explanatory variable (8,86; 0,09; -0,05) show the average expected change in the response variable, assuming the other explanatory variable remains constant. For example, for each additional % of EU GDP, the external costs of transport are expected to increase by 8,86, assuming that all other factors values remain constant.

As for the coefficient for the intercept, it means that the expected external costs for a country with 0 values of all factors X is 1,67. Of course, this looks like nonsense, since with zero GDP, and with the absence of transport performance and investment in infrastructure, the external costs of transport cannot take place. However, here it should be remembered that the value of this coefficient is only an estimate, that is, an average. If we talk about the interval in which it can change, then its upper and lower limits (at a 95% reliability level) are (-2,6; 5,9).

Another important result is the sign with which the coefficients are present in the model: the factors X_1 and X_2 have a positive sign, and the factor X_3 has a negative sign. This can be regarded as the direction of the influence of the factor on the resulting value. That is, with an increase in % of GDP and transport work, external costs will increase, however, with an increase in investment in road infrastructure, the value of external costs of transport will decrease. This fact should be taken into account by all countries when assessing the feasibility of infrastructure investment projects. If, in addition to the direct economic component, the external costs of transport are taken into account, this may tilt the balance towards the expediency of launching the project.

The last step is to show the regression equation and illustrate the difference (and similarity) between the real values of external costs of transport for each country and the theoretical values calculated using the regression equation.

Regression is:

$$Y = 1{,}67 + 8{,}86 \cdot X_1 + 0{,}09 \cdot X_2 - 0{,}05 \cdot X_3, \quad (1)$$

where Y is external costs of road transport in bn euros;

X_1 is the country's GDP in % from total EU GPD in %;

X_2 is performed transport work by country in bn tkm;

X_3 is the volume of investments in road infrastructure by country in 10 mln euros.

Now we can show the real and theoretical (obtained using the regression equation) data of external costs of road transport in the graph (Fig. 2).

Figure 2 - Real and theoretical values of the external costs of road transport

We can observe a very good representation of the theoretical data with the resulting regression model. It can be assumed that this equation can be used both now and in the future to predict external costs of road transport and transfer the methodology to countries outside the EU, for example, Ukraine.

Conclusion

Values of Multiple R and R-square (very next to 1) allow us to make a conclusion that these three factors are sufficient to explain the variable (external costs) at a reliability level of 95% (that is by default in the MS Excel). In our case the F Statistics is less than 0,05 (2,49E-16), which indicates that the explanatory variables (factors X_1, X_2, X_3) have a statistically significant association with external costs.

Reference

1. Infras, CE Delft, ISI & University of Gdansk, "*Handbook on estimation of external costs in the transport sector*"; Produced within the study Internalisation Measures and Policies for All external Cost of Transport (IMPACT), Delft: CE Delft, 2008.

2. Ricardo-AEA, TRT, DIW Econ & CAU. "*Update of the Handbook on External Costs of Transport*", London: Ricardo-AEA, 2014.

3. H. van Essen, L. van Wijngaarden, A. Schroten, D. Sutter, C. Bieler, S. Maffii. "*Handbook on the external costs of transport: Version 2019*". 2019. [Online]. Available: https://doi.org/10.2832/27212.

4. OECD. *Freight transport (indicator).* 2022. [Online]. Available: https://www.oecd-ilibrary.org/transport/freight-transport/indicator/english_708eda32-en.

5. OECD. *Infrastructure investment (indicator).* 2022. [Online]. Available: https://www.oecd-ilibrary.org/transport/infrastructure-investment/indicator/english_b06ce3ad-en.

6. Eurostat. *Share of Member States in EU GDP*. 2017. [Online]. Available: https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/DDN-20170410-1.

ФОРМУВАННЯ ВНУТРІШНЬОДЕРЖАВНОЇ МЕРЕЖІ ЛОГІСТИЧНИХ ПОСЛУГ В ОСОБЛИВИХ УМОВАХ

Андрій БУБЕЛА[1], д-р тех. наук, Катерина ПОЛУДЕННА[1], аспірант (PhD студентка)

[1]Національний транспортний університет (Україна)

Ключові слова: інтелектуальні транспортні системи, міська логістика, транспорт, логістика, логістичні послуги

Вступ

Ринок логістичних послуг вимагає побудови бізнес-моделі, яка базується на принципах інноваційності, енергоефективності, мобільності та екологічності. Вітчизняні підприємства активно освоюють нові ринки, що, безумовно, призведе до зростання логістичної активності та швидкого зростання ринку контрактної логістики.

В Україні спостерігається пожвавлення ринку логістичних послуг у секторі вантажних перевезень та складської логістики. Почали активно розвиватися логістичні оператори, що працюють у сфері логістичного аутсорсингу, адже в умовах кризи, зниження обсягів виробництва та зменшення попиту на товари виникає необхідність у зменшенні логістичних витрат, збільшенні гнучкості, поліпшенні рівня обслуговування всіма учасниками ланцюга поставок.

Мета роботи

З початку військового конфлікту на території України закриті українські порти та інші логістичні шляхи та центри суттєво вплинули на глобальну продовольчу безпеку.

Перша і найголовніша зміна, яка сталася в українській логістиці, – це усунення «центру тяжіння». Як відомо, найбільший складський хаб в Україні – 70–80% усіх професійних

складських площ – був у Київській області. Тут було зосереджено 1,8–2,2 млн. кв. м професійних складів, компанії оперували площами 10 000–20 000 кв. м.
З початком війни великі компанії, а за ними середні та дрібні, були змушені перевезти свої складські залишки та товари на захід України. Відбувся колосальний відтік у Львівську, Тернопільську, Івано-Франківську, Закарпаття, де такого обсягу складських площ не існувало в принципі. Бізнес зіткнувся з проблемою нестачі відповідних складських площ та рівнем обслуговування.

Таким чином, бізнес був змушений змінити складський ланцюжок і тим самим збільшити складність та вартість цих операцій. Можна назвати три основні фактори, що вплинули на бізнес-процеси, пов'язані з логістикою.

Відмова від накопичення та зберігання товарів. Якщо раніше товар міг довгий час перебувати на складах, звідки йшло відвантаження, то зараз бізнес почав відвантажувати «з коліс», намагаючись мінімально накопичувати залишки, щоб у разі можливої атаки на склади не було втрат товару.

Різка та швидка зміна складських умов. Як правило, запуск складу займає приблизно три місяці: переїзд складу, розгортання IT-системи та IT-інтеграція, налаштування систем безпеки, відеоспостереження і т.д. Включився режим виживання, запуску з нуля, закривалися базові потреби, такі як пошуки складів, водіїв, складського персоналу.

3. Ускладнення логістичних операцій. З цим була велика проблема, особливо спочатку. Це величезна кількість блокпостів та оглядів. Це відсутність чітких правил пересування під час комендантської години: яким логістам можна було їхати вночі, а яким не можна. Це ті чи інші дії з боку тероборон, які не завжди адекватно реагували на нічні пересування транспорту, що доставляє продукти.

Висновки

У процесі діяльності суб’єктів ринку логістичних послуг необхідно здійснювати моніторинг економічного середовища й відстежувати зміни, які в ньому відбуваються, прогнозувати наслідки прямого та опосередкованого впливів сукупності зовнішніх і внутрішніх чинників, що визначають умови функціонування та розвитку його учасників. Гравці ринку логістичних послуг також вимушені звертатися до досвіду сучасної єврологістики, вивчати правила функціонування на ринку логістичних послуг й особливо стандарти та запити клієнтів щодо якості логістичних послуг.

При створенні нових складських приміщень ми маємо чітко розуміти ризик-профіль країни, розуміти загрози. Також важливо мати склади держрезерву, як це організовано у великих європейських країнах: Німеччині, Чехії, Польщі. Велика кількість гуманітарної допомоги, яку ми зараз отримуємо з Європи – саме з держрезерву. На жаль, у нас інфраструктура складів держрезерву була не підготовлена. Ситуація, що сталася в Україні, є показовою для всього світу. Очевидно, що ми не були готові до такого розвитку подій. І зрозуміло чому: жодній розсудливій людині не могло спасти на думку, що в XXI столітті в центрі Європи може статися така трагедія. Найважливіше, що можна з неї винести щодо логістики – це те, що країна має вміти керувати своїми логістичними потоками в екстрених ситуаціях. Має бути ризик-менеджмент, який допоможе здебільшого покривати логістику.

Список літератури

1. Ізтелеуова М. С., Грицук І.В., Арімбекова П.М., Тарандушка Л.А. Підручник Організація та логістика перевезень, 2021, стр. 111-116

2. Александр Исаченко, Ceo & Founder Coreteka и Wareteka, стаття Сохранить и обеспечить: как изменилась логистика в Украине во время войны, 24 мая 2022,

3. Наконечна Т. В. Міжнародні економічні відносини та світове господарство, 2019, стр. 139-144

4. Как изменится бизнес-модель грузовых перевозок УЗ в 2022 году, Економічна правда, стаття від 17.01.2022

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ РОЗВЯЗАННІ ЗАДАЧІ КОМІВОЯЖЕРА

Олена БУРА[1], аспірант, Ярослав ЄРКО[1], аспірант

[1] Національний транспортний університет (Україна)

Ключові слова: транспортна задача, метод комівояжера, табличний процесор

Вступ

Задача комівояжера – це найбільш відома і знакова модель потокового програмування. Увагу до цієї задачі привертають завдяки: великій кількості практичного значення, що до неї зводяться; зосередження характерних математичних, алгебраїчних та обчислювальних труднощів.

Наявні методи розв'язування сітьових транспортних задач успішно можуть бути застосовані лише в матричній постановці, коли заздалегідь відома матриця транспортних кореспонденцій [1].

Саме це і обумовлює значну обмеженість цих методів при розв'язанні задач перевезень і послужило причиною розробки нових і удосконалення існуючих методів оптимізації перевезень, орієнтованих за застосування сучасних інформаційних перевезень.

Мета роботи

Розробити рекомендації по використанню метода комівояжера для оптимізації схем транспортних перевезень.

Виклад основного матеріалу дослідження

Задано повний граф, який описується квадратною матрицею V, відстані v_{ij} між усіма парами n-міст (i, j= 1, 2, ..., n). У загальному випадку v_{ij} не дорівнює v_{ji} з урахуванням наявності магістралі одностороннього руху. Таку узагальнену задачу називають несиметричною. Комівояжер повинен виїхати з певного початкового міста, об'їхати всі міста, побувати в кожному по 1 разу і повернутися у те ж саме місце, щоб загальна довжина всього маршруту була мінімальною.

Розв'язок задачі комівояжера став можливим, коли з'явились більш досконалі комп'ютери і був розроблений метод «гілок та меж» для задач цілочислового програмування. Кількість допустимих варіантів перебору у задачі комівояжера визначається функцією факторіалу n–n!. Якщо n= 10, то n! = 10! = 3628800; якщо n= 11, то n! = 11! = 39316800.

Введемо наступні позначення:

n – розмір задачі (кількість транспортних вузлів), n = 10;

i – номер початкового місця дуги (транспортної ділянки), i = 1, 2, ..., n;

j – номер кінцевого місця дуги (транспортної ділянки), j = 1, 2, ..., n;

v_{ij} – відстань між i-им та j-им містами; це елемент квадратної матриці V, якою описаний неорієнтований повний граф (симетричної матриці $v_{ij} = v_{ji}$, $v_{ii} = \infty$);

x_{ij} – невідома змінна булівого типу де: $x_{ij} = 1$, якщо дуга із «i» в «j» належить найкоротшому контуру обходу; $x_{ij} = 0$, у протилежному випадку, тобто якщо дуга із «i» в «j» не належить.

Побудова математичної моделі має наступні етапи:

Знайти таку квадратну матрицю X, щоб:

– загальна довжина контуру обходу n-міст (цільова функція) → min:

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} v_{ij} \times x_{ij} \to min, \qquad (1)$$

– при наступних обмеженнях:

a) $\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = 1$, що означає – з кожного і-го вузла виходить 1 дуга (це виїзд комівояжера з міста);

b) $\sum_{i=1}^{n} x_{ij} = 1$, що означає – в кожний j-ий вузол (місто) входить одна дуга (в'їзд комівояжера в місто).

Ця математична модель повністю співпадає з класичною задачею про призначення (наприклад, коли на одну вакансію можна призначити одного претендента і один претендент може бути призначений на одну вакансію). Саме ця аналогія і привернула увагу до задачі комівояжера.

Щоб виключити ситуації отримання неповних контурів, в модель задачі комівояжера було запропоновано додати, так звані, обмеження зв'язності, які дозволяють стримувати повний контур обходу шляхом зв'язування усіх n-вузлів в один контур.

Для цього був запропонований підхід введення додаткових n-змінних дійсного типу z_i, які виконують роль «лічильника» кількості дуг, що входять у контур. Відповідна умова обмеження: для кожної невідомої x_{ij} має наступний вигляд:

$$z_i - z_j + (n-1) \times x_{ij} \le n-2, \qquad (2)$$

Таким чином, модель задачі комівояжера ускладнилась збільшенням кількості невідомих. Тепер їх стало $n^2 + n$ замість n^2. І обмежень до n^2 – обмежень для дуг додалось ще 2xn – обмежень для невідомих. Це створює можливість успішного розв'язання задачі комівояжера – отримання контуру повного оптимального обходу вузлів у транспортній мережі [2].

Матриця відстаней (кореспонденцій), змінювані клітинки пошуку та пошук послідовності руху для розрахунку задачі комівояжера за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel представлені на рисунках 1, 2 та 3 відповідно.

	A	B	C	D	E	F	G
1		Місто 1	Місто 2	Місто 3	Місто 4	Місто 5	Місто 6
2	Місто 1	9	5	2	2	3	9
3	Місто 2	5	9	2	4	9	9
4	Місто 3	2	2	9	9	1	5
5	Місто 4	2	4	9	9	2	2
6	Місто 5	3	9	1	2	9	1
7	Місто 6	9	9	5	2	1	9
8							

Рисунок 1 – Excel-таблиця – матриця відстаней (кореспонденцій)

Застосування інформаційних технологій розв'язання задачі комівояжера стосовно мережевої транспортної задачі дозволяє за мінімальний час отримати необхідний і точний результат.

9		Місто 1	Місто 2	Місто 3	Місто 4	Місто 5	Місто 6	
10	Місто 1	0	0	0	1	0	0	1
11	Місто 2	1	0	0	0	0	0	1
12	Місто 3	0	1	0	0	0	0	1
13	Місто 4	0	0	0	0	0	1	1
14	Місто 5	0	0	1	0	0	0	1
15	Місто 6	0	0	0	0	1	0	1
16		1	1	1	1	1	1	
17			4	3	0	2	1	u_i, u_j
18			u2	u3	u4	u5	u6	

Рисунок 2 – Excel-таблиця змінюваних клітинок пошуку

19			Місто 2	Місто 3	Місто 4	Місто 5	Місто 6	
20			u2	u3	u4	u5	u6	u_i
21	Місто 2	u2	0	1	4	2	3	4
22	Місто 3	u3	4	0	3	1	2	3
23	Місто 4	u4	-4	-3	0	-2	4	0
24	Місто 5	u5	-2	4	2	0	1	2
25	Місто 6	u6	-3	-2	1	4	0	1
26		u_j	4	3	0	2	1	
27	Целевая функция			13				

Рисунок 3 – Excel-таблиця пошуку послідовності руху

По результатам розрахунків було отримано графік зображення оптимальної послідовності розподілу потоків при розв’язанні задачі комівояжера (рис. 4).

Рисунок 4 – Графічне зображення оптимальної послідовності розподілу потоків при розв’язанні задачі комівояжера

Висновки

Розроблена методика розв’язання задачі комівояжера для пошуку найкоротшої відстані у кільцевому маршруті з використанням інформаційних технологій призведе до підвищення ефективності вантажних перевезень, що було підтверджено на багатьох прикладах виробничої діяльності автопідприємств асоціації міжнародних автомобільних перевізників України.

Список літератури

1. Shankar, R.B.S., Reddy, K.D., Venkataramaiah, P.: Solution to a capacitated vehicle routing problem using heuristics and firefly algorithm. *International Journal of Applied Engineering Research*. 13(21). 2018. pp. 15247–15254.

2. Prokudin G., Chupaylenko O., Lebid I., Luzhanska N. Logistics Approach to the Organization of Unbalanced Freight Transportation in Transport Networks. *Proceedings of 24th International Scientific Conference. Transport Means 2020*. Sustainability: Research and Solutions. PART I. September 30-October 02, 2020 Online Conference. Kaunas. Lithuania. pp. 22-26. https://transportmeans.ktu.edu/wp-content/uploads/sites /307/2018/02/ Transport-means-A4-I-dalis.pdf

ПРОБЛЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЛОГІСТИКИ ТРАНСПОРТНО-ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Михайло ВІТЕР, канд.фіз.-мат.наук, Андрій КУХТИК, Олександр ІВАЩЕНКО, магістранти

Національний транспортний університет (Україна)

Ключові слова: автоматизація, транспорт, логістика, логістичні системи, перевезення.

Вступ

Транспортна логістика як система управління інформаційними і матеріальними потоками є одним з ключових елементів транспортного процесу. Її завдання – організація перевезення вантажів з мінімальним обсягом витраченого часу та оптимізацією витрат на їх доставку. У сучасному глобалізованому і динамічному світі швидко змінюються моделі поведінки цілих галузей виробництва та бізнесу, їх взаємодії. Це впливає на різні сфери суспільних відносин, зокрема, на транспортні перевезення, які стають більш інтенсивними і трудомісткими. Появляється необхідність автоматизації управління транспортним процесом, зокрема, його логістикою. Тому актуальними на даний час є дослідження побудови і функціонування інформаційних систем у сфері транспортної логістики.

Мета роботи

Метою дослідження є аналіз особливостей систем автоматизації логістичних послуг для транспортно-вантажних перевезень, які діють на сучасному ринку , а також формування рекомендацій щодо ефективності їх використання.

Виклад основного матеріалу дослідження

Термін транспортна логістика включає в себе організацію процесу робіт від прийняття рішення на транспортування до моменту доставки вантажу одержувачу. До основних завдань транспортної логістики можна віднести:

- вибір виду транспорту;
- вибір виду перевезення (унімодальний, мультимодальний, інтермодальний);
- вибір перевізника та інших логістичних партнерів;
- визначення раціональних маршрутів доставки;
- узгодження технологічної взаємодії учасників транспортно-складського процесу;
- оптимізація параметрів процесу транспортних перевезень;
- моніторинг переміщення вантажу в дорозі тощо.

Логістика дозволяє зменшити затрати на транспортування, забезпечує вибір ефективного маршруту перевезень, скорочує витрати часу, спрощує схему доставки продукції [1]. При цьому можна виділити ряд комплексних проблем, які виникають під час організації процесу перевезень: висока собівартість перевезень, неефективне використання транспорту, великий вплив суб'єктивних факторів, відсутність можливості змінювати маршрути в режимі он-лайн та інші.

Ефективним засобом вирішення вказаних проблем є автоматизація транспортної логістики. До її переваг можна віднести: доступ у реальному часі до процесу управління перевезеннями, автоматизація зберігання і обробки великих об’ємів інформації, пов’язаної з управлінням транспортним процесом, зменшення суб’єктивного впливу людського фактора, економія фінансових і ресурсних витрат тощо. Так, наприклад, впровадження автоматизації торгівлі, складу і виробництва дозволяє «знизити затрати на утримання автопарку на 15-25%, знизити витрати на паливо на 10-30%, збільшити кількість точок обслуговування в день на 20-30%, зменшити затрати на персонал на 20%» [2].

Під автоматизацією управлінням логістикою перевезень розуміється використання спеціальних систем управління транспортом – TMS (Transport Management System), обладнання або програмних рішень для поліпшення організації операцій з доставки. Під

програмно-апаратним рішенням розуміються комп'ютери, смартфони, хмарні сервери, GPS-трекери, контролери та датчики тощо. Крім того, важливими і необхідними є системи та методики для бізнес-аналізу, збору та обробки даних. Крім згаданих вище складових автоматизації логістики, істотно підвищує ефективність роботи наявність рішень на базі WEB технологій, в також використання систем електронного документообігу.

TMS надають можливість:

– автоматично планувати маршрути транспорту, враховуючи велику кількість параметрів, таких як, наприклад, місце доставки, тип і вантажопідйомність транспорту, кілометраж, норми витрат паливно-мастильних матеріалів, сезонність перевезень та інші;

– відстежувати в режимі он-лайн місцезнаходження вантажів та перенаправлення маршрутів з використанням карт Google, Яндекс, OpenStreetMap, Here (NokiaMap);

– синхронізовувати процес з відповідною обліковою системою;

– забезпечувати зв’язок між учасниками транспортного процесу, такими як логіст, диспетчер, водій, завдяки наявним відповідним мобільним додаткам тощо.

Наказом Міністерства інфраструктури України від 07.05.2020 № 301 затверджено «Порядок реалізації експериментального проекту щодо впровадження електронного документообігу електронної товарно-транспортної накладної», яким встановлено «процедуру впровадження та умови функціонування електронного документообігу і реєстрації товарно-транспортної накладної в електронній формі (далі – е-ТТН)». Це також можна віднести до переваг автоматизованих систем управління транспортом.

Серед сучасних TMS систем можна назвати такі системи як: SAP Transportation Management (SAP TM), SMART TMS, Logist.UA, ABM Rinkai TMS, Ant Logistics, Qguar TMS, ITOGO.TMS та інші. Більшість з них в тій чи іншій мірі володіють тими можливостями автоматизації логістичного процесу, які вказані вище.

При виборі відповідної системи потрібно враховувати специфіку діяльності і обсяги перевезень підприємства. Потреба в TMS виникає, наприклад, коли на транспортній фірмі збільшується кількість замовлень і зменшуються строки їх реалізації в такій мірі, що в ручному режимі ефективно керувати таким процесом неможливо. Систем управління транспортом потрібна для таких підприємств як транспортні служби роздрібних мереж, логістичні служби, компанії, що займаються кур’єрською доставкою, компанії перевізники тощо. При впровадженні вказаних систем важливо врахувати відповідність між можливостями системи і потребами клієнта. Тому фірмам потрібно замовляти розробку відповідного програмного забезпечення саме під свої формати користування або максимально кастомізовувати уже готові програмні комплекси.

Висновки

Автоматизація логістики транспортно-вантажних перевезень дозволяє використовувати сучасні інформаційні технології для оптимізації управління даним процесом, скорочення витрат, підвищення якості послуг. При цьому забезпечується зниження складності управління транспортуванням та ефективне інтегрування бізнес-процесів з логістичними процесами. Використання TMS систем дозволяє впроваджувати нові стратегії в галузі транспорту, які забезпечують максимальне використання наявних засобів з мінімальними витратами. Перспективні напрямки розвитку автоматизації логістики на сучасному етапі визначають хмарні технології, використання штучного інтелекту, BIG DATA та Blockchain, які забезпечують синергетичне об’єднання ресурсів і можливостей усіх учасників транспортно-вантажних перевезень.

Список літератури

1. Нефьодов, Л. Багатокритеріальна математична модель вибору постачальників товарів, об’ємів закупівлі та маршрутів доставки товару до дистриб’ютора / Леонід Нефьодов, Дмитро Маркозов // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2012. – Т. 1, N 2(55). – С. 45-51/.

2. Довгунь О. С. Автоматизація логістики: сучасні рішення та перспективи / О. С. Довгунь, К. З. Стасюк // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія : Економіка. - 2017. - Вип. 2. - С. 187-191.

ДІДЖИТАЛІЗАЦІЯ, ЯК ОСНОВА РОЗУМНОЇ ЛОГІСТИКИ

Ольга ВЛАСЕНКО[1], канд. екон. наук, доц, Радомир ШВАЧКА[1], магістр, Аліна ЛУК'ЯНОВА[1], магістр

[1] Одеський національний морський університет (Україна)

Ключові слова: діджиталізація, розумна логістика, Blockchain, TradeLens

Вступ. Діджиталізація – це загальний термін для позначення цифрової трансформації суспільства та економіки. Він описує перехід від індустріальної епохи й аналогових технологій до епохи знань і творчості, що характеризується цифровими технологіями та інноваціями в цифровому бізнесі [1].

Діджиталізація бізнесу – рушійна сила, що сприяє його просуванню. Її основні переваги:

- економія часу і підвищення продуктивності – автоматизація виробництва та інших внутрішніх процесів компанії;
- оптимізація та покращення комунікацій – як внутрішніх, так і зовнішніх;
- можливості крос-продажів/upsell-продажів – вихід на новий рівень обслуговування клієнтів і заохочення їх до придбання більшої кількості продуктів;
- конкурентні можливості за рахунок поліпшення клієнтського досвіду і загальної оптимізації робочого процесу [2].

Жоден сучасний бізнес не зможе існувати в довгостроковій перспективі без розробки стратегії цифровий трансформації. Ми спостерігаємо стрімке прискорення тенденцій, що до сьогодні набирали популярність дуже повільно. Швидше за все, саме вони визначатимуть майбутнє бізнесу протягом наступних років. Діджиталізація послуг, як і діджиталізація держави і технології у цілому, вже врятували мільйони робочих місць у пандемію викликану через Covid-19.

У 2022 році глобальні витрати на цифрову трансформацію бізнес-практик, продуктів і організацій досягнуть 1,8 трлн доларів США, що на 17,6% більше, ніж у 2021 році [3].

Пріоритети цифрової трансформації у 2022 році, включають підтримку та інфраструктуру бек-офісу, інтелектуальне виробництво та оптимізацію цифрового ланцюжка поставок. Згідно з даними International Data Corporation, інвестиції в цифрову трансформацію цього року за цими напрямами становитимуть понад 620 мільярдів доларів США [3].

Мета роботи. Оптимізація цифрового ланцюжка поставок, дуже важливий крок для України особливо після перемоги, коли прийде час відбудови наших міст, які зараз на тимчасово окупованій території України. Необхідність об'єднання різних сфер та систем, відкритість всіх процесів взаємодії та зменшення витратної складової на логістичні дії. Після війни нам потрібні швидке відновлення та перебудова у бік розумної логістики. У розгляді цих питань полягає основна мета роботи.

Виклад основного матеріалу дослідження. Понад 85% всього обсягу світової торгівлі здійснюється морем, також перевезення морем є найвигіднішим у співвідношенні обсягу та

ціни, лідер контейнерних перевезень Maersk та компанія IBM, створила цифрову платформу TradeLens, яка об'єднує всіх учасників перевезення.

Проте шлях до комерціалізації був довгим і дав важливі уроки для розгортання технології Blockchain (вибудуваний за певними правилами безперервний послідовний ланцюжок блоків, що містять інформацію [1]) та створення цінності бізнесу в міжорганізаційному контексті.

TradeLens трансформує глобальні ланцюги поставок у бік розумної логістики. Багато проблем, пов'язаних із налагодженням потоку цифрової інформації в міжнародній торгівлі, були зрозумілі протягом кількох десятиліть, але TradeLens і його новий технологічний дизайн, особливо технологія Blockchain, пропонують нове рішення, яке частково вирішує міжорганізаційні проблеми.

TradeLens містить платформу з підтримкою Blockchain для відстеження транспортних контейнерів і відповідної документації в глобальних ланцюгах поставок. Цифрові рішення проблем в міжнародних контейнерних перевезеннях досліджувалися з початку 2000-х років, але практики не знайшли жодного з них придатним для реальних рішень. Тим не менш, ряд досліджень і ініціатив стали основою для TradeLens. TradeLens пропонує як інфраструктуру інформації про з'єднання, так і механізм на основі Blockchain для обміну інформацією про доставку, включаючи ключові торгові документи [4].

Станом на липень 2019 року TradeLens повідомляв, що щотижня обробляє понад 10 мільйонів подій і понад 100 тисяч документів, але кількість відвантажених контейнерів, які обробляє TradeLens, не розголошується. Однак зростаюча екосистема TradeLens наразі включає понад 100 організацій, на які разом потенційно припадає 60% світової контейнерної торгівлі. Найважливішими учасниками екосистеми є провідні перевізники, у тому числі Maersk, MSC, CMA CGM, Hapag-Lloyd і ONE (Ocean Network Express), а також провідні оператори портів/терміналів, у тому числі PSA International, Hutchison Port Holdings, APM Terminals (належить Maersk), DP World і China Merchant Holdings International [4].

Основна проблема, яку вирішує рішення TradeLens, полягає в забезпеченні бізнес-цінності з одночасним подоланням неефективності та ризиків безпеки глобальних ланцюгів поставок, які покладаються на контейнерні перевезення. Ці ланцюжки поставок відіграють важливу роль в економічному зростанні, соціальному добробуті та людському розвитку в усьому світі. Сьогодні глобальні ланцюги поставок забезпечують доставку приблизно 90% усіх товарів, а в 2017 році вони оцінювалися в 17,73 трильйона доларів США (64%) [5]. За винятком масових товарів і великогабаритних товарів, більшість цих товарів доставляється в одному з приблизно 20 мільйонів контейнерів, що транспортується 5152 глибоководними контейнеровозами, причому найбільші контейнеровози перевозять більше 24 000 контейнерів [4].

Розглянемо схему взаємодії учасників транспортного процесу без впровадження TradeLens, рис. 1.

Слід констатувати, що взаємодія учасників транспортного процесу без впровадження TradeLens неефективна і обтяжена паперовими процесами:

- Інформація зберігається у паперовому та різних цифрових форматах у десятків постачальників послуг по всьому ланцюжку поставок, що потребує складного, громіздкого та дорогого обміну повідомленнями між одноранговими вузлами. Результатом є суперечлива інформація за межами організації, затримка в отриманні інформації про відвантаження та сліпі зони, що перешкоджають ефективному потоку товарів;
- Збір та обробка актуальних даних, а також неефективний обмін торговими документами вимагають ручних перевірок та частих наступних перевірок та призводять до помилок, затримок та високих витрат на дотримання вимог. Несвоєчасне подання документів є звичайним явищем через відсутність інформації;

• В оцінках ризиків митними органами відсутня достатня та достовірна інформація, що призводить до високої частоти перевірок, додаткових заходів щодо запобігання шахрайству та підробкам та затримкам митного очищення;

• Нездатність ефективно прогнозувати і планувати, усувати збії в ланцюжку поставок у режимі реального часу та обмінюватися достовірною інформацією по всьому ланцюжку поставок призводить до надмірного запасу резервних запасів, високих адміністративних витрат, операційних проблем і, зрештою, поганого обслуговування клієнтів.

Рисунок 1 – Схема взаємодії учасників транспортного процесу без впровадження TradeLens

Після впровадження TradeLens відбудеться оцифровка ланцюжка поставок та удосконалення схеми взаємодії учасників транспортного процесу у бік розумної логістики:

• Об’єднання всіх сторін в ланцюжку постачання, включаючи трейдерів, експедиторів, внутрішній транспорт, порти та термінали, океанські перевізники, митні та інші державні органи, на платформі на основі Blockchain з безпечною системою дозволів;

• Забезпечення плавного, безпечного обміну інформацією в режимі реального часу, дієвою інформацією про ланцюг поставок між усіма учасниками торгівлі, включаючи етапи доставки, деталі вантажу, торгові документи, структуровані дані, вбудовані в торгові документи, митні документи, показання датчиків тощо;

• Діджиталізація та автоматизація міжорганізаційних бізнес-процесів, які невід’ємні від глобальної торгівлі, включно з імпортним та експортним очищенням, за допомогою Blockchain, що забезпечує безпечні, контрольовані та незаперечні транзакції;

• Стимулювання постіного вдосконалення та інновації, завдяки відкритому непатентованому API, використанню стандартів і сприянню сумісності, а також запуску Applications Marketplace, який сторони можуть використовувати для створення та розгортання програм на основі TradeLens для себе та своїх партнерів та їхніх клієнтів [6].

Розглянемо схему взаємодії учасників транспортного процесу після впровадження TradeLens, рис. 2.

Рисунок 2 – Схема взаємодії учасників транспортного процесу після впровадження TradeLens

До екосистеми TradeLens, слід віднести:

Океанських перевізників. Надають план транспортування, інформацію про стан відправлення через океанську частину та важливі документи, такі як BOL; доступ до наскрізних даних ланцюга поставок майже в режимі реального часу, включаючи події безпосередньо від вантажовідправника, інтермодального транспорту, митниці та 3PL;

Порти / Операторів терміналів. Надають інформацію про розміщення вантажу в межах порту/терміналу; доступ до інформації майже в режимі реального часу для збагачення співпраці портів і покращення термінального планування;

Інтермодальних операторів. Надають плани транспортування та інформацію про розміщення вантажів, що перевозяться вантажівками, залізницею, баржами тощо; покращують планування та використання активів, надавши доступ майже в реальному часі до наскрізних подій ланцюга поставок;

Органи державної влади. Надають інформацію про статус митного оформлення експорту та імпорту для відправлень в країну та з країни; доступ до наскрізної інформації про ланцюг поставок для покращення митного оформлення та оцінки ризиків.

Вантажовідправників. Залучають до платформи як до споживача інформації про доставку, щоб покращити управління ланцюгом постачання, як засіб співпраці з партнерами ланцюга постачання та як спосіб оптимізації очищення;

Експедиторів. Взаємодіють з платформою як споживачі інформації про доставку, засобом співпраці з клієнтами та партнерами в ланцюжку постачання та способом покращення можливостей митного брокерства;

- Фінансові установи. Взаємодіють з платформою як споживачі інформації про ланцюг поставок для різних цілей торгового фінансування, страхування та інших цілей, щоб зменшити ризик шахрайства та збільшити швидкість і гнучкість для клієнтів [6].

Висновки. В результаті діджиталізації логістичної системи України шляхом долучення до TradeLens та переходу до розумної логістики, держава отримає наступні переваги:

- Більш повну інформацію, доступну раніше та з кращим походженням, дозволить краще орієнтуватися та приймати ефективніші рішення щодо того, які контейнери чи документи потребують перевірки. Учасники транспортного процесу, які бажають поділитися своїми даними, стикаються з меншими затримками через перевірки;
- Зменшення паперової роботи вручну та забезпечення автоматизації, дозволяє органам влади зосереджуватися на більш важливих видах діяльності;
- Забезпечення прозорості усього життєвого циклу контейнерних перевезень, надаючи органам влади більш повну інформацію для підтримки та планування діяльності з оцінки;
- Перешкоджання спокусі неправильного декларування товарів, оскільки оригінальна транспортна документація є легкодоступною;
- Збільшення ймовірності виявлення зловмисників завдяки більш надійному, незмінному журналу аудиту документів і даних про події;
- Полегшення обміну документами та інформацією про статус і робочі процеси затвердження між державними установами в країні та з іншими країнами;
- Спрощення торгівлі, оскільки митні органи можуть отримати доступ до додаткових документів, коли це потрібно для контролю, не додаючи робочого навантаження для трейдерів.

В результаті діджиталізації логістичної системи України шляхом долучення до TradeLens та переходу до розумної логістики, логістичні компанії отримують наступні переваги:

- Загальну наскрізну платформу, яка забезпечує єдине стандартне джерело даних про події у ланцюзі постачання, що забезпечує швидше та покращене обслуговування клієнтів;
- Зменшення витрат завдяки наявності централізованої інформаційної магістралі;
- Численні механізми для отримання даних внутрішнього транспорту (інтеграція API, мобільні додатки, пристрої IOT) дозволяють використовувати стратегію пошуку, більш орієнтовану на вартість, і надають клієнтам майже миттєву інформацію про події на одній платформі;
- Історичні та поточні дані від усіх учасників мережі постачання дають змогу ефективно планувати логістику, що сприяє підвищенню задоволеності клієнтів;
- Покращують конкурентоспроможність за рахунок зменшення витрат на збір інформації та збільшення уваги до цінності послуг, таких як комплаєнс;
- Значно скорочується час на виправлення помилок в документації, з’єднуючи вихідні документи з митними документами через безпечний контрольний слід;
- Чіткий аудиторський слід, походження даних і швидша доступність інформації полегшують уникнення проблем, а також допомагають діагностувати та виправляти їх, коли вони виникають.

Список літератури

1. IT-Enterprise. https://www.it.ua/knowledge-base/technology-innovation/blockchain (переглянуто 11 листопада 2022 р.).

2. Evergreen. https://evergreens.com.ua/ua/articles/business-digitalization.html (переглянуто 11 листопада 2022 р.).

3. Economics Times CIO. https://cio.economictimes.indiatimes.com/news/business-analytics/global-digital-transformation-spending-to-reach-1-8-trillion-thisyear/91585794?redirect=1 (переглянуто 11 листопада 2022 р.).

4. AIS eLibrary. https://aisel.aisnet.org/misqe/vol18/iss4/5/ (переглянуто 11 листопада 2022 р.).

5. The World Trade Organization. https://www.wto.org/english/res_e/statis_e/wts2018_e/wts 2018_e.pdf (переглянуто 11 листопада 2022 р.).

6. SlidePlayer. https://slideplayer.com/slide/16138240/ (переглянуто 11 листопада 2022 р.).

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК КЛЮЧОВИЙ ЕЛЕМЕНТ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ПРОЦЕСУ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ

Андрій ГОЛОВАНЬ[1], канд.техн.наук, доц.

[1]Одеський національний морський університет (Україна)

Ключові слова: штучний інтелект, водний транспорт, стратегія, технічне обслуговування, ремонт, експлуатація

Вступ

Функціонування технічної експлуатації як виробничо-технічної системи пов'язане з витратами людської праці, матеріальних ресурсів, перетворенням енергії, укладеної в паливі, для забезпечення руху судна із заданою швидкістю, безпечного мореплавання, збереження перевезення вантажів і нормальних умов праці, побуту та відпочинку членів суднових екіпажів [1].

Всемірне підвищення ефективності функціонування будь-якої виробничої системи – головне завдання експлуатації.

Ефективність та якість технічної експлуатації оцінюється системою показників, основними з яких є: технічний стан суден, величина їхнього експлуатаційного періоду, використання проектної швидкості, витрати на технічну експлуатацію. Теорія та правила технічної експлуатації включають у поняття технічної експлуатації наступні процеси: технічне використання, технічне обслуговування та ремонт [2].

Мета роботи

До основних проблем підвищення якості та ефективності технічного використання належать: оптимізація навантажувальних режимів суднових енергетичних установок шляхом створення систем безперервного автоматичного централізованого контролю та аналізу теплового стану елементів, установок; скорочення витрат на паливо внаслідок використання найбільш раціональних видів палив та мастил, економного їх витрачання, дослідження нових раціональних рішень щодо обладнання систем підготовки палива в умовах періодичної зміни сортів палива в суднових дизелях, розширення електропостачання суден з берега при стоянках у портах [3].

Основні проблеми підвищення якості та ефективності технічного обслуговування та ремонту зводяться до зниження витрат експлуатаційного часу та засобів, необхідних для підтримки та відновлення працездатності та справності суден [4].

Одному із сучасних шляхів підвищення ефективності технічного обслуговування засобів водного транспорту та присвячена ця робота.

Виклад основного матеріалу дослідження

Існуючі стратегії технічного обслуговування та ремонту діляться на дві групи: коригувальне (реактивне) та профілактичне (проактивне) технічне обслуговування [5].

Відмінною рисою коригувального обслуговування є те, що воно виконується після збою як відкладене або як аварійне обслуговування.

Профілактичне обслуговування може бути спрямоване на запобігання збою, оцінку ризику виникнення збою або мінімізацію наслідків збою. Профілактичне - це тип технічного

обслуговування, яке виконується з регулярним періодом, поки обладнання все ще працює, і виконується з метою зниження ймовірності відмови або запобігання відмови. Відмінною рисою профілактичного обслуговування є те, що воно виконується до того, як відбудеться збій.

Найбільш ефективною із існуючих стратегій є обслуговування на основі прогнозування зміни технічного стану. Але при цьому вона є традиційним підходом до виявлення та прогнозування відмов основою якого є правила та фізичні моделі, на розробку яких йдуть роки і які характеризується недоліком – старіють, якщо змінюється навіть один елемент механізму чи обладнання.

Новим сучасним підходом до технічного обслуговування та ремонту засобів водного транспорту (ЗВТ) є комбінування прикладного штучного інтелекту та обслуговування на основі прогнозування зміни технічного стану. В результаті якого створено нову стратегію технічного обслуговування та ремонту ЗВТ – інтелектуальне прогностичне обслуговування.

Нова стратегія лягла в основу і знайшла застосування у створеному нами рішенні «Water Vehicle Predictive Maintenance System» (WVPMS) [6].

В даний час штучний інтелект широко обговорюється, однак він не «чарівна паличка». Важко вирішені проблеми вимагають застосування прикладного штучного інтелекту: це наш унікальний підхід, що поєднує штучний інтелект з даними, аналітикою та автоматизацією в рамках сміливої стратегії перетворення технічної експлуатації ЗВТ – не автономно, а з масштабуванням усіх функцій та процесів.

Завдяки широким можливостям застосування та великої кількості джерел даних прикладний штучний інтелект сприяє зниженню капітальних та експлуатаційних витрат на технічну експлуатацію.

Ми оптимізували рішення за допомогою набору аналітичних даних, протоколів Інтернету речей, гнучкого переходу від локального середовища до хмарних рішень, ретельно підібраної команди технічних фахівців з інтелектуальної власності та надійної системи безпеки.

Висновки

Впровадження рішення WVPMS, що реалізує стратегію інтелектуального прогностичного технічного обслуговування та ремонту засобів водного транспорту, дозволяє:

• своєчасно виявляти тенденції до відмови механізмів і обладнання на водному транспорті

• мінімізувати незаплановані простої, що обходяться судновласникам в сотні млн дол. США упущеної вигоди

• суттєво зменшити, прогнозувати та ефективно керувати часом протягом якого, через несправності, судно не виконує роботу, і судновласник не отримує денну ставку за судно

• заздалегідь врахувати множину факторів що знижують ефективність використання засобів водного транспорту та впливають на тривалість ремонту, наприклад необхідності розбирання, транспортування, ремонту і складання несправних механізмів і обладнання.

Список літератури

1. Gritsuk I, Kurtsev M, Ischuka O and Vrublevskyi R 2020 Aspects of remote monitoring of the transport vessel under operating conditions. ICTE in Transportation and Logistics 2019 pp 295-301 https://doi.org/10.1007/978-3-030-39688-6_37

2. Rudenko S, Gritsuk I and Shakhov A 2018 Improving the process of vehicle units diagnosis by applying harmonic analysis to the processing of discrete signals SAE Technical Paper 2018-01-1774 https://doi.org/10.4271/2018-01-1774

3. Gritsuk I, Rudenko S, Saravas V, Shakhov A and Shumylo O 2019 "Aspects of forming the information V2I model of the transport vessel IEEE Int. Conf. on Modern Electrical and Energy Systems pp 390-393, https://doi.org/10.1109/MEES.2019.8896595

4. Honcharuk I, Gritsuk I, Popeliuk V and Sherstyuk O 2020 Features of mathematical modeling in the problems of determining the power of a turbocharged engine according to the characteristics of the turbocharger SAE Int. J. Engines 13(1) 5-16 https://doi.org/10.4271/03-13-01-0001

5. I Honcharuk et al 2021 Increase of Technical Condition Control Efficiency of Marine Railways, IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1199 012051

6. A Golovan et al 2021 System of Water Vehicle Power Plant Remote Condition Monitoring, IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1199 012049, https://doi.org/10.1088/1757-899X/1199/1/012049

ОСОБЛИВОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В УМОВАХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ НОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ І КЕРУВАННЯ ПАЛИВНОЮ ЕКОНОМІЧНІСТЮ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

Ігор ГРИЦУК[1], проф, д-р.техн.наук, Володимир ВОЛКОВ[2], проф, д-р.техн.наук,
Євген УКРАЇНСЬКИЙ[3], доц. канд.техн.наук, Вікторія РИЖОВА[4], ст. викл.

[1] Херсонська державна морська академія (Україна)
[2] Харківський національний автомобільно-дорожній університет (Україна)
[3] Національний авіаційний університет (Україна)
[4] Міжнародний технологічний университет "Миколаївська політехніка" (Україна)

Ключові слова: інтелектуальні транспортні системи, транспортний засіб, нормування, показник, паливо, економічність, умови експлуатації

Вступ

В практиці експлуатації транспортних засобів (ТЗ) багато уваги приділяється нормуванню експлуатаційних показників, визначенню і отриманню параметрів витрати палива, технічного стану та швидкості руху тощо. Однак, широко автоматизоване поєднання в умовах інтелектуальних транспортних систем, нормування, дистанційного оперативного контролю витрати палива і керування паливною економічністю транспортного засобу з урахуванням умов експлуатації, інформації про технічний стан, режими роботи операторів, їх фізичним станом тощо ще не здійснювалось [1-4]. Без засобів інтелектуальних транспортних систем, інфраструктурного середовища, точної інформації про нормоутворюючі показники експлуатації ТЗ, про витрату палива та швидкість руху важко проаналізувати зміну робочих параметрів і здійснювати забезпечення паливної економічності ТЗ, керування технічними впливами тощо. Як правило, технічні служби і власники ТЗ отримують всю необхідну інформацію поступово, із значним запізненням. Тому транспортні компанії використовують лише окремі показники своєї роботи у поєднанні з окремими, найнеобхіднішими, параметрами транспортного засобу. Спостереження та аналіз нормоутворюючих показників, показників паливної економічності і швидкісного режиму в реальних експлуатаційних умовах здійснюється після повернення ТЗ з маршруту. Практика експлуатації транспортного засобу вимагає забезпечення віддаленого нормування, оперативного контролю і забезпечення раціональної витрати палива та параметрів стану транспортного засобу з урахуванням відповідних умов експлуатації в інфраструктурному середовищі на основі інтелектуальних транспортних систем.

Мета роботи

Метою роботи є формування і використання засобами інтелектуальних транспортних систем методу дистанційного оперативного контролю, нормування і забезпечення паливної економічності транспортного засобу у змінних умовах експлуатаційної взаємодії з інфраструктурою.

Виклад основного матеріалу дослідження Для вирішення поставлених завдань авторами запропонована структурно-логічна схема (рис. 1) системного вирішення задач забезпечення нормування і керування показниками паливною економічністю транспортних засобів в інфраструктурному середовищі на основі інтелектуальних транспортних систем. Процеси вирішення поставлених задач базуються на реалізації системної взаємодії трьох взаємопов'язаних складових: процесної, інформаційної і аналітичної (рис. 1). Для нормування і підвищення паливної економічності транспортних засобів та функціонування процесної і аналітичної складових реалізується інформаційна, яка передбачає забезпечення ідентифікації двигуна і ТЗ, додаткових датчиків, засобів інфраструктури у процесах транспортування вантажів, моніторинг параметрів технічного стану і витрати палива транспортним двигуном і ТЗ (в тому числі у складі автопоїзда), збирання і зберігання отриманих результатів в умовах ITS [1-4]. Для вирішення поставлених в роботі завдань в якості методологічної основи дослідження використовувався системний підхід. Відповідно до свого визначення, системність являла собою сукупність взаємопов'язаних елементів, що взаємодіють між собою для досягнення поставленої мети.

Процес формування засобами інтелектуальних транспортних систем методу забезпечення паливної економічності транспортного засобу у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем передбачає уточнення інформації про витрату палива, фактичний технічний стан, методи й засоби їх реалізації.

Цільовим функціоналом дослідження, а саме – процесу забезпечення нормування і підвищення паливної економічності транспортних засобів в умовах експлуатації ($Q(G_{ПІt})$), є поєднання об'єктивних і суб'єктивних факторів експлуатації ТЗ, що забезпечують мінімальну витрату палива, які визначені, виходячи з аналізу виконаних раніше робіт. Об'єктивні фактори залежать від особливостей нормування і витрати палива на маршруті (частині маршруту) (M_{i1}), повної маси (M_{i2}) ТЗ і умов експлуатації (M_{i3}) ТЗ зі складовими: дорожніми (M_{13}), транспортними (M_{23}), природно-кліматичними (M_{33}) і культурою праці (M_{43}). Суб'єктивні фактори залежать від технічного стану ТЗ (T_{ST3}) і режимів управління ТЗ (P_{DU}). Запропонований функціонал можливо представити у такому вигляді:

$$\begin{cases} Q\left(G_{ПІt}\right) = F_t\left(\left(M_{i1}, M_{i2}, M_{i3}\left(M_{13}, M_{23}, M_{33}, M_{43}\right)\right); (T_{ST3}, P_{DU})\right) \to \max \\ G_{ПІt} \to \min \end{cases}. \quad (1)$$

Особливістю показаного функціоналу є те, що одночасно вирішується мінімаксна задача, а саме: паливна економічність ТЗ в умовах експлуатації ($Q(G_{ПІt})$) прагне досягти максимуму, при тому, що $G_{ПІt}$ прагне досягти мінімальних значень. При урахуванні факторів, що впливають на досягнення вказаних параметрів, можливо виділити конструкційні фактори і особливості ТЗ, його технічний стан, умови експлуатації і режими управління. Кожен з основних впливаючих факторів має суттєві особливості у своєму складі.

Вказану задачу на основі інформації про параметри витрати палива, швидкості і технічного стану можливо виразити, як складну функцію в реалізації відповідних задач, показаних у відповідності до (1) у рівнянні (2) [1 - 4]:

$$\begin{cases} F_{Gtp}\left(\bar{H}_t, t, \Delta t, \bar{X}_i(t), \bar{X}_i(t-\Delta t), ..., \bar{X}_i(t-n\Delta t), DK_{ti}\right) = S_{GП}; \\ S_{GП} = \Omega_l^{m_i}\left(e_Q, r\right)^j; \\ S_{GП} = F_{Gtp}\left(S_{T3S}; S_{T3L}; S_{T3M}\right); \\ S_{GП} = F_{Gtp}\left(\left(M_{i1}, M_{i2}, M_{i3}\right); \left(T_{ST3}, P_{DU}\right)\right); \\ M_{i1} = F_{i1i}\left(\bar{X}_{GMti}(t)\right); \\ M_{i2} = F_{i2i}\left(\bar{X}_{G2ti}(t)\right); \\ M_{i3} = F_{i3i}\left(\left(\bar{X}_{Mt13i}(t)\right); \left(\bar{X}_{Mt23i}(t)\right); \left(\bar{X}_{Mt33i}(t)\right); \left(\bar{X}_{Mt43i}(t)\right)\right); \\ T_{ST3} = F_{ST3i}\left(\left(\bar{X}_{GMti}(t)\right), DK_{ti}\right); \\ P_{DU} = F_{DUi}\left(\bar{X}_{DUti} t(t)\right). \end{cases}, \quad (2)$$

де F_{Gtp} – інформація про параметри витрати палива і технічного стану ТЗ у змінних умовах експлуатації у взаємодії з інфраструктурою; $\overline{H}_t$ – вектор органа(ів) керування двигуном (в тому числі ТЗ у складі автопоїзда) в часі t; t – поточний час; Δt - інтервал між вимірюваннями; n – кількість інтервалів у минулому; $\overline{X}_i(t)$ при $i = 1,..., m$ – параметри витрати палива і характеристики технічного стану в процесах моніторингу у змінних умовах експлуатаційної взаємодії з інфраструктурою, що виміряні і входять в перелік ретроспективних факторів (швидкість ТЗ, завантаження вантажного автопоїзда тощо); m – кількість вимірюваних параметрів і характеристик; DK_{ti} –статус несправностей ТЗ на основі результатів їх визначення; Ω - оператор відображення; $S_{G\text{п}}$ – система (багаторозмірний показник) забезпечення паливної економічності ТЗ (в тому числі у складі автопоїзда) у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем (у даному випадку система $S_{G\text{п}}$ - це відображення властивостей складових (підоб'єктів) e_Q і їх r відношень для m_i в частині J в l, підоб'єктів отримання інформації і підоб'єктів забезпечення паливної економічності у складових);

Рисунок 1 - Функціональна схема формування методу забезпечення нормування показників експлуатації і керування паливною економічністю транспортного засобу у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем

m_i –кількість засобів отримання інформації про параметри стану ТЗ; l – зв'язки між складовими елементами (засобами) спостереження та самими об'єктами забезпечення паливної економічності ТЗ; e_Q - множина підоб'єктів забезпечення паливної економічності ТЗ; r - множина відношень між ними; J – завдання оперативного контролю і управління; S_{TZS} - складова функціоналу забезпечення $S_{G\text{п}}$ інформацією про експлуатацію ТЗ на основі серверних рішень

виконання моніторингу; S_{T3L} - складова функціоналу забезпечення $S_{G\text{п}}$ інформацією про застосування за призначенням і експлуатацію на основі локального джерела інформації виконання моніторингу; S_{T3M} - складова функціоналу забезпечення $S_{G\text{п}}$ інформацією про експлуатацію ТЗ на основі мережевих баз даних виконання моніторингу; F_{Gtp} – інформація про параметри процесу підвищення паливної економічності транспортних засобів в умовах експлуатації (*1*), як поєднання об'єктивних і суб'єктивних факторів експлуатації ТЗ; F_{i1i} – інформація про параметри нормування витрати палива на маршруті (частині маршруту) ТЗ ; F_{i2i} – інформація про параметри повної маси ТЗ; F_{i3i} – інформація про параметри умов експлуатації ТЗ з наступними складовими: дорожні, транспортні, природно-кліматичні і культури праці у змінних умовах експлуатації у взаємодії з інфраструктурою; F_{ST3i} – інформація про параметри технічного стану ТЗ; F_{DUi} – інформація про параметри режимів управління ТЗ; $\bar{X}_{GMti}(t)$ при $i = 1,..., m$ – параметри нормування витрати палива на маршруті (частині маршруту) ТЗ, що виміряні і входять в перелік ретроспективних факторів; $\bar{X}_{G2ti}(t)$ при $i = 1,..., m$ – параметри повної маси (M_{i2}) ТЗ категорії N3; $\bar{X}_{Mt13i}(t)$, $\bar{X}_{Mt23i}(t)$, $\bar{X}_{Mt33i}(t)$, $\bar{X}_{Mt43i}(t)$ при $i = 1,..., m$ – параметри умов експлуатації ТЗ з наступними складовими (відповідно): дорожні, транспортні, природно-кліматичні і культури праці у змінних умовах експлуатації у взаємодії з інфраструктурою, що виміряні і входять в перелік ретроспективних факторів; $\bar{X}_{GMti}(t)$ - при $i = 1,..., m$ – параметри технічного стану ТЗ в процесах моніторингу, що виміряні і входять в перелік ретроспективних факторів; $\bar{X}_{DUti}t(t)$ - при $i = 1,..., m$ – параметри режимів управління ТЗ.

Процесна складова системи формує забезпечення нормування і паливної економічності транспортного засобу у змінних умовах експлуатації на основі інформації оперативного контролю. Аналітична складова призначена для оцінки граничних значень, формування оптимальних характеристик і прогнозування параметрів технічного стану та витрати палива двигуном і ТЗ у процесах транспортування пасажирів і вантажів. Також аналітична складова виконує розрахунково-аналітичне формування відповідної складової виконання оперативного контролю і, в цілому, забезпечення паливної економічності транспортного засобу в його окремих складових при відтворенні процесів забезпечення паливної економічності.

Вибір способу забезпечення паливної економічності транспортного засобу у змінних умовах експлуатаційної взаємодії з інфраструктурою засобами інтелектуальних транспортних систем здійснювався на основі удосконаленого методу визначення і розрахунку витрати палива за рахунок відповідних розрахункових модулів (рис. 1), як вибір та використання того чи іншого способу коректування витрати палива за рахунок маси вантажу, що транспортується ТЗ, швидкісного режиму, нормативної витрати палива на маршруті, коректування нормативів ТО і ПР і режимів керування ТЗ в заданих умовах експлуатації тощо. Особливість представленого удосконаленого методу визначення і розрахунку витрати палива полягає у розрахунково-аналітичному супроводі процесів експлуатації ТЗ і для оцінювання паливної економічності ТЗ. У попередніх дослідженнях не використовувався такий підхід саме для ТЗ при одночасному використанні розрахункових модулів з удосконаленими методами застосування в них отриманих в результаті моніторингу значень залежностей зміни маси вантажу, що транспортується ТЗ, швидкісного режиму ТЗ, коректування нормативів ТО і ПР тощо. Причому, вказане вище, безперервне оцінювання відбувалось для процесів використання ТЗ з урахуванням змінних умов і специфіки експлуатації в інфраструктурному середовищі на основі інтелектуальних транспортних систем.

Для використання аналітичної складової виконано вибір та удосконалення математичних моделей розрахунку показників паливної економічності в умовах експлуатації. За результатами експериментальних досліджень в інфраструктурному середовищі на основі інтелектуальних транспортних систем, які проводились за планом факторного експерименту, визначені коефіцієнти поліноміальних залежностей і величини показників витрати палива ТЗ в заданих точках.

Висновки

Показано, що цільовим функціоналом дослідження є поєднання об'єктивних і суб'єктивних факторів експлуатації ТЗ в інфраструктурному середовищі на основі інтелектуальних транспортних систем, що забезпечують нормування і мінімальну витрату палива. При цьому одночасно вирішується мінімаксна задача, а саме: паливна економічність ТЗ в умовах експлуатації прагне досягти максимуму, при тому, що витрата палива прагне досягти мінімальних значень. Сформульований загальний підхід до формування і використання методу забезпечення нормування і паливної економічності транспортного засобу у змінних умовах експлуатації засобами оперативного контролю на основі інтелектуальних транспортних систем. Процеси вирішення поставлених задач базуються на реалізації системної взаємодії трьох взаємопов'язаних складових: процесної, інформаційної і аналітичної.

Для дослідження та обґрунтування нормування і параметрів паливної економічності був розроблений метод визначення і розрахунку витрати палива транспортних засобів в умовах експлуатації на основі інтелектуальних транспортних систем, особливість якого полягає в тому, що він передбачає спільне використання всіх наявних методів і засобів отримання інформації про процеси експлуатації ТЗ, про витрату палива, параметри технічного стану і швидкість.

Список літератури

1. І. В. Грицук, В. П. Волков, Є. О. Український, М. В. Володарець, Т. В. Макарова, і В. Ю. Рижова, «Особливості забезпечення нормування показників і керування паливною економічністю транспортного засобу в умовах експлуатації», ВМТ, вип. 15, вип. 1, с. 52–57, Лип 2022.

2. Інформаційні системи моніторингу технічного стану автомобілів: монографія / В.П. Волков, та ін. ; під ред. В.П. Волкова. Харків : Вид-во Панов А.М., 2018. 298 с.

3. Говорущенко Н.Я., Туренко А.Н. Системотехника транспорта. Изд. 2-е, перераб. и доп. Харьков : РИО ХГАДТУ, 1999. 468с.

4. Методи системного аналізу властивостей автомобільної техніки: навч. посіб. / М.Ф. Дмитриченко, В.П. Матейчик, О.К. Грищук, М.П. Цюман. Киев : НТУ, 2014. 168с.

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ЩОДО ЕКОЛОГІЗАЦІЇ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Олеся ГРЄКОВА[1], аспірант, асистент, Ірина ТКАЧЕНКО[1], канд. техн. наук, доц.,
Андрій ГАЛКІН[1], д-р. техн. наук, проф.

[1] Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова (Україна)

Ключові слова: життєвий цикл, тарно-штучна одиниця, розумна упаковка, LPI, індекс екологічно-соціальної сталості

Вступ

Глобальна логістика відіграє вирішальну роль у глобальному управлінні ланцюгом поставок. Управління логістикою включає низку інтегрованих заходів, що охоплюють обробку інформації, транспортування вантажів, обробку матеріалів, зберігання запасів і обмін інформацією з учасниками ланцюга поставок, залученими до переміщення продуктів

[1]. В останні десятиліття глобальна логістика стала сферою інтересу для практиків і науковців через її вплив на соціальні, економічні та екологічні фактори [2]. Ряд підприємств з метою досягнення соціальних, екологічних та економічних переваг запровадили екологічні практики у своїх ланцюгах постачання. Однак екологічні практики зазвичай додають величезних витрат через недостатню обізнаність споживачів і державну підтримку з точки зору недостатньо екологічних законів і правил [3-4]. Під час впровадження екологічних практик ланцюга постачання учасники цього процесу відіграють важливі та різні ролі. До них належать громадські активісти, державні регулюючі органи, міжнародні конкуренти та неурядові організації, усі вони є факторами, що спонукають фірми прийняти певний рівень зобов'язань щодо захисту екологічної стійкості [5].

Розповсюдження тарно-штучних одиниць та вихідні процеси важливі для багатьох компаній, оскільки вони безпосередньо пов'язують їх із клієнтами в ланцюжку створення вартості. Вимоги ринку та споживачів щодо якості, швидкості, а також інформаційної та сервісної орієнтації логістичних процесів мають значення з точки зору загальної оцінки та задоволеності. У той же час є значні переваги та недоліки щодо вартості. У секторі торгівлі та роздрібної торгівлі це операційне поле має велике стратегічне значення та тісно пов'язане з електронною комерцією чи багатоканальними стратегіями. Можна сказати, що вся досконалість, а також якість продуктів і послуг, створена протягом усього ланцюжка створення вартості, можуть бути доставлені або знищені в межах останніх-миль дистрибуції, точки продажу та контакту з клієнтами.

Мета роботи

В останні роки розроблено багато заходів щодо покращення стану навколишнього середовища. Кожен з них можна оцінити за допомогою різних показників. Тож метою роботи є дослідження індексів ефективності розроблених заходів.

Виклад основного матеріалу дослідження

Занепокоєння щодо споживання ресурсів і утворення відходів в процесі життєвого циклу товару призвело до запровадження у багатьох європейських країнах урядової політики та нормативних актів спрямованих сприянню управлінню продукцією та збільшенню рівня переробки. Наприклад, перша Австралійська національна угода про упаковку (NPC) (1999–2005) була спрямована на «управління життєвим циклом» споживчої упаковки. Другий NPC (2005–2010 рр.) включає транспортну упаковку. Хоча споживча упаковка становить приблизно 70–80% вартості упаковки, решта 20–30% все ще є значними з точки зору вартості та впливу на навколишнє середовище [6].

Рисунок 1 – Життєвий цикл товару [7]

Життєвий цикл тарно-штучної одиниці (рис. 1) починається з етапу виготовлення сировини та транспортування від постачальників на фабрику. Наступний – виготовлення продукту, саме виробництво. Після розповсюдження готової тарно-штучної одиниці – безпосередній процес використання. Останній етап характеризується процесом утилізації. Впродовж всього циклу життя не включені такі фактори: неефективність використання енергії та матеріалів, відходи виробничого процесу, матеріали для обслуговування та ефективність переробки.

За останні роки сформувалась тенденція поліпшення стану навколишнього середовища. Так, до компаній, які залучені у життєвий цикл товарів, існує низка вимог. Компанії, які прагнуть зменшити вплив своїх продуктів і ланцюгів поставок на навколишнє середовище, стикаються з двома серйозними інформаційними проблемами. По-перше, вони повинні генерувати та інтерпретувати інформацію, необхідну для оцінки ефективності навколишнього середовища, і, по-друге, вони повинні надавати її особам, які мають змогу впливати на неї [8].

Таким чином, управління дистрибуцією є всеосяжною стратегічною концепцією, яка стосується ряду дій і процесів, таких як пакування, інвентаризація, складування та транспортування. Зазвичай це передбачає встановлення низки систем і процесів, серед них важливе місце займає пакування [9]. Оскільки значення упаковки постійно зростає, компанії повинні застосовувати більш інноваційний підхід до цього процесу в контексті екологічних інновацій [10-11]. Індустрія упаковки значною мірою піддається переходу від пасивної упаковки до інноваційної, що призводить до створення так званих «розумних упаковок». Компанії-виробники, переробники харчових продуктів, логістичні оператори, а також споживачі постійно вимагають більш інноваційної упаковки (smart/active packaging [11-12]), щоб виготовляти продукти, які відповідають стандартам у сфері якості, безпеки або ідентифікації продуктів у логістичному ланцюжку [13]. Наприклад, перехід від використання одноразового пакування до багаторазового [14], вторинної переробки [15]. Також залучення механізованого помічника для ефективного генерування оптимальної схеми пакування того чи іншого товару та мінімізація кількості помилок [16].

Окрім інноваційних підходів до безпосереднього процесу пакування, дослідники також приділяють увагу оптимальному розміщенню тарно-штучних одиниць та мінімізації об’єму поставок. У результаті впровадження таких заходів зменшуються відходи від упаковки [6] (зменшення відходів сягає 30% [17]) та знижуються витрати на їх транспортування [18].

Запропоновані та впроваджені підходи до пакування направлені на покращення стану навколишнього середовища. Так як вони мають різний ступінь впливу, то потребують оцінки ефективності. Керівники операційного підрозділу при оцінці заходів мають звернути увагу на контроль процесу пакування з урахуванням дизайну та відповідних логістичних процесів [6,9], включити витрати й вплив змін на навколишнє середовище [9,19]. Більш сучасні дослідники мають думку, що увага в більшій мірі має приділятись логістиці та екологічним аспектам, і в меншій – маркетингу, тому що функція упаковки продукту в привабливий спосіб стала менш важливою [15]. Взаємодії між системою пакування та логістичними процесами дозволяють брати участь у діалозі фахівцям різних галузей на підприємстві та розуміти, де і як рішення щодо пакування та логістики можуть вплинути на продуктивність системи пакування та логістичних процесів у роздрібному ланцюзі поставок [20].

Для визначення оцінки розроблених заходів, використовуються різні показники. Одним з таких є Індекс Екологічно-Соціальної Сталості [21]. Тож, автори [21] наголосили, що саме внесок екологічної та соціальної сталості необхідно враховувати при оцінці заходів. Цей Індекс представлений на основі багатокритеріального прийняття рішень.

Також у роботі [22] представлено індикатор ефективності зеленої логістики (Logistics Performance Index–LPI), розроблений для оцінки ефективності впровадження інноваційних заходів. Показник представляє собою зв’язок між ефективністю екологічної логістики та наявністю (й кількістю) звітів про сталий розвиток у секторі логістики (Global Reporting Initiative). Дослідження надає переконливі докази того, що продуктивність інноваційних

логістичних заходів має позитивний зв'язок із рівнем звітності про сталий розвиток. Це справедливо для складного LPI.

Треба відмітити, що пакування має життєвий цикл (рис. 2). Слід розрізняти первинну, вторинну та третинну упаковку. Первинні упаковки містять основний продукт на шляху кінцевого споживача з магазину додому. Вторинні упаковки (транспортні), призначені для розміщення кількох первинних упаковок. Другу упаковку може взяти додому кінцевий споживач або роздрібні мережі як допоміжний засіб під час завантаження полиць. Третій рівень упаковки (третинні) починає використовуватися, коли кілька первинних або вторинних упаковок збираються, наприклад, на піддоні.

Як можна передбачити з рис. 2, існують різні цілі та функції упаковки залежно від типу та ролі упаковки, що використовується, і її місця в каналі розподілу [9]. Наразі для маркетингових цілей увага більше приділяється первинному пакуванню. Бо саме воно безпосередньо контактує з кінцевим споживачем. Але є екологічні, економічні та інші цілі, нехтувати якими не можна. Тож вторинна та третинна упаковки займають важливе місце в процесі пакування.

Рисунок 2 – Життєвий цикл та рівні системи пакування [3]

Також відомим прикладом переходу до розумного пакування є торгова група IKEA. Результатами впровадження інноваційних підходів пакування є скорочення використання кількості піддонів на 30%, що призводить до зменшення логістичних витрат та впливу на середовище. Точніше сказати викидів CO_2 стало на 21% менше. І прибуток збільшився завдяки оптимальному паруванню тарно-штучних одиниць [9].

Висновки

У роботі розглянуто різні заходи, що забезпечують зменшення впливу підприємств на навколишнє середовище. Задля розуміння ефективності того чи іншого, введено систему оцінок.

У реальному житті деякі країни вже використовують інноваційні підходи в процесі пакування та мають хороші результати. Так, у Нідерландах «розумна упаковка» робить кардинальний внесок у всі три амбіції логістичного сектора: обробка товарних потоків; управління ланцюгом; приваблива інноваційна країна. Саме цей підхід дає змогу реально використовувати вироблені товари та зменшувати потоки відходів. Це автоматично зменшує споживання енергії, викиди CO_2 і кількість персоналу. «Розумна упаковка» може підвищити ефективність підприємства на 10-12%, що дорівнює принаймні 10 мільярдам євро потенційної економії. Асоціація AIPIA (Active & Intelligent Packaging Industry Association) також організовує різноманітні глобальні заходи, які щороку залучають нову аудиторію: у США, Азії і на внутрішньому ринку в Нідерландах (у Beurs van Berlage в Амстердамі).

Тож, використовуючи індекси ефективності заходів для підприємства, можна їх оцінити та спрогнозувати оптимальний. У різних країнах маємо приклади різних заходів інноваційних технологій пакування, що покращили низку показників на підприємствах.

Список літератури

1. A. Martel, W. Klibi. “Supply chains: issues and opportunities.” in *Designing Value Creating Supply Chain Networks. Springer International Publishing*. (2016), pp. 1-43.
2. S. A. R. Khan, Q. Dong. “Does national scale economic and environmental indicators spur logistics performance? Evidence from UK.” in *Environ. Sci. Pollut. Control Ser.* 24 (34), 26692e26705. https://doi.org/10.1007/s11356-017-0222-9.
3. S. A. R. Khan, Q. Dong, Z. Yu. “Research on the measuring performance of green supply chain management: in the perspective of China.” in *Journal of Engineering Research in Africa.* (2016) vol. 27, 167-178. https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/JERA.27.167.
4. S. A. R. Khan, C. Jian, Y. Zhang, H. Golpîra, A. Kumar, A. Sharif. “Environmental, social and economic growth indicators spur logistics performance: from the perspective of South Asian Association for Regional Cooperation countries.” in *Journal of Cleaner Production.* (2019) vol. 214, pp.1011-1023.
5. E. Hassini, C. Surti, C. Searcy. “A literature review and a case study of sustainable supply chains with a focus on metrics.” in *Int. J. Prod. Econ.* (2012) vol. 140 (1), pp. 69-82. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.01.042.
6. K. Verghese, H. Lewis. “Environmental innovation in industrial packaging: a supply chain approach.” in *International Journal of Production Research.* (May 2007) vol. 45, no. 18-19, pp. 4381-4401.
7. Li Shuyun, “A case study by life cycle assessment.” in *AIP Conference Proceedings*. (8 May, 2017) Vol. 1839. No. 1. AIP Publishing LLC
8. C. Early, R. Geyer, T. Kidman. “Informing Packaging Design Decisions at Toyota Motor Sales Using Life Cycle” in *Journal of Industrial Ecology*, (2009) vol. 13
9. H. Zijm, M. Klumpp, A. Regattieri, S. Heragu. (Eds.). “Operations, logistics and supply chain management” in *Cham: Springer*. (2019) pp. 273-353.
10. E. Young, M. Mirosa, Ph. Bremer. “A systematic review of consumer perceptions of smart packaging technologies for food.” *Frontiers in Sustainable Food Systems* vol. 4, no. 63, 2020.
11. V. Kocetkovs, S. Muizniece-Brasava. “Introduction of smart packaging systems in the market of Latvia–attitudes of manufacturers and retailers.” in *Research for Rural Development. International Scientific Conference Proceedings (Latvia)*. Latvia University of Life Sciences and Technologies. (2019) pp. 222-228. DOI: 10.22616/rrd.25.2019.033
12. D. Schaefer, W.M. Cheung, “Smart Packaging: Opportunities and Challenges” in *Procedia Cirp* vol. 72, pp. 1022-1027, 2018.
13. E. Loucanová, M. Nosál'ová, M. Olšiaková, “The development of the innovation status and impact of smart packaging on Slovak consumers.” in *Acta Logistica* vol. 6.4, pp. 115-122, 2019.
14. K. N. Goellner, E. Sparrow. “An environmental impact comparison of single-use and reusable thermally controlled shipping containers.” in *The International Journal of Life Cycle Assessment.* (2014) vol. 19.3, pp. 611-619.
15. R. Alberto, S. Giulia, G. Mauro, M. Cristina. “A New Paradigm for Packaging Design in Web-based Commerce.” in *International Journal of Engineering Business Management*. (2014) vol. 6, pp. 14.
16 B. Maettig, F. Hering, M. Doeltgen. “Development of an intuitive, visual packaging assistant."” in *International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics.* Springer, Cham, July 2018. pp. 19-25

17. S. Pfoser, M. Brandner, K. Herman, E. Steinbach, P. Brandtner, O. Schauer. “Sustainable Transport Packaging: Evaluation and Feasibility for Different Use Cases.” in *LOGI–Scientific Journal on Transport and Logistics*. 2021, vol. 12(1), pp. 159-170.

18. C. T. T. Truong, L. Amodeo, F. Yalaoui, J. C. Hautefaye, S. Birebent, “A product arrangement optimization method to reduce packaging environmental impacts.” in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. (March, 2020) vol. 463, no. 1. IOP Publishing.

19. J. Lai, A. Harjati, L. McGinnis, C. Zhou, T. Guldberg. “An economic and environmental framework for analyzing globally sourced auto parts packaging system.” in *Journal of Cleaner Production.* (2008) vol. 16.15, pp. 1632-1646.

20. D. Hellström, M. Saghir. “Packaging and logistics interactions in retail supply chains.” in *Packaging Technology and Science: An International Journal.* (2007) vol. 20.3, pp. 197-216.

21. A. Kumar, A. Ramesh. “Assessment of environmental and social sustainability performance of the freight transportation industry: An index-based approach.” in *Transport Policy* (August, 2020) vol. 124, pp. 43-60.

22. A. S. Karaman, M. Kilic, A. Uyar. “Green logistics performance and sustainability reporting practices of the logistics sector: The moderating effect of corporate governance.” in *Journal of Cleaner Production*. (10 June 2020) vol. 258, 120718.

СТІЙКА ЛОГІСТИКА ОСТАННЬОЇ МИЛІ

Діана ДАЦЕНКО[1], аспірант

[1]Національний транспортний університет (Україна)

Ключові слова: доставка останньої милі, стала міська логістика, електромобілі, роботи-доставники, міський розподільчий центр

Вступ

Зростання урбанізації та технологічна еволюція (електронна комерція) посилюють проблеми розподілу міських вантажів. Міські перевезення вантажів, а саме доставка останньої милі вважається найменш ефективною та найскладнішою, дорогою та забруднювальною частиною ланцюга поставок. Стійкість останньої милі є одним із ключових етапів міської логістики.

Остання миля має багато викликів і проблем, і їх вирішення дозволять досягнути оптимізації ключових аспектів сталого розвиту - екологічних та економічних питань, сталого розвитку суспільства.

Мета роботи

Метою є аналіз загальних відомостей щодо стійкої логістики останньої милі, її проблем: економічні, екологічних та соціальних, а також рішень, які роблять доставку останньої милі стійкішою.

Виклад основного матеріалу дослідження

«Розумні міста» стали напрямком розвитку, яким керуються міські лідери для вирішення проблем, пов’язаних із швидким зростанням міських районів. У більшості випадків розумні міста обертаються навколо ініціатив, які використовують цифрові інновації, щоб зробити надання міських послуг більш ефективним і, таким чином, підвищити загальну конкурентоспроможність громади (OECD, 2020 [2]). Сталий розвиток сектору

логістики має важливе практичне значення для еволюції розумних міст (Lan et al., 2020 [3]).

Стала міська логістика (або стійка логістика останньої милі) — це система, яка добре працює як за традиційними показниками (такими як прибуток і збиток), так і за показниками, що включають соціальні та природні аспекти [5]. Логістика останньої милі вантажів (ЛОМВ) має серйозний негативний вплив на стабільність міського розвитку (Pronello та ін., 2017 [1]), оскільки з економічної точки зору, доставка «останньої милі» є найдорожчою частиною ланцюга поставок: ненадійні послуги, затримки доставки, а також повернення, що сприяють збільшення часу та витрат. Що стосується екологічної точки, вони в основному зосереджені на забрудненні повітря(CO_2 , NO_X). Соціальну складову можна пов'язати з шумом транспортних засобів у житлових районах, незаконне та небезпечне паркування і затори (збільшення трафіку на дорогах)(рис. 1).

Попит на доставку останньої милі зростає з кожним днем. Викиди парникових газів від транспорту в Україні складають близько 10-12% від усіх викидів парникових газів на рік, а викиди шкідливих забруднюючих речовин у повітря від транспорту — 35-40%. У великих містах (наприклад, у Києві) викиди шкідливих речовин саме від транспорту можуть складати до 90% усіх викидів, що робить повітря у цих містах шкідливим для здоров'я жителів [4].

Рисунок 1 – Проблеми останньої милі: економічні, екологічні та соціальні [8]

Всесвітній економічний форум підкреслив, що до 2030 року попит на доставку останньої милі зросте на 78%. У змаганні за задоволення вимог клієнтів кількість транспортних засобів, що працюють в екосистемі перевізників «останньої милі» в 100 найкращих містах, зросте на 36% до 2030 року, якщо не вжити негайних заходів для обмеження викидів. Це, у свою чергу, сприятиме збільшенню трафіку доставки на 32% і сплеску заторів на дорогах на 21%. Вплив на навколишнє середовище такої зростаючої щільності операцій на останній милі багаторазово збільшить викиди та прискорить виникнення стихійних лих[6].

Рисунок 2 – Всесвітній економічний форум сценарій на 2030 рік: збільшення транспортних засобів, викидів, заторів[7]

Зосереджуючись на стійких альтернативах доставки останньої милі, у літературі переважно пропонуються три рішення. По-перше, використання велосипедів або триколісних велосипедів, що працюють від мускульної сили людини або електроенергії. По-друге, використання легких комерційних транспортних засобів, що працюють на дизелі або електроенергії. По-третє, використання поштоматів.

Впровадження вантажних велосипедів у містах з щільною забудовою супроводжується потребою у мікро-депо для тимчасового зберігання вантажів. Це відкриває можливість зменшити витрати та соціальні зовнішні ефекти (Conway et al., 2012; Klein, 2018). Однак це передбачає обмеження щодо наявності достатньої площі та відповідних дозволів на встановлення мікро депо.

Електричні транспортні засоби та поштомати є на високому рівні застосування, і науковці та компанії приділяють увагу їх використанню у міських районах. В той же час, дрони, роботи-доставники, мобільні депо та роботизовані транспортні засоби поки що мають середній або низький рівень застосування. Витрати та зовнішні фактори (наприклад, погода, вандалізм) радикально обмежили їх широке застосування на підприємствах. Крім того, доставка таксі знаходиться на низькому-середньому рівні, де незрілі технології та місцева транспортна політика є основними перешкодами для їх застосування в міському вантажному транспорті.

Краудшипінг визначається як перспективне рішення[12] завдяки своїй гнучкості та низьким інвестиціям, що дозволяє знизити витрати на доставку. Недоліки - проблеми зі зміцненням довіри між зацікавленими сторонами, потреба в мінімальній кількості краудшипперів і клієнтів, а також етичні проблеми через робочий статус краудшипперів

Стійкі рішення останньої милі на етапі тестування та розробки:

1. Використання **дронів** для доставки в міському вантажному транспорті
2. **Робот-доставник** — це нова технологія вантажних перевезень, яка дозволяє зменшити затори на дорогах і заощадити витрати на робочу силу.
3. **Модульні транспортні засоби (MV)** — це окремий тип транспортного засобу, який використовується для доставки товарів споживачам за допомогою одного або кількох модулів кабіни.
4. **Міська водна логістика** (внутрішній водний шлях) стосується використання суден для перевезення товарів до транзитних пунктів внутрішніми водними шляхами міста.
5. **Пересувне депо** — причеп, обладнаний вантажною платформою, складськими приміщеннями та офісом.

6. Vleugel і Bal [12] вказали, що **автономні транспортні засоби**(AV) здатні зменшити використання простору (50%) та викиди у містах.

Таблиця 1 - Рішення, що підвищують стійкість доставки останньої милі [9-10]

Поодинокі рішення:
Електричні транспортні засоби (EV)
Модульні електромобілі
Вантажні велосипеди (CB)
Доставка дронами
Роботизований автомобіль
Роботи-доставки
Поштомати/Пункти самовивозу
Пересувні депо
Міські центри розподілу (UDC)/ консолідації (UCC)
Центри мікроконсолідації
Об'єднання навантажень
Нічні доставки/доставки в неробочий час
Оптимізація маршруту
Логістика громадського транспорту (PTL)
Логістика водних шляхів
Логістика таксі
Краудшипінг
Комбінації рішень:
UCC(UDC) + EV
PTL + поштомати/пункти самовивозу
Пересувні депо + CB
EV + поштомати/пункти самовивозу
UCC(UDC) + Пересувні депо + CB

Таким чином, ці 17 рішень (табл. 1) були/будуть використані в міській логістиці. Ці нововведення є життєздатними та ефективними рішення для останньої милі міського вантажного транспорту в майбутньому. Їх переваги в тому, що вони пом'якшать конфлікт між містом і вантажними аспектами щодо землекористування, одночасно пом'якшивши негативний вплив на міське середовище. Крім того, використання дронів доставки та роботів доставки забезпечать все більшу індивідуалізацію логістичних послуг, тим самим збільшуючи конкурентоспроможність і економічний масштаб [8] .

Усі ці рішення були представлені незалежно. Однак часто поєднуються і кілька рішень на практиці. Наприклад, міські розподільчі центри часто покладаються на чисті транспортні засоби, такі як електромобілі та вантажні велосипеди щодо виконання доставку останньої милі. Іншим прикладом може бути комбіноване використання поштомата та краудшипінг для доставки та збору посилок.

Всесвітній економічний форум і McKinsey [13] дослідили шляхи реформування доставки останньої милі для підвищення ефективності та стійкості, використовуючи Японію як країну для моделювання прогнозів[10] .

Рисунок 3 – Рішення доставки останньої милі: підвищення ефективності та стійкості

Електромобілі та електричні транспортні засоби, що працюють від водню до паливних елементів (H2FCEV), ймовірно, значно зменшать викиди CO_2. Що стосується витрат поштоматів і роботів-доставників, вони можуть призвести до помірного зниження витрат. Виходячи з рівня зрілості, роботи-доставники пропонують багатообіцяючий простір для дослідження

Згідно з повідомленнями ЗМІ, уряд Японії дозволив використовувати роботів-доставників на дорогах з 2021 року. Але такі політичні питання, як стандартизація транспортних засобів і правила експлуатації, щоб запобігти шкоді, як-от додаткові затори внаслідок низької швидкості транспортних засобів, потребують вирішення. Так само, як проблеми з інфраструктурою, такі як потреба у більших паркувальних місцях на узбіччі, щоб вантажівки могли зупинятися для розгортання роботи-доставника.

Інші втручання, такі як електричні транспортні засоби (EV), H_2FCEV і поштомати, ймовірно, продовжуватимуть заощаджувати кошти та скорочувати викиди вуглекислого газу, але вони вже досягли широкого використання з точки зору політики. Таким чином, обговорення систем управління для роботів-доставників, ймовірно, матиме більший вплив у відносному вираженні, і потреба в їх дослідженні зростає.

Висновки

Отже, в роботі розглянуто загальні відомості щодо стійкої логістики останньої милі, її проблем: економічних, екологічних та соціальних, а також рішення, які роблять доставку останньої милі стійкішою.

На закінчення слід зазначити, щоб зробити міські системи останньої милі більш стійкими, необхідно впроваджувати різноманітні рішення (електричні транспортні засоби, поштомати, роботи-доставники, дрони, міські розподільчі центри і інші).

Список літератури

1. Pronello, Cristina, Cristian Camusso, and Rappazzo Valentina. “Last mile freight distribution and transport operators’ needs: which targets and challenges?” In: Transportation research procedia 25, 2017 pp. 888–899.
2. OECD. Smart Cities and Inclusive Growth. Paris: Organisation for Economic Co-Operation and Development, 2020
3. Lan, S., Tseng, M.-L., Yang, C., & Huisingh, D. Trends in Sustainable in Major Cities in China. Science of the Total Environment, 2020.
4. І. Бондаренко. Разом до сталої і розумної мобільності— К.: Екодія, 2021 — 16 с.- Access mode:https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2021/07/razom-do-staloi-mobilnosti.pdf
5. Pagell M, Wu Z. Building a more complete theory of sustainable supply chain management using case studies of 10 exemplars. J Supply Chain Manag 45:37–56, 2009

6. FarEye. How to achieve sustainable last-mile delivery & why it's important, 2022.- Access mode: https://www.getfareye.com/insights/blog/sustainable-last-mile-operations
7. World Economic Forum. The Future of the Last-Mile Ecosystem, 2020.- Access mode: https://theecobahn.com/logistics/future-of-last-mile-delivery-preparing-cities-for-ecommerce-growth/
8. Zhangyuan He and Hans-Dietrich Haasis. Integration of Urban Freight Innovations: Sustainable Inner-Urban Intermodal Transportation in the Retail/Postal Industry, 2019
9. Do Trung, Kien; Kotivirta, Janette; Norell, Viggo; Gammelgaard, Britta. Sustainable Business Model Innovation in Last Mile Logistics, 2020
10. World Economic Forum. Efficient and Sustainable Last-Mile Logistics: Lessons from Japan, 2021.
11. Vleugel, J.M.; Bal, F. More space and improved living conditions in cities with autonomous vehicles. Int. J. Des. Nat. Ecodyn. 2017, 12, 505–515.
12. Dupont, Maxime. Sustainable solutions in first and last mile logistics: potential benefits and barriers.2021-2022.-Access mode: https://matheo.uliege.be/bitstream/2268.2/14552/4/Thesis_Maxime_Dupont_s192398.pdf
13. McKinsey. Efficient and sustainable last-mile logistics: Lessons from Japan, 2021.

ЕЛЕКТРОННІ СЕРВІСИ ДЕРЖАВИ У СФЕРІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ: ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ, ПЕРЕВАГИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Ольга КАТАРАНОВА[1]

[1]Всеукраїнська громадська організація “Громадський комітет транспортної безпеки”

Ключові слова: діджиталізації, електронні послуги, автомобільні перевезення, ліцензування.

Вступ. В умовах формування новітнього інформаційного суспільства та під впливом глобалізаційних та євроінтеграційних процесів зростає роль інформатизації та інформаційної політики управління в Україні та світі. Впродовж останніх років відповідно до аналізу стратегічних документів України одним із головних пріоритетів нашої держави є побудова інформаційного суспільства, що неможливе без використання такого важливого інструменту, як електронні послуги, у тому числі у сфері перевезень. Надання електронних послуг сприяє створенню відкритого і прозорого державного управління, покращенню якості діяльності органів державної влади, доступності та прозорості процедури отримання послуг і в цілому підвищує довіру громадян до влади. Проте незважаючи на значні успіхи впроваження електронних сервісів у сфері перевезень на території України, факторами стримування впровадження електронних послуг у сфері перевезень є: недосконалість нормативно-правової бази, недостатність фінансування розбудови електронних послуг в Україні, що в умовах воєнного стану є очевидною, відсутність єдиних адміністративних та технічних стандартів надання електронних послуг, імовірність реорганізації уповноважених органів, відсутність єдиної інфраструктури міжвідомчої електронної взаємодії та належної системи інформаційної безпеки, несумісність одних інформаційних систем з іншими, складність доступу до них тощо. Окреслені вище проблеми значно ускладнюють подальшу розбудову електронних послуг у сфері перевезень. Вирішення цих завдань вимагає вжиття скоординованих наукових, правових, організаційно-технологічних заходів та погоджених дій

у рамках єдиної державної політики розбудови електронних послуг в Україні, у тому числі з урахуванням специфіки сфери перевезень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій з даної теми. Окремі аспекти проблеми надання електронних послуг досліджували такі науковці, як О. Берназюк, О.В. Орлов, В.В. Єжунінов, П.С. Клімушин, С.І. Куценко, Р.М. Матвійчук, та ін. Але актуальних досліджень щодо функціонування електронних послуг саме в сфері перевезень в Україні не достатньо.

Мета роботи: визначення поняття та умов функціонування електронних сервісів держави в сфері перевезення. Для виконання поставленої мети необхідно визначити поняття та охарактеризувати правову природу надання адміністративних послуг через онлайн-сервіси у сфері перевезень; виявити основні переваги електронних послуг, у тому числі завдяки аналізу прогресивного міжнародного досвіду; дослідити сучасний стан функціонування та визначити ключові вектори реформування та удосконалення процесу впровадження електронних послуг у сфері перевезень в Україні.

Виклад основаного матеріалу дослідження. Відповідно до частини першого статті 1 Закону України "Про адміністративні послуги" адміністративна послуга — результат здійснення владних повноважень суб'єктом надання адміністративних послуг за заявою фізичної або юридичної особи, спрямований на набуття, зміну чи припинення прав та/або здійснення обов'язків такої особи відповідно до закону. [1] Сфера перевезень — це напрямок господарської діяльності, пов'язаний з наданням послуг з переміщення вантажів, багажу, пошти та/або пасажирів, які надається за договором перевезення. Надання таких електронних послуг має ряд особливостей, пов'язаних зі специфікою напрямку економіки.

Перш за все, адміністративна послуга характеризується тим, що: по-перше, така послуга завжди є результатом публічно-владної діяльності відповідних суб'єктів; по-друге, її цільовою спрямованістю є створення умов (юридичне оформлення) для реалізації прав фізичної або юридичної особи; по-третє, така послуга завжди надається за заявою особи, яка потребує (виявила намір) реалізації відповідного права згідно з законом. Отже, фактично адміністративна послуга – це вольовий двосторонній акт отримувача та надавача послуги, у якому одна зі сторін реалізує свої права, а інша – сприяє (забезпечує) такій реалізації.[2]

Можливість отримання адміністративних послуг в електронній формі передбачена статтею 9 вказаного Закону України «Про адміністративні послуги». Легкість доступу до адміністративних послуг повинна бути забезпечена через повноцінний запуск онлайн-сервісу державних послуг, що пріоритетно має надаватися автоматизовано, без залучення посадовців або без прямого діалогу з суб'єктами надання адміністративних послуг. Електронні адміністративні послуги мають бути доступними 24 години на добу та 7 днів на тиждень, тому органи влади мають звертати значну увагу на питання надійності та захищеності функціонування порталів, через які ці послуги надаються.[3]

Таким чином, електронний сервіс держави в сфері перевезення — це онлайн-механізм надання електронних адміністративних послуг держави у сфері здійснення господарської діяльності з перевезення вантажів, багажу, пошти та/або пасажирів суб'єктам господарювання або їх представникам.

Цифровізація адміністративних послуг лише на етапі формування, однак концепція програми «Держава у смартфоні» передбачає переформатування процедури надання таких послуг у режим онлайн за допомогою електронних сервісів ще до 2024 року на 90 %.

Ця стратегічна мета спричинить значні поліпшення для транспортної сфери. Так, Державної служби України з безпеки на транспорті (далі — Укртрансбезпека) інформувала про такі переваги для перевізників:

- спрощення процедури отримання адміністративної послуги для перевізників;
- скасування паперової волокіти під час взаємодії з перевізниками;
- зменшення ролі чиновника при взаємодії бізнесу і держави;
- формування єдиної точки доступу для всіх підприємців, які працюють на ринку перевезень, до адміністративних послуг Укртрансбезпеки в електронній формі;

- мінімізація витрат робочого часу та ресурсів підприємств, спричинена виключенням необхідності особистого спілкування представника перевізника з чиновниками;

- зменшення корупційних ризиків і можливості помилки на основі людського фактора;

- скорочення тривалості надання адміністративної послуги. [4]

Отже, впровадження електронних сервісів у сфері перевезень поводує пришвидшення розвиту бізнесу, поліпшення інвестиційного клімату і як наслідок — зростання економіки та покращення життя громадян України. Основними перевагами таких сервісів є діджаталізація країни, прозорість надання послуг, ефективна взаємодія та якісний результат здійснення владних повноважень.

Характеризуючи систему електронних сервісів у сфері перевезень, варто зосередити увагу на електронному кабінеті перевізника «ШЛЯХ» (проєкт Укртрансбезпеки з надання електронних адміністративних послуг перевізникам, що запущено у серпні 2021 року).

На думку О.В. Риженка, електронний кабінет перевізника – це реальний бізнес-інструмент, який не тільки спростить процес ліцензування для учасників ринку, а й дозволить їм краще дотримуватись вимог законодавства. В цьому й полягає сутність будь-якої публічної електронної послуги: зручність, швидкість та прозорість. [4]

Електронний кабінет перевізника (https://shlyah.dsbt.gov.ua/) має таку структуру:

1. «ДАНІ ПРО ПЕРЕВІЗНИКА» - актуальна інформація про перевізника;

2. «ЗАЯВИ/ПОВІДОМЛЕННЯ» - журнал заяв та повідомлень зі статусом їх розгляду;

3. «ЛІЦЕНЗІЯ» - актуальна інформація про ліцензію, види господарської діяльності, можливість вносення змін в діючу ліцензію або формування заяву на нову ліцензію;

4. «ТРАНСПОРТНІ ЗАСОБИ» - перелік транспортних засобів перевізника із відповідними статусами та функціоналом, з можливістю внесення змін в перелік;

5. «ПЕРСОНАЛ» - актуальна інформація про кваліфікацію та наявність персоналу перевізника, можливість додати відомості про зміну персоналу;

6. «ДОЗВОЛИ» - актуальна інформація про одноразові дозволи на здійснення перевезень пасажирів та вантажів автомобільним транспортом у міжнародному сполученні та дозволи ЄКМТ, а також їхні статуси;

7. «ШТРАФИ» - актуальна інформація про штрафи та їхній статус та можливість сформувати рахунок для онлайн оплати.[5]

Електронна система “ШЛЯХ” за перші кілька місяців свого функціонування посіла заслужене місце у ТОП-10 найактивніших систем державних сервісів, що розвиваються на території нашої держави. За даними інтегрованої системи електронної ідентифікації ID.GOV.UA, щомісяця на платформі Системи «ШЛЯХ» проходить понад 95 тисяч авторизацій. А станом на листопад 2022 року в електронному кабінеті перевізника зареєстровано понад 47 тисяч перевізників та понад 172 тисячі транспортних засобів. [6]

За даними Укртрансбезпеки, «ШЛЯХ» є зручним і корисним сервісом, за допомогою якого перевізники можуть отримати такі послуги: замовлення та бронювання дозволів на здійснення міжнародних перевезень; онлайн-оплата за надання адміністративних послуг; отримання даних щодо перетину кордону транспортним засобом та наявність вантажної митної декларації; звіт про рух дозволів та їх наявність у пунктах видачі дозволів; онлайн-подача анкети на участь у конкурсі з розподілу дозволів ЄКМТ та їх подальшого отримання; електронна реєстрація рейсів, здійснених за дозволами ЄКМТ; автоматичний розрахунок ефективності використання у дозволі ЄКМТ з їх подальшим розподілом між автомобільними перевізниками.[7] Утім цей перелік послуг постійно розширюється.

По-друге, з березня 2022 року Укртрансбезпека запустила новий електроний сервіс «Ліцензування» в Системі «ШЛЯХ». Він дає можливість подати заяву на отримання «ліцензії на період дії воєнного стану» по спрощеній процедурі, а також подати «повідомлення про зміну даних» (для ліцензіатів). За час своєї роботи сервіс показав продуктивні результати: кількість опрацьованих заяв збільшилася у 7 разів; термін розгляду заяв скоротився із 1-3 місяців до 1-5 днів; кількість позитивних рішень зросла до 75%. [8] Завдяки впровадженню

цього сервісу процес отримання ліцензії став максимально зручним, швидким та з ліквідованими корупційними ризиками.

По-третє, у вересні 2022 року Міністерство інфраструктури разом з Державною прикордонною службою та Державною митною службою презентувало перевізникам проєкт «Електронна черга перетину кордону» на прикордонних автомобільних пунктах пропуску. Цей проєкт дозволяє заздалегідь зареєструватися в чергу і приїхати на митний пункт пропуску на визначений час. Відтак можна буде швидко проходити оформлення на кордоні, а транспортним засобам — не простоювати декілька днів. Зареєструватись в електронній черзі можна буде через спеціальний сайт. Функціонування цього електронного сервісу сприятиме зменшенню часу очікування водіїв-перевізників у живій черзі на узбіччі доріг біля прикордонних пунктів пропуску, а як результат — заощаджуватиме кошти суб'єктів господарювання у сфері перевезень.

Утім недоліком проєкту є можливість бронювання для будь-якого транспортного засобу, прибуття якого до пункту пропуску в заявлений термін не можна гарантувати, тобто ефективність функціонування залежить від добросовісності перевізника/водія. У свою чергу, це може спричинити неприбуття значної частини автомобілів та зловживання надмірним і передчасним бронюванням. Окрім того, наразі проєктом не передбачені стоянки автомобілів на безоплатній основі. Тоді як у країнах Європейського Союзу (таких, як Польща, Естонія, Литва, Фінляндія) скрізь перед митними пунктами пропуску передбачені та функціонують сервісні зони, що сприяють полегшенню часу очікування.

Спочатку така система буде впроваджена лише на одному пункті пропуску. Після випробувань та вдосконалення вона буде масштабована на всі пункти пропуску. [9]

Таким чином, сама перспектива впровадження такого сервісу є досить приваблива і для автоперевізників, і для власників компаній, що здійснюють автомобільні перевезення.

Проте сфера перевезень має ще багато векторів для подальної діджиталізації. Але аналіз перспектив розвитку електронних сервісів у сфері перевезень має відбуватися з огляду на позитивний міжнародний досвід. Зокрема, у дослідженні ООН визначені такі напрями розвитку послуг електронного уряду:

1. Поєднання та інтеграція каналів надання послуг. Важливо надавати послуги, використовуючи безліч різних каналів, надаючи громадянам вибір отримати послуги за допомогою улюбленого каналу, замість того, щоб просто покладатися на канали електронних послуг. У цьому напрямку найбільш просунулися такі країни: Великобританія, Данія, Нідерланди, Австралія, Сполучені Штати Америки.

2. Персоніфікація публічних послуг під конкретного громадянина та/або суб'єкта господарювання. Ідентифікація та сегментація користувацьких баз даних (а саме, виділення сегментів користувачів і об'єднання груп користувачів зі схожими характеристиками) допоможуть краще пристосувати публічні послуги для потреб індивідуальних користувачів, що, швидше за все, позитивно вплине на споживання послуг. Прикладами можуть служити нідерландський сайт (http://www.overheid.nl) і сайт Міністерства охорони здоров'я та соціального забезпечення Республіки Корея (http://www.mw.go.kr/front_new/index.jsp).

3. Використання мобільних технологій, які дають владі можливість надавати публічні послуги широким верствами населення (включаючи жителів важкодоступних районів і людей, що раніше не мали доступу до таких послуг), як це зробили у США.

4. Використання соціальних медіа. Соціальні мережі (наприклад, Facebook, Twitter) – це інструмент мережевої взаємодії, що швидко розвивається, а також канал, використовуючи який влада може прислухатися до громадян і безпосередньо спілкуватися з ними. Перевага використання соціальних медіа полягає в тому, що уряд отримує можливість визначити потреби громадян і розробити більш оперативні послуги замість того, щоб просто покладатися на дорогі традиційні дослідження потреб громадян. Уряди деяких країн активно отримують вигоду з соціальних медіа. Наприклад, в Іспанії вони використовуються в податковому управлінні, а в Чилі соціальні медіа офіційно визнані одним з каналів взаємодії

громадян з владою, що призвело до того, що чилійці займають третє місце в світі за темпами зростання використання Facebook. [3]

Висновки. Електронний сервіс держави в сфері перевезення — це онлайн-механізм надання адміністративних послуг держави у сфері здійснення господарської діяльності з перевезення вантажів, багажу, пошти та/або пасажирів суб'єктам господарювання та їх представників.

Основними перевагами таких сервісів є діджаталізація країни, прозорість надання послуг, ефективна взаємодія та якісний результат здійснення владних повноважень. Створені електронні сервіси у сфері автоперевезень є тільки частиною масштабної програми дебюрократизації України, які наразі постійно удосконалюються і розширюються.

При цьому, надання електронних послуг у сфері перевезень має ряд проблем, пов'язаних з недосконалостями чинного законодавства, відсутністю належного контролю та взаємодії між різними електронними сервісами. Тоді як ключовими чинниками забезпечення ефективної організації адміністративних послуг у сфері перевезень через онлайн-сервіси повинні бути:

1) наявність фізичних можливостей (доступність) та свідоме бажання (зрозумілість, інформованість) отримувачів послуг отримувати відповідні послуги через онлайн-сервіси, забезпечення інформатизації населення держави, особливо бізнес-структур;

2) належна оснащеність органів державної влади та місцевого самоврядування, інших суб'єктів надання адміністративних послуг інформаційно-комунікаційними технологіями, програмним забезпеченням, що відповідає єдиним стандартам якості, має достатні технічні характеристики, унеможливлює системні збої функціонування сервісів;

3) забезпечення безпеки зберігання персональних даних в інформаційно-телекомунікаційних системах надавачів адміністративних послуг, контроль за достовірністю такої інформації;

4) налагодження ефективної взаємодії між органами державної влади, місцевого самоврядування, іншими суб'єктами надання адміністративних послуг, що передбачає доступ відповідних суб'єктів до баз даних, сумісність інформаційно-комунікаційних систем різних суб'єктів надання адміністративних послуг, що дає можливість для їх онлайн-взаємодії;

5) наявність законодавчої бази, що регламентує механізм надання адміністративних послуг через онлайн-сервіси, а також механізм притягнення користувачів до відповідальності за порушення вимог щодо достовірності поданих даних.

Але передумовами впровадження таких сервісів є підвищення рівня поінформованості користувачів таких послуг, наявність постійного контролю задля уникнення фальсифікації даних у таких системах і оперативне реагування на виявленні недоліки.

У свою чергу, постійний моніторинг та ефективне використання прогресивного міжнародного досвіду при формуванні електронного державного урядування у сфері перевезень допоможе мінімізувати ризики надання неякісних адміністративних послуг онлайн, сформувати єдину систему електронного урядування у сфері перевезень, зрозумілу для користувачів послуг. За таких умов електронні сервіси держави у сфері перевезень функціонуватимуть справді зручно, доступно та якісно.

Список літератури

1. Україна, Верховна Рада України. (2012, 06 вер.). *Закон України № 5203-VI, Про адміністративні послуги.* Дата звернення: 13 лист. 2022. [Онлайн]. Доступно: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5203-17#Text

2. О. Берназюк, "АДМІНІСТРАТИВНІ ЕЛЕКТРОННІ ПОСЛУГИ: ПОНЯТТЯ ТА УМОВИ ВПРОВАДЖЕННЯ В УКРАЇНІ", Інформаційне право, № 5, с. 196–199, 2019, doi: 10.32849/2663-5313/2019.5.36. Дата звернення: 13 лист. 2022. [Онлайн]. Доступно: http://pgp-journal.kiev.ua/archive/2019/5/37.pdf

3. Електронне урядування та електронна демократія: навч. посіб.: у 15 ч. / за заг. ред. А.І. Семенченка, В.М. Дрешпака. – К., 2017. Частина 10: Електронні послуги / [Р.М. Матвійчук, С.П. Кандзюба]. – К.: ФОП Москаленко О. М., 2017. – 60 с.

4. Державна служба України з безпеки на транспорті. “В Україні запрацював електронний кабінет перевізника”. Державна служба України з безпеки на транспорті. https://dsbt.gov.ua/uk/novyna/v-ukrayini-zapracyuvav-elektronnyy-kabinet-pereviznyka (дата звернення: 13 лист. 2022).

5. Міністерство інфраструктури України та ін. "Е-КАБІНЕТ ПЕРЕВІЗНИКА подання органу ліцензування документів в електронній формі", Міністерство інфраструктури України, Київ, Україна. Дата звернення: 13 лист. 2022. [Онлайн]. Доступно: https://mtu.gov.ua/files/Pres_DSBT_fin.pdf

6. Державна служба України з безпеки на транспорті. Електронний кабінет перевізника. Державна служба України з безпеки на транспорті. https://e-services.dsbt.gov.ua/fbclid=IwAR38tw_LEqUE17u1suq4xhhYNQxhNltXdnLciifC1Oh0mr0yz618j23WTgw#/ (дата звернення: 13 лист. 2022).

7. Укртрансбезпека [@DSBT.UA], “Невелика перемога цього тижня” *Facebook*, 20 січн. 2022. Дата звернення: 13 лист. 2022. [Онлайн]. Доступно: https://www.facebook.com/DSBT.UA/posts/301818141992154

8. Міністерство інфраструктури України. "Система «ШЛЯХ»: завдяки ІТ-рішенню Міністерства інфраструктури термін розгляду заяв скоротився із 1-3 місяців до 1-5 днів". Єдиний веб-портал органів виконавчої влади України. https://www.kmu.gov.ua/news/sistema-shlyah-zavdyaki-it-rishennyu-ministerstva-infrastrukturi-termin-rozglyadu-zayav-skorotivsya-iz-1-3-misyaciv-do-1-5-dniv (дата звернення: 13 лист. 2022).

9. Міністерство інфраструктури України. "Електронна черга на кордоні запрацює у жовтні". Єдиний веб-портал органів виконавчої влади України. https://www.kmu.gov.ua/news/mininfrastruktury-elektronna-cherha-na-kordoni-zapratsiuie-u-zhovtni (дата звернення: 13 лист. 2022).

ІННОВАЦІЙНІ РОБОТОТЕХНІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ МОРСЬКОЇ ІНДУСТРІЇ

Олена КИРИЛЛОВА[1], докт.техн.наук, проф., Валерія КИРИЛЛОВА[1], канд.техн.наук.

[1] Одеський національний морський університет (Україна)

Ключові слова: судно, порт, інтелектуальні суднові технології, морська галузь

Вступ

Робототехніка використовується у різних галузях промисловості. Морська індустрія не є виключенням. Різноманітні робототехнічні технології сьогодні з’являються, а також вже вживаються при рішенні багатьох завдань як у морі, так і на березі [1, 2]. У зв’язку з цим актуальним є дослідження питань застосування таких технологій у контексті їхньої ефективності, користі та безпеки.

Метою роботи є огляд інноваційних робототехнічних технологій для використання у різних сферах морської індустрії.

Виклад основного матеріалу дослідження. Передова робототехніка на морському транспорті використовується у різних технологічних операціях, пов’язаних з перевезенням

вантажів на суднах та їх перевантаженням у портах. Різні засоби робототехніки вживаються для перевірки суден та їх подальшого обслуговування. Кілька судноплавних компаній вже експлуатують роботів для віддаленого та автономного огляду своїх транспортних засобів, а також широко застосовують дрони для виконання таких завдань, як доставка окремих товарів на судна, забезпечення дистанційного контролю та спостереження за суднами на маршрутах їх руху та на стоянках у портах.

За останні декілька років судноплавна галузь поповнилася наступними роботизованими технологіями.

1. Роботи-пожежники (Fire Fighter Robots). Судновий автономний пожежний робот (Shipboard Autonomous Fire Fighting Robot, SAFFiR), розроблений Naval Research Laboratory у співпраці з Virginia Tech та іншими університетами США, є автономним роботом, здатним за допомогою передових датчиків виявляти та гасити пожежі на суднах та працювати пліч-о-пліч із людьми-пожежниками. Ідея цієї технології полягає не в тому, щоб замінити людей у гасінні пожеж на суднах, а в тому, щоб допомогти їм у цій небезпечній справі. Робот-пожежник здатен витримувати температуру до 500°C, а також має таку систему зору, яка дозволяє йому здійснювати пошуку тих, хто вижив. Він також оснащений мультимодальною сенсорною технологією для вдосконаленої навігації, щоб долати перешкоди та залишатися у вертикальному положенні навіть за умов хвилювання моря. Ці роботи можуть реагувати на жести та команди, використовувати різні відомі технології пожежогасіння, а також виконувати такі завдання, як поворот клапанів, підбирання та перетягування пожежних шлангів. Інфрачервоні та ультра фіолетові камери допомагають роботу-пожежнику бачити крізь дим і відповідно виявляти джерело надлишкового тепла. Кілька демонстрацій і експериментів із SAFFiR було проведено за останні кілька років з метою покращення протипожежних можливостей ВМС США. У майбутньому цю послугу також можна використовувати для гасіння пожеж на комерційних суднах і морських платформах.

2. Роботи для очищення корпусів суден (Hull Cleaning Robots). Накопичення морських організмів на корпусі судна, яке також називають біообростанням, зменшує його швидкість до 10 %. Крім того, судно при біообростанні його корпусу для компенсації опору збільшує витрати палива, в окремих випадках, до 40 %. Іноді на корпус судна для запобігання біообростання наносяться токсичні покриття, які становлять загрозу для морської екології. Поряд з цим у світі спостерігається тенденція зростання свідомості екологічного судноплавства, отже і підвищується попит на технології, що допомагають забезпечити ефективність використання палива, скоротити викиди вуглекислого газу та зменшити будь-які впливи на екологію водних ресурсів. У зв’язку з цим, керування процесами біообростання корпусу за допомогою роботів для його очищення, є актуальним завданням, яке ставить практика експлуатації флоту перед науково-технічною спільнотою. Рішення цього завдання знайдено компанією «SeaRobotics», яка за фінансовою підтримкою Управління військово-морських досліджень (ONR) ВМС США розробила інноваційного робота «Hull Bio-inspired Underwater Grooming» («Hull BUG»). Роботизований інструмент «Hull BUG» — це невеликий автономний транспортний засіб вагою від 30 до 40 кг, призначений для очищення корпусів суден. Він використовує чотири колеса та кріпиться до днища судна за допомогою пристрою негативного тиску, який створює вихор між роботом «Hull BUG» і корпусом судна. «Hull BUG» переміщається по поверхні корпусу і виконує очищення від біологічних плівок забруднення. Встановлені датчики забезпечують уникнення перешкод та очищення шляху. Флуорометр дозволяє роботу «Hull BUG» виявляти біоплівку, а потім ліквідувати її, використовуючи обертові щітки або водяні струмені. За оцінками розробників, подальше впровадження роботів «Hull BUG» у практику міжнародного судноплавства, буде сприяти зниженню споживання палива суднами на 5 %, що призведе до економії 15 млрд. доларів США щорічно для світової судноплавної галузі та забезпечить скорочення викидів 1 млрд. тонн парникових газів.

Подібні зусилля щодо розробки роботів для очищення корпусів суден робить і компанія «Keelcrab». Її продукт «Keelcrab-one» - це підводний напівавтоматичний робот, оснащений

камерою високої роздільної здатності, яким можна керувати за допомогою смартфона, планшета або пульта дистанційного керування з «живим» відео.

3. Роботи-інспектори суден (Robot Ship Inspectors). Традиційно перевірка великотоннажних суден на наявність тріщин, корозії чи будь-якого зносу з метою переконатися у відповідності цих транспортних засобів стандартам безпеки, є трудомістким завданням для інспекторів Державного портового контролю (Port State Control, PSC). Крім того, інспекторам часто доводиться ризикувати власною безпекою, щоб самотужки перевірити кожний закуток судна. У цьому випадку на допомогу можуть прийти роботизовані технології для інспекції суден, які сприятимуть заощадженню часу і грошей судновласників, покращуючи точність і якість цих важливих перевірок. Команда студентів з Design and Technology Lab[1] спільно з компанією «Alstom Inspection Robotics» розробили легкого і недорогого робота для перевірки суден (Ship Inspecting Robot, SIR). Його прототип здатний проводити візуальний огляд баластних цистерн і важкодоступних частин великотоннажних суден. Його чотири магнітні колеса та колісна база, дозволяють SIR переміщатися по двотаврових балках та інших незручних перешкодах, які знаходяться всередині суднових баластних танків. Цими роботами можна керувати за допомогою бездротового передавача з прямою відео трансляцією, а його чотири інфрачервоні датчики відстані допомагають виявляти края та перешкоди на шляху його переміщення.

У свою чергу, Європейський Союз також фінансує подібні проєкти, метою яких є підтримка процесів інспекції великотоннажних морських суден за допомогою робототехнічної системи. Серед таких проєктів сьогодні відомі наступні: Marine Inspection Robotic Assistant System (MINOAS) і Inspection Capabilities for Enhanced Ship Safety (INCAAS).

Крім того, компанія «Smart Bot» працює над проєктом ROBOSHIP, метою якого є розробка інтелектуальної мультисенсорної роботизованої системи для перевірки та обслуговування баластних танків на суднах.

4. Роботи для боротьби з піратством або антипіратські роботи (Anti-Piracy Robots). Метательний робот Recon Scout (Recon Scout throwbot), розроблений компанією «Recon Robotics», є антипіратським роботом, який боротиметься з морським піратством. Робот розміром з гантель вистрілюється з гармати протягом 5 секунд і витримує кидки на відстань до 120 футів. Його магнітні колеса допомагають йому повзати по корпусу судна, перш ніж він досягне палуби. Ним можна керувати за допомогою джойстика з найближчого командного центру. Роботи можуть стежити за піратською діяльністю за допомогою своїх камер, які бачать навіть у темряві за допомогою інфрачервоної камери. Розробник прагне швидко запровадити систему розгортання сумчастих роботів, яка дозволить роботу розпадатися на частини, щоб виштовхувати менших роботів. Внутрішня інформація в реальному режимі часу безпосередньо з борту судна може допомогти команді, а також іншим залученим спостерігачам адекватно оцінити ситуацію та розпочати діяти відповідним чином. Нещодавно розробник отримав контракт на виробництво і постачання наборів мікророботів «Recon Scout XT» для допомоги ВМС США.

5. Роботизовані судна (Robotic Vessels). Компанія «Rolls-Royce» декілька років тому представила проєкти безпілотних вантажних суден з дистанційним управлінням. Хоча деякі експерти висловлюють сумніви щодо реалізації цієї ідеї, виробник заявляє, що зробить це протягом десятиліття за допомогою сучасних технологій. Перше у світі безпілотне вантажне судно з дистанційним управлінням від «Rolls-Royce» — це концепція, яка обертається навколо судна без екіпажу, яким можна керувати з берега. Дослідницький проєкт під назвою «Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks» («MUNIN»), який

[1] Design and Technology Lab - платформа для міждисциплінарної співпраці студентів з дисциплін промислового дизайну (ZHdK) та машинобудування (ETHZ). На цій платформі студенти навчаються, зустрічаються та разом виконують проєкти. У проєктах Design and Technology Lab (DTL) студенти розробляють концепцію продукту та прототип у міждисциплінарній груповій роботі на основі проблемного випадку від промислового партнера. Студенти працюють над цими проєктами, виконуючи свої бакалаврські чи магістерські роботи [3].

підтримується Європейською комісією, спрямований на розробку та тестування цієї концепції автономного судна [4].

Крім того, ВМС США розробили роботизований безпілотний надводний корабель (Unmanned Surface Vehicle, USV) для пошуку мін в морях та океанах за допомогою магнітних і акустичних технологій, а саме Безпілотної Системи Виявлення Впливу (Unmanned Influence Sweep System, UISS). Безпілотні роботизовані судна також можуть допомогти боротися з піратством, для чого ведуться дослідження.

Висновки

Роботизація в морській галузі забезпечує виконання різноманітних і дуже важливих завдань з більшою ефективністю та безпекою. Впровадження робототехнічних технологій у різних сферах морегосподарської діяльності сприяє ефективному управлінню часом, збільшенню продуктивності, забезпеченню безпеки судноплавства, охорони людського життя та зовнішнього середовища.

Поряд з цим роботизація у морській галузі, не дивлячись на всі її переваги, має й зворотний бік. Так, негативна сторона роботизації полягає в її впливі на можливості працевлаштування в галузі, що вже простежується у деяких частинах світу та різних сферах морегосподарського виробництва.

Проте слід зауважити наступне. Хоча роботи можуть виконувати різні функції та допомагати у виконанні багатьох важливих операцій, вони не здатні повністю замінити людину, а також ті знання, уміння, навички та, безумовно, досвід, які різні фахівці, зокрема моряки, приносять із собою у морську галузь. Розумний баланс між роботизацією та зусиллями персоналу є ключем до підвищення якості та безпеки роботи у різних сферах морського виробництва на благо всієї галузі.

Список літератури

1. EnricaZereik, MarcoBibuli, NikolaMišković, PereRidao, AntónioPascoal (2018). Challenges and future trends in marine robotics. https://doi.org/10.1016/j.arcontrol.2018.10.002.

2. Matthew R. PalmerYohana W. ShagudeMichael J. RobertsEkaterina PopovaJuliane U. WihsgottShankar AswaniJack CouplandJohn A. HoweBrian J. BettKennedy E. OsukaColin AbernethySofia AlexiouStuart C. PainterJoseph N. KamauNtahondi NyandwiBaraka Sekadende (2021). Marine robots for coastal ocean research in the Western Indian Ocean // Ocean & Coastal Management. Volume 212, 15 October 2021. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105805.

3. Design and Technology Lab. [Online]. Available: https://pdz.ethz.ch/edu/master/design-and-technology-lab-zurich1.html.

4. Can Futuristic Unmanned Cargo Ships Sail Without Seafarers? (2019). [Online]. Available: https://www.marineinsight.com/future-shipping/rolls-royces-futuristic-unmanned-ships-will-sail-without-seafarers/

ПІДВИЩЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ ТА ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО РЕГУЛЮВАННЯ

Сергій КЛЮЄВ[1], канд. техн. наук, доц., Вікторія ПОДГОРНА[1], студент

[1]Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля (Україна)

Ключові слова: інформаційна безпека, ризик, система моніторингу, транспорт.

Вступ

Сучасна цивілізація значною мірою залежить від засобів автоматизації виробничих процесів. Функціонування автоматизованих систем управління у різних галузях приватного та державного господарства, наукової діяльності та промисловості здійснюється на основі комп'ютерних технологій, і від захищеності цих систем залежить не тільки прибуток компаній, а й національна безпека [1].

Мета роботи

Метою статті є аналіз заходів щодо зниження рівня вразливості систем моніторингу та диспетчерського регулювання наземного транспорту шляхом застосування механізмів управління ризиками їхньої інформаційної безпеки.

Виклад основного матеріалу дослідження

Широке і дедалі зростаюче використання автоматизації майже всі сфери діяльності призвело до корінної перебудові вимірювальної техніки: у її завдання разом із вимірами входить також інформаційне обслуговування досліджуваного (контрольованого) об'єкта. Воно включає автоматичний збір, подання, доставку, запам'ятовування, реєстрацію, відображення, обробку та аналіз інформації, отриманої в результаті окремих вимірів [2].

Ті, хто одержали в даний час широке поширення системи моніторингу і диспетчерського регулювання наземного транспорту на основі GPS, схильні до численних вразливостей і загроз.

На більшості підприємств, які використовують системи диспетчерського управління та збору даних, відсутні процедури управління інцидентами безпеки та їх аналізу, а також не розроблені заходи, що перешкоджають повторному виникненню небезпечних подій [3].

Традиційні заходи забезпечення інформаційної безпеки [4] (використання складних алгоритмів шифрування, багатофакторної аутентифікації, антивірусних програм, міжмережевих екранів тощо) не завжди застосовні [5] через обмежені обчислювальні та енергетичні ресурси бортового навігаційно-зв'язкового обладнання (БНЗО). Також у ряді випадків накладаються досить жорсткі вимоги до тимчасових затримок при обробці та передачі інформації у транспортному середовищі, що викликано необхідністю моніторингу та регулювання технологічних процесів у режимі реального часу. Крім того, виробники бортового навігаційного зв'язку розробляють закриті протоколи їх функціонування, які не дозволяють впровадити технології захисту з використанням IPSec, SSL, VPN і т.п.

Спецслужби іноземних держав [6], конкуруючі корпорації чи кібертерористи можуть використати у своїх цілях недостатню увагу до забезпечення інформаційної безпеки АСУ ТП [7] та їх компонентів [8] з боку керівництва організацій, їх «профільних» співробітників.

Неправомірно отримавши доступ до записів, що зберігаються в базі даних системи моніторингу та диспетчерського регулювання наземного транспорту, з правами читання, зловмисник здатний дізнатися ряд параметрів транспортних засобів, що підлягають моніторингу: інформацію про їх поточне місцезнаходження та у часі, дані про витрату палива, наявність або відсутність пасажирів. Ці дані можуть містити комерційну інформацію сторонніх компаній [9].

Якщо зловмисник отримує доступ із правами запису, потенційні збитки збільшуються багаторазово. Такий неправомірний доступ дозволить змінювати дані за часом про

місцезнаходження об'єктів, рівні палива тощо. У зміні таких даних можуть бути зацікавлені особи, які готують терористичні акти, що планують саботаж роботи транспортних підприємств, які займаються зливом та продажом палива тощо.

Розглянуті методики оцінки ризику (OCTAVE, CRAMM, CORAS, FRAP, COBRA, NIST, ISRAM, CORA, Risk Watch, IS) розроблені та застосовні для організацій, в основному, з метою оцінки ризиків у фінансовому контексті [10]. Існуючі методики оцінки ризику інформаційної безпеки розрізняються методами обліку та обробки вихідних даних та виявлення вразливостей та загроз.

Методики оцінки ризику, що використовуються в даний час, не прийнятні для використання в складних багатоелементних системах, якими є системи моніторингу та диспетчерського регулювання наземного транспорту, оскільки не враховують їх інформаційно-технологічні особливості.

Поняття «Ризик», у випадку, що застосовується до систем моніторингу та диспетчерського регулювання наземного транспорту, має ширше значення, і зумовлене не тільки фінансовими та матеріальними втратами, або зазнали збитків однієї, окремо взятої фірми. Забезпечення мінімального рівня ризику при використанні систем моніторингу та диспетчерського регулювання наземного транспорту - це забезпечення стратегічної безпеки (безпечне переміщення стратегічних вантажів), а також збереження життя та здоров'я населення (безпечне перевезення пасажирів), у зв'язку з чим, при розробці методики оцінки ризиків необхідно враховувати всі складові, що прямо чи опосередковано впливають на безперебійне функціонування систем та елементів, що забезпечують працездатність всього ресурсу в цілому.

Проте, проведений аналіз доступних джерел інформації як вітчизняних, і зарубіжних, не виявив аналогій з метою оцінки ризиків безпеки систем моніторингу та диспетчерського регулювання наземного транспорту.

Методики не враховують технологічні та програмно-інформаційні особливості систем моніторингу та диспетчерського регулювання наземного транспорту, які в процесі роботи схильні до різних загроз.

Функціонуюча система моніторингу та диспетчерського регулювання наземного транспорту є автономним ресурсом, який необхідно розглядати як три технологічно закінчені об'єкти: сама система, що складається з підсистем, які, у свою чергу, включають кілька елементів.

Системи моніторингу та диспетчерського регулювання наземного транспорту мають триступінчасту ієрархічну структуру «система – підсистема – елемент підсистеми».

Функціональне призначення кожного елемента структури – забезпечувати працездатність системи моніторингу та диспетчерського регулювання наземного транспорту, кожен елемент може бути потенційним об'єктом несанкціонованого втручання різної «інтенсивності» (схильний до ризику). Таким чином, для адекватної оцінки загроз, яким може бути схильна система, необхідно оцінювати ризики на трьох рівнях системи: елемент, підсистема та система в цілому.

Усі існуючі нині методики не розглядають оцінки ризику багатоступінчастих технологічних структур.

Управління ризиками є основою формування будь-якої сучасної системи управління інформаційної безпекою.

Враховуючи високу динаміку та непередбачуваність настання та розвитку несприятливих подій, потрібна об'єктивна оцінка їх наслідків.

Однак, відсутність методів та засобів об'єктивного прогнозування розвитку несприятливих подій, на основі системного аналізу та обробки даних, що забезпечують оцінку небезпеки та управління ризиком, що враховують усі інформаційно-технологічні особливості систем моніторингу та диспетчерського регулювання наземного транспорту, зумовлює необхідність розробки таких методик.

Для більшості несприятливих подій неможлива кількісна оцінка їх параметрів (імовірність настання, частоті їх настання в минулому тощо), тому необхідні механізми якісної оцінки цих параметрів.

У зв'язку з цим розробка нової методики управління ризиками систем моніторингу та диспетчерського регулювання наземного транспорту, що враховує всі інформаційно-технологічні характеристики цих систем, особливості їх компонентів, та впровадження заходів для забезпечення їх стабільної та безпечної роботи є перспективним напрямком вирішення задачі підвищення інформаційної безпеки системи моніторингу. Ще одна з причин впровадження нової методики управління ризиками є зростаюче число автоматизованих навігаційних систем моніторингу та диспетчерського регулювання наземного транспорту, що ґрунтуються на GPS

Висновки

Розглянуті методики оцінки ризику неприйнятні для використання у складних багатоелементних системах, якими є системи моніторингу та диспетчерського регулювання наземного транспорту, оскільки не враховують їх інформаційно-технологічні особливості.

Проведений аналіз доступних джерел інформації як вітчизняних, так і зарубіжних не виявив аналогічних методик, що застосовуються для оцінки ризиків безпеки систем моніторингу та диспетчерського регулювання наземного транспорту.

Обґрунтована необхідність розробки методики управління ризиками систем моніторингу та диспетчерського регулювання наземного транспорту та впровадження заходів для забезпечення їхньої безвідмовної роботи.

Список літератури

1. P.V. Botvinkin, V.A. Kamaev “Methods of protection from adverse factors that may affect automated information and measurement systems” in Proc. *3rd Int. scien.-pract. conf. Innovation Information Technologies*, Praque, Czech, April 21-25, 2014, pp. 351-355.

2. Jin Yang, Tao Li, Xun Gong etc., "Intelligent Agents Model for Network Security Based on Artificial Immune System", Preproceedings of the International Conference Bio-Inspired Computing Theory and Applications, Wuhan, China, September 18-22, 2006, pp.789-796.

3. Jian-Qiang Zhai, Jun-Feng Tian, Rui-Zhong Du, Jian-Cai Huang, "Network Intrution Early Warning Model Based on D-S Evidence Theory," Proceedings of the Second International Conference on Machine Learning and Cybernetics, Xi'an, 2-5 November 2003.

4. С.О. Клюєв, Д.В. Ушаков "Інформаційні технології в телематичних системах на автомобільному транспорті", Тези доповідей Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, магістрантів та студентів, Науково-технічний прогрес на транспорті, Секція "Механіка", Дніпро, 26–30 березня, 2018 с. 29–29.

5. Niu Yi, Zheng Qi-Lun and Peng Hong. "Security Operation Center Design Based on Radial Basis Function Neural Network", Preproceedings of the International Conference BioInspired Computing Theory and Applications, Wuhan, China, September 18-22, 2006 pp.224-231.

6. С.О. Клюєв, О.І. Блезнюк "Отримання інформації про транспортні засоби в інтелектуальних транспортних системах", Збірник тез доповідей Регіонального науково-практичної конференції серед студентів, викладачів, науковців, молодих учених, аспірантів і учнів, Транспортні системи та технології: проблеми та перспективи розвитку, Запоріжжя, Україна, 2 квітня, 2018, с. 27–29.

7. V.E. Mukhin, A.N. Volokita, E.N. Pavlenko "Monitoring of information resource states for the implementation of adaptive management of the security of computer systems", Artificial Intelligence, N 3, 2006, p. 773 - 782.

8. С.О. Клюєв "Забезпечення безпеки залізничного транспорту в умовах цифровізації", Вісник СНУ ім. В. Даля, Северодонецьк, Україна, Вип. № 5 (261), 2020, с. 14–18.

9. V.E.Mukhin, A.N. Volokita "Integrated security monitoring system based on the analysis of the objectives of the actions of subjects of computer systems and networks", Control systems and machines, No5, 2006, p.85-94.

10. Santi Paolo. Topology Control in Wireless Ad Hoc and Sensor Networks, Wiley, 2005, 280 p.

ЗАЛУЧЕННЯ СУЧАСНИХ АНАЛІТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ СТОХАСТИЧНИХ ЗМІН В НАБОРАХ ДАНИХ СППР БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ

Тетяна КОНРАД[1], канд. техн. наук, Олексій ПИСАРЧУК[2], доктор техн. наук, проф.,
Вікторія ВОЛКОГОН[1] канд. техн. наук.

[1]Національний авіаційний університет (Україна)
[2]Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Ключові слова: СППР, дані, багатокритеріальний розподіл, транспортний потік, Data Mining.

Вступ

В експертних системах які застосовуються для потреб сталого безперебійного функціонування об’єктів критичної інфраструктури, зокрема мультимодальної транспортної мережі, обробка великих масивів змінних даних та достовірність ухвалених на підставі цієї обробки рішень, є надзвичайно важливим питанням. Окірім економічного аспекту (розподіл ресурсів) також включає безпекову складову процесу доставки (інформаційну, технічну та технологічну). Для підвищення ефективності управління транспортними потоками в автоматизованих систем управління (АСУ) взаємодіючих видів транспорту за показниками достовірності вихідних рішень виникає потреба в удосконаленні механізму обробки даних в СППР багатокритеріального розподілу транспортних потоків.

Мета роботи

Мета роботи полягає в удосконаленні механізму оброки даних в системах підтримки прийняття рішень (СППР) багатокритеріального розподілу транспортних потоків за рахунок залучення сучасних аналітичних технологій.

Виклад основного матеріалу дослідження

Програмна система багатокритеріального розподілу транспортних потоків належить до класу експертних систем спеціального призначення, підклас – СППР. Призначенням СППР багатокритеріального розподілу транспортних потоків є підтримка прийняття рішення диспетчера АСУ перевезеннями про вибір оптимального маршруту перевезення вантажів в мультимодальних транспортних мережах. Реалізація архітектурних рішень відносно програмно-алгоритмічного забезпечення СППР передбачає впровадження системи на програмно-апаратних комплексах АСУ взаємодіючих видів транспорту. Однією з ключових вимог до СППР багатокритеріального розподілу транспортних потоків є своєчасне автоматизоване поповнення і оновлення вихідних даних для виконання розрахунків математичним апаратом обчислювального алгоритму, в основу якого покладено реалізацію математичної моделі багатокритеріального розподілу транспортних потоків. Поповнення та оновлення даних має здійснюватись в on-line режимі близькому до реального масштабі часу із достовірних джерел, що досягатиметься динамічними технологіями побудови і оновлення бази даних (БД) із зв’язком з глобальною мережею Internet. БД має будуватись за клієнт-серверною взаємодією з інтерактивним зв’язком із БД взаємодіючих видів транспорту з ідентичною архітектурою СППР та інформаційними ресурсами мережі Internet де міститься

інформація необхідна для розрахунків маршрутів мультимодального перевезення. Цим досягається динамічна актуалізація даних для розрахунків у реальному часі.

БД поточного виду транспорту має виконувати функцію оперативної актуалізації вихідних масивів даних, а також містити інформацію для розрахунків за етапом маршруту, що виконується вказаним видом транспорту. Початкові дані (величини) за показниками, що приймаються до розрахуку СППР є наступні: обсяг перевезень вантажу, q_g; обсяг перевезень пасажирів, q_p; середня дальність перевезення вантажу, l_c; середня дальність перевезення пасажирів, l_{cp}; швидкість доставки вантажу, v_d; вантажообіг, Pl; пасажирообіг, Al; вантажопідйомність одиниці рухомого складу, P_n; експлуатаційна довжина шляху між пунктами, L_E; густота мережі, d_s; інтенсивність перевезень, W; собівартість перевезення пасажирів, C_v; собівартість перевезення вантажів, C_p; продуктивність праці, P_p; доходи, D витрати, E; прибуток, Y; плата за перевезення вантажу N.

Для удосконаленні механізму оброки даних в СППР пропонується залучити аналітичну техногогію Data Mining. Ключову характеристику технології Data Mining можна представити як інструмент очищення та перетворення даних в інформацію, на підставі якої можна ухвалювати рішення. В межах технології виділити шість методів виявлення і аналізу знань: класифікація; регресія; прогнозування часових послідовностей (рядів); кластеризація; асоціація; послідовність. *Класифікація* дає можливість виявити ознаки, що характеризують групу, до якої належить той або інший об'єкт. *Регресійний аналіз* використовується, коли стосунки між змінними можуть бути виражені кількісно у вигляді деякої комбінації цих змінних. Отримана комбінація використовується для передбачення значення, яке може приймати цільова (залежна) змінна, що обчислюється на заданому наборі значень вхідних (незалежних) змінних. *Прогнозування часових послідовностей* дозволяє на основі аналізу поведінки часових рядів оцінювати майбутні значення прогнозованих змінних. Основою для прогнозування служить історична інформація, що зберігається в інформаційних сховищах у вигляді часових рядів. *Кластеризація* відрізняється від класифікації тим, що класи заздалегідь не задані і засоби інтелектуальних обчислень самостійно створюють однорідні групи даних. *Асоціація* відноситься до аналізу структури і застосовується, коли декілька подій зв'язано між собою. *Послідовність* має місце, якщо існує ланцюжок зв'язаних в часі подій.

СППР багатокритеріального розподілу транспортних потоків базується на класичному підході до аналізу даних, а саме використовує детермінований підхід з чітко визначеною в межах алгоритмічного забезпечення критеріїв прийняття рішення ОПР. Реакцію системи на динамічні зміни враховано та реалізовано пропозиціями відносно ранжування машрутів. Проте стохастичні зміни в системі потребуть врахування випадкових величин в наборах даних для реалізації завдання прогнозу. Залучення методів виявлення і аналізу знань та апарату ймовірнісних аналітичних технології, сприятимуть вирішенню цього питання (Рис.1).

Рис.1 Залучення аналітичних технології Data Mining до СППР багатокритеріального розподілу

Перевагами залучення методів та сучасних аналітичних технологій Data Mining до процесу обробки великих даних в СППР багатокритеріального розподілу транспортних потоків дає переваги: можливість прогнозування змін станів системи; можливість навчання на попередньому досвіді і адаптації поведінки (нейромережевий підхід, штучний інтелект);

зв'язок з користувачами за допомогою розуміння природної мови, зображень, знаків, символів (Natural-language processing, NLP; Text Mining); координування ухвалення рішень, планування і дій в межах системи.

Висновки

Обґрунтовано потребу та переваги застосування методів та технологій Data Mining для вдосконалення механізму обробки великих масивів даних в СППР багатокритеріального розподілу транспортних потоків, що сприятиме підвищенню достовірності ухвалених рішень ОПР та дасть можливість прогнозування змін в наборах даних.

Список літератури

1. О.І. Черняк, П.В. Захарченко. Інтелектуальний Аналіз Даних: Підручник. – К.: Знання, 2010. – 841 с.

2. Ситник В.Ф., Краснюк М.Т. Інтелектуальний аналіз даних (дейтамайнінг). – К.: КНЕУ, 2007. – 376 с.

ЗБІЛЬШЕННЯ НАДІЙНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

Сергій КОТЕНКО [1], канд. техн. наук, Артем КЕНС [1], аспірант, Валерія КАСЬЯНОВА[2]

[1] ДУ «Інститут ринку і економіко-екологічних досліджень НАНУ» (Україна)
[2] Одеський технологічний університет «ШАГ» (Україна)

Ключові слова: надійність перевезення, ризики, інтелектуальні транспортні системи, математична модель, алгоритм

Вступ

Значна динамічність загроз, зокрема, за умов широкомасштабної війни обумовлює необхідність впровадження в реальному часі інтелектуальних інструментів оцінювання ризиків перевезенням вантажів та методів збільшення надійності транспортування. За дослідженнями Stasiuk та інші [1], Павлюк та інші [2], функція надійності перевезення вантажів та значення інтегрального ризику транспортування мають зворотну залежність. Параметри, які впливають на величину інтегрального ризику детально проаналізовані Ilchenko та інші [3]. Вплив ризиків перевезенням вантажів за значного і динамічного рівня загроз проаналізовано Charoennapharat та інші [4]. На збільшення надійності перевезення при зміні маршрутів за несприятливих умов на окремих їх етапах вказано в статті Liu Song та інші [5]. За впливу ризиків значного рівня та динамічної їх зміни постала нагальна задача моделювання альтернативних варіантів перевезення для забезпечення більшого рівня надійності.

Мета роботи. Запропонувати математичний підхід оцінювання динамічних ризиків транспортування вантажів та формування передумов збільшення надійності процесу перевезення.

Виклад основного матеріалу дослідження В розвитку тез, викладених авторами в попередніх роботах, зокрема, в статті Kotenko та інші [6] запропоновано наступний математичний підхід та за використання згаданих висновків інших дослідників запропонована наступна математична модель. На першому етапі формується матриця векторів:

$$\vec{w} := f(\vec{P}, \vec{g}) \tag{1}$$

де $\vec{\omega}$- вектор інтегрального ризику транспортування вантажів, який можна представити як матрицю окремих ризиків; $\vec{P}$ – вектор ймовірностей кожного з ризиків; $\vec{g}$- вектор наслідків ризиків за дією кожного з факторів ризику.

Тоді надійність транспортування вантажів (H) можна формалізувати, як

$$H = [f(\vec{P}, \vec{g})]^{-1} \tag{2}$$

Запропонований підхід дозволяє врахувати величину надійності перевезення за кожним з етапів маршруту транспортування і надає можливість змінювати маршрути, якщо в режимі реального часу, навіть в процесі перевезення, ризики та їх ймовірні наслідки можуть досягти неприйнятних значень. Тобто маршрут транспортування вантажів можна розглядати як певну деревовидну структуру, що складається з основного варіанту вказаного маршруту і альтернативних варіантів кожного з наступних етапів перевезення. Без застосування автоматизованих інтелектуальних систем управління транспортних процесом застосування такої моделі є неможливим. Тому запропонований математичний підхід доцільно використовувати як алгоритм окремого блоку в структурі вказаної інтелектуальної системи.

Наступним етапом запропонованого математичного підходу має стати застосування фільтру Калмана. За його допомогою виконується рекурсивна перевірка ризиків на кожному з етапів перевезення у відповідності до впливу всіх чинників ризику на цьому етапі та за врахування наслідків вказаного ризику. Використання фільтру Калмана доцільно і тому, що за його допомогою можна провадити аналіз невизначених параметрів, характерних для швидких динамічних змін загроз, зокрема, в умовах війни.

Далі запропоновано використати метод Байєса. Цей метод дозволяє провести розрахунки за кожним з послідовних етапів маршруту перевезення вантажів.

Це створює передумови оптимізації маршрутів у відповідності до методу Ehrgott та інші [7] за декількома цільовими функціями надійністю, вартістю, часом транспортування вантажів.

За використання математичного підходу це можна представити як:

$$\begin{cases} \frac{d\vec{b}}{d\tau} = \gamma(\vec{v}, \vec{H}) + f(\vec{v}, \vec{H})\vec{\delta}(\tau) \\ \frac{d\vec{w}}{d\tau} = \varphi(\vec{v}, \vec{H}) \\ \vec{\vartheta}(\tau) = U(\vec{u}, \vec{v}) \end{cases} \tag{3}$$

де $\frac{d\vec{b}}{d\tau} \in E$ – темп зміни вектору параметрів в області E за час τ при задовільнені умови $\vec{v}, \vec{\vartheta}, \vec{u} \in E$; $\vec{v}$ – вектор параметрів перевезення за маршрутом $\vec{v} \notin \vec{\vartheta}, \vec{u}$; $\vec{\delta}(\tau) \in D$ – вектор альтернативних етапів перевезення; $\frac{d\vec{w}}{d\tau}$ - вектор темпу зміни інтегрального ризику; $\vec{\vartheta}(\tau) \in E$ - вектор чинників впливу суміжних видів транспорту для альтернативних етапів перевезення; $u \in E$- вектор невизначених параметрів.

Далі прогнозуються величини ризиків за врахування темпу їх зміни $\frac{d\vec{w}}{d\tau}$, для чого провадиться інтегрування величини вказаного темпу і знаходиться значення ризику в час $(i+1)$:

$$\vec{w}_{i+1} = \int_i^{i+1} \frac{d\vec{w}}{d\tau} d\tau - \vec{w}_i \tag{5}$$

Оптимізація часу та вартості перевезення провадиться за умов:

$$\begin{cases} \tau_i \in [\tau_i, \tau_{i+1}]; \sum_1^n \tau_i \ \rightarrow \tau_{i\,opt} \\ c_i \rightarrow c_{i\,opt} \\ \vec{H}_i \rightarrow \vec{H}_{i\,opt} \\ b_j \in E \end{cases} \quad (4)$$

де τ_{max}– найбільший припустимий час перевезення; c_i –вартість перевезення на i –му етапі; c_{max}- найбільша припустима вартість перевезення; b_j- масиви дійсних, стохастичних, лінгвістичних, невизначених параметрів, $\vec{H}_i$. – вектор надійності перевезення на i –му етапі маршруту.

Тобто за умов припустимих величин ризиків досягається належний рівень надійності перевезення при забезпеченні належних значень цільових функцій другого порядку – вартості та часу транспортування вантажів.

Висновки

Запропонований підхід оцінювання ризиків транспортуванню вантажів та формування передумов збільшення надійності процесу перевезення може бути використаний як математичне ядро блоку автоматизованої інтелектуальної системи управління транспортним процесом. Його використання дозволяє врахувати надмірне зменшення надійності наступних етапів перевезення вантажу, проаналізувати альтернативні варіанти і запропонувати такий варіант, який за належного рівня надійності буде мати перевагу також за цільовими функціями другого порядку: вартістю та часом транспортування вантажів. Перспективою подальших досліджень є адаптування запропонованого блоку автоматизованої інтелектуальної системи до систем надходження інформації про зміну параметрів ризиків на альтернативних варіантах транспортних шляхів.

Список літератури

1. O. Stasiuk, L. Chmyrova, N. and Fediai, «The markets of freight and passenger transport in Ukraine: problems and trends», *Ефективна економіка,* no. 9, 2020, DOI: 10.32702/2307-2105-2020.9.54.
2. С. Павлюк, and Я. Самолевський, «Потенціал річкового транспорту України: стан та перспективи розвитку», *Modern Economic,* no. 20(2020), pp. 192-198, 2020, DOI: https://doi.org/10.31521/modecon.V20(2020)-31.
3. S. Ilchenko. L. Mezina, S. Mashkantseva, and T. Larina, «Parametric features and criteria of the development of the market for linear transportation», *Financial and credit activity: problems of theory and practice,* vol. 4, no. 31, pp. 184-195, 2019, DOI:10.18371/fcaptp.v4i31.190832.
4. T. Charoennapharat, and P. Chaopaisarn, «Factors Affecting Multimodal Transport during COVID-19: A Thai Service Provider Perspective», *Sustainability*, vol. 14(8), Art no. 4838, 2022, DOI:10.3390/su14084838.
5. Liu Song, Shao Yiming, and Peng Yong, «Optimization of Multimodal Transport Paths for Refrigerated Containers Under Carbon Emission Restriction», *Applied mathematics and mechanics,* no. 41(2). pp. 204-215, 2020, DOI:10.21656/1000-0887.400159.
6. S. Kotenko, V. Kasianova, and V. Kolosok, «Determination of influence of competitiveness factors on freight transportation by water transport», *Economic innovation*, vol. 23, no. 3(80), pp. 175–183, 2021, DOI: 10.31520/ei.2021.23.3(80).175-183.
7. M. Ehrgott, M. Hasannasab, A. Raith, «A multiobjective optimization approach to compute the efficient frontier in data envelopment analysis», *J. Multi-Criteria Decision Analysis,* vol. 26(3-4), pp. 187-198, 2019, DOI:10.1002/mcda.1684.

КОСМІЧНИЙ ТРАНСПОРТ: СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

Неоніла КУНДА[1], канд.техн.наук, доцент, Даніїл ЛЕВЧЕНКО[1] магістр, Олена ІВАЩЕНКО[1], магістр.

[1]Національний транспортний університет (Україна)

Ключові слова: космічний транспорт, інтелектуальні транспортні системи, рухомий склад космічного транспорту, космічні перевезення, космічна логістика

Вступ. Класифікуючи транспортні системи за середовищем функціонування, окрім систем наземного, підземного, повітряного простору, систем водного середовища, прийнято вирізняти транспортні системи безповітряного середовища, які представлені космічним транспортом, і транспортні системи змішаного середовища, що функціонують в областях переходів, зокрема, між повітряним/безповітряним простором, які засновані на експлуатації ракетопланів - космічних кораблів багаторазової дії.

Безсумнівно, космічні транспортні системи за своїми масштабами, капіталовкладеннями і наукоємністю, визначальною роллю в технічному і цивілізаційному прогресі людства відносяться до інтелектуальних транспортних систем.

Мета роботи. В недалекому майбутньому гостро постане питання систематичних космічних перевезень, тому ця тема надзвичайно актуальна і потребує нашої уваги. У КВЕД – класифікаторі кодів видів економічної діяльності передбачено клас діяльності 51.22 «Космічний транспорт», який включає запуск супутників і космічних кораблів, пасажирські та вантажні космічні перевезення. У роботі зроблено стислий історичний екскурс в розвиток космонавтики, представлено парк рухомого складу космічного транспорту, проаналізовано стан і проблеми космічної галузі у світі, спектр завдань, що виконуються космічними апаратами, перспективи розвитку космічної транспортної логістики, розглянуто місце і роль України як космічної держави.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Космічні (інакше – позаземні, галактичні, міжпланетні, міжзоряні) транспортні системи знаходяться на різних стадіях розвитку. Галактичні наразі тільки прогнозуються, міжзоряні – у стадії теоретичних розробок, міжпланетні – в стадії освоєння. Наразі виконано понад 250 міжпланетних пусків, з них більше 100 – до Місяця, близько 100 – до інших планет Сонячної системи, в т.ч. примірно 50 – до Марса, примірно 30 – до астероїдів і комет.

Космічні апарати, які є у прямому і переносному сенсі рушійною силою космічних польотів, використовуються для виконання різноманітних завдань у космічному просторі, проведення дослідницьких та інших робіт на поверхні різних небесних тіл.

Одне з основних завдань – це транспортування людей і вантажів, устаткування і апаратури у ближньому космосі (тобто у верхній частині земної атмосфери).

Рухомий склад космічного транспорту складають космічні апарати, які поділяються на суборбітальні, навколоземні, орбітальні, міжпланетні, експедиційні, напланетні.

Космічні апарати бувають автоматичні та пілотовані; до останніх відносять пілотовані космічні кораблі та орбітальні космічні станції.

До рухомого складу відносяться:

- штучні супутники Землі ШСЗ, що обертаються навколо нашої планети по геоцентричних орбітах;
- космічні зонди, які використовують для вивчення далекого Космосу;
- автоматичні або пілотовані космічні кораблі, які служать для доставки вантажів і людей на навколоземну орбіту (і на орбіти інших планет) та їх повернення;
- орбітальні станції – пілотовані наукові комплекси для довгострокового перебування та роботи людей на орбіті Землі чи іншої планети.

Зокрема, до напланетних космічних апаратів відносяться:

- спускні апарати – для доставки людей і апаратури з навколопланетної орбіти чи міжпланетної траєкторії на поверхню планети з м’якою посадкою;

- планетоходи – автоматичні лабораторні комплекси або транспортні засоби для переміщення поверхнею планет чи інших небесних тіл.

Спектр завдань, що виконують космічні апарати, надзвичайно широкий і торкається всіх сторін людської діяльності, в тому числі і транспортної галузі. Це дослідження Землі та інших планет, метеорологія, зв'язок, навігація, військова справа, космічний туризм, забезпечення життєдіяльності людини в космосі, транспортування людей і вантажів до інших небесних тіл [1].

Космічна ера людства розпочалася 4 жовтня 1957 р., коли в Радянському Союзі було запущено перший штучний супутник Землі. 12 квітня 1961 р. ракета-носій «Восток» вивела на навколоземну орбіту корабель «Восток-1» з Юрієм Гагаріним на борту, який став першою людиною, яка здійснила політ у космічний простір. Запущена 31 січня 1966 р. радянська автоматична міжпланетна станція «Луна-9» через три доби здійснила першу в історії м’яку посадку на Місяць і передала першу панораму поверхні Місяця. 21 липня 1969 р. Ніл Армстронг з командою «Аполона-11» вперше ступив на поверхню Місяця. Далі слідували перший вихід людини з корабля у космічний простір, польоти кораблів багаторазового використання, довготривала робота міжнародних космічних станцій (МКС) з інтернаціональними екіпажами на борту, яка була би неможлива без постачання всім необхідним за допомогою вантажних космічних кораблів Прогрес, ATV, Cargo Dragon (компанії SpaceX), Cygnus. З’явилося поняття «космічна логістика», поряд з добре відомими іншими видами логістики [2].

Славна плеяда покорителів космосу нараховує 358 астронавтів США та 206 космонавтів, серед яких 16 українських радянських космонавтів та Олександр Волков і Леонід Каденюк – космонавти незалежної України.

Україна ставить за мету відродити імідж космічної держави. Уряд затвердив космічну програму 2021-2025 рр, серед завдань якої – впровадження космічних технологій і у транспортну галузь також. За міжнародними угодами здійснено 169 пусків ракет-носіїв українського виробництва та запущено 28 вітчизняних космічних апаратів. За словами Президента, космічна індустрія – це і є стратегія розвитку країни, щоб Україна стала промисловою і космічною державою.

Висновки.

У космічній логістиці зараз переважають одноразові системи запуску, дорогі та екологічно небезпечні. Але з’явилися приватні компанії, що проектують космічні системи багаторазового запуску, найвідоміша SpaceX Ілона Маска. Доставка вантажів у космос – поки що дуже дорога. Але існує альтернативний проект доставки – космічний ліфт, поки що у стані розробки. Космічні дослідження часто здаються чимось абстрактним, але вони впливають і на сьогодення, і на майбутнє людства: адже природні ресурси вичерпуються, що приведе до освоєння інших планет, і вантажні космічні перевезення стануть повсякденною справою. Тож за космічною логістикою – майбутнє.

Список літератури

1. Дослідження розвитку космічного туризму: проблеми та перспективи, 2019, doi: 10.26565/2310-9513-2019-10-19.
2. Найочікуваніші космічні події 2022 року, 2022.[online] Available: https://universemagazine.com/najochikuvanishi-kosmichni-podiyi-2022-roku

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНЕ УПРАВЛІННЯ МЕРЕЖЕВОЮ БЕЗПЕКОЮ В ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

Олена КРИВОРУЧКО[1], докт.техн.наук, проф., Юлія КОСТЮК[1], здобувач Phd,

[1]Державний торговельно-економічний університет (Україна)

Ключові слова: інтелектуальне управління, інформаційно-телекомунікаційна система, безпека

Вступ

Інтенсивний розвиток та використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) для обробки цифрової інформації призвели до серйозних якісних змін в економічній, соціально-політичній та транспортній сферах життя суспільства. У той же час ризики порушення безпеки на об'єктах критичної інформаційної інфраструктури (КІІ), включаючи інформаційно-телекомунікаційні системи (ІТС), набули статусу компонентів системного ризику. В основі такої інфраструктури лежить інформаційно-телекомунікаційна система, яка базується на інформаційно-телекомунікаційній мережі (ІТМ) – технологічній системі (ТС), призначеній для передачі інформації по лініях зв'язку, доступ до якої здійснюється з використанням засобів обчислювальної техніки. До об'єктів критичної інформаційної інфраструктури (КІІ) належать ІТС, інформаційні системи (ІС), автоматизовані системи управління (АСУ) суб'єктів КІІ, а також мережі електрозв'язку, які використовуються для організації взаємодії таких об'єктів. Суб'єкти КІІ − державні органи та установи, юридичні особи та (або) фізичні особи, яким на законній підставі належать ІС, ІТС, АСУ, які функціонують у різних сферах діяльності та галузях промисловості, а також юридичні особи, підприємці, які забезпечують взаємодію систем [1, 2].

Мета роботи

В якості основних причин тенденції ризиків порушення безпеки можна виділити, в першу чергу, складність і різнорідність ІТС різних суб'єктів за функціями, структурою та організаційно-правовими формами, зростаючу роль різних технологій у наданні послуг і все більшу залежність їх від різних вразливостей ІКТ, яка посилюється взаємозалежністю між всіма учасниками інформаційних взаємодій, а також зростанням складності, широкої спрямованості та різноманітності комп'ютерних атак та появою нових категорій зловмисників і цілей, які вони переслідують. Отже, для ІТСяк невід'ємної частини забезпечення діяльності підприємства чи організації, необхідно забезпечити функціональну стійкість та ІБ її інформаційних ресурсів та послуг.

Виклад основного матеріалу дослідження

Численні щорічні дослідження в галузі ІБ ІТС показують, що стратегії забезпечення ІБ, які традиційно були засновані на дотриманні нормативних та правових вимог та обмежувалися лише «захистом периметра», не встигають за зростаючою кількістю та за витонченими методами, які застосовують зловмисники. Як приклади такої тенденції можна навести атаки на системи Інтернету речей і APT-атаки, спрямовані на цілі певної категорії, ділового або політичного характеру, промислове шпигунство та крадіжку конфіденційної бізнес-інформації. Часто зловмисники спочатку отримують доступ до погано захищених серверів та комп'ютерів користувачів, а потім здійснюють атаки на системи по всьому світу. Вони вміють обережно тестувати захист ІТС, уникаючи виявлення, і, знайшовши вразливості, використовують їх для досягнення своїх цілей. Наприклад, вдаються до цільового фішингу і, як наслідок, незаконним шляхом отримують необхідну інформацію від співробітників компаній. Для впровадження шкідливого коду використовують як технічні засоби, так і соціальну інженерію [2, 3].

Одночасно з цим збільшується кількість потенційних точок проникнення в ІТС, за якими зловмисники завдають «точкових ударів», що призводять до витоку конфіденційної

інформації, завантаження додатків через поштові повідомлення, несанкціонованого переказу коштів тощо. Системотехнічна основа сучасних ІТС може включати елементи, які входятьдо до складу систем загального користування (системи хмарних обчислень, різних сховищ та центрів обробки даних з безліччю ІС тощо), а це призводить до підвищеної загрози ІБ.

Програмовані мережі, управляємі програмним забезпеченням (ПЗ), мають свої різновиди вразливостей, які приводять до затримок в обробці трафіку управління передачею даних, що дозволяє реалізовувати комп'ютерні атаки на рівні ПЗ [3].

Реалізовані в даний час реактивні заходи забезпечення ІБ для інформаційних ресурсів ІТС з метою мінімізації часу на їх відновлення (тривалості реагування) після переривань, викликаних інцидентами ІБ, були розроблені ще два-три десятиліття тому. У 2005-2006 р.р. компанією Cisco Systems було вперше озвучено ідею розробки центру моніторингу безпеки (англ. Security Operations Center, SOC). Основними цілями розгортання SOC Cisco визначив управління засобами захисту інформації в мережах (наприклад, віртуальними приватними мережами, міжмережевими екранами, системами виявлення та запобігання вторгнень, системами відображення DDoS-атак, вірусами та шпигунськими програмами) та моніторинг їх стану в режимі реального часу, а також аналіз записів в журналах реєстрації подій, відомостей про вразливості, інформацію про ресурси та попередження про небезпеку [3].

Висновки

Зрозуміло, що в даний час актуальним є пошук рішення для побудови центру управління мережевою безпекою. який забезпечить інформаційну захищеність, за якої в єдиному інформаційному просторі буде створено адекватне захищене середовище функціонування ІТС, що забезпечить необхідний рівень ІБ для отримання (пошуку та збору), обробки, зберігання, розповсюдження (передачі та надання) та знищення інформації.

Актуальність дослідження визначається необхідністю ефективної та результативної протидії комп'ютерним атакам у ІТС, масштаб і складність яких постійно зростає при вдосконаленні способів реалізації з урахуванням розвитку інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), коли при застосуванні традиційних стратегій та систем забезпечення ІБ, заснованих на принципі реагування, а не попередження загроз та інцидентів ІБ, неможливо забезпечити необхідний рівень ІБ. Інформаційна безпека ІТС, як стан захищеності технічних систем, призначених для обробки та передачі лініями зв'язку інформації, доступ до якої здійснюється з використанням сучасних інформаційних технологій (ІТ) та засобів зв'язку, які включють безпеку інформаційних ресурсів та послуг, та які забезпечує функціональну стійкість ІТС у штатному режимі та в умовах загроз ІБ (в умовах спрямованих на них комп'ютерних атак, при збоях підвищеного ступеня серйозності та в умовах надзвичайних ситуацій). При цьому рівень ризику порушень з використанням ІТС та рівень ризику порушення властивостей ІБ інформаційних ресурсів ІТС на всіх стадіях їх життєвого циклу прийнятні як для їх користувача, так і для власника. Захищеність досягається забезпеченням сукупності властивостей ІБ − конфіденційності, цілісності, доступності, невідмовності та достовірності, пріоритетність яких визначається значимістю інформації.

Список літератури

1. Телекомунікаційні та інформаційні мережі: Підручник [для вищих навчальних закладів] / П.П. Воробієнко, Л.А. Нікітюк, П.І. Резніченко. – К.: САММІТ-Книга, 2010. – 708 с.

2. Управління інформаційною безпекою: конспект лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спец. 125 «Кібербезпека» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: С. О. Носок, О. М. Фаль, В. М. Ткач. – Електронні текстові дані. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 258 с.

3. Критерії оцінки рівня захисту комп’ютерних мереж з врахуванням їх архітектури // Інформатика та математичні методи в моделюванні, 2013 – Т. 3. – №1 – С. 82–90

ФОРМУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ РОЗПОДІЛУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТЯГОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ

Денис ЛОМОТЬКО[1], д-р. техн. наук, проф., Оксана ІЩУКА[2], магістр,
Ольга АФАНАСОВА[1], аспірант, Микола ЛОМОТЬКО[1], аспірант

[1]Український державний університет залізничного транспорту (Україна)
[2]Ризький технічний університет (Латвія)

Ключові слова: інтелектуальні транспортні технології, транспортна логістика, залізниця, тяговий рухомий склад, вантажні перевезення

Вступ

Угодою про асоціацію України та ЄС визначено зобов'язання щодо імплементації 7 директив та 4 регламенти ЄС у сфері залізничного транспорту. Імплементація зазначених актів законодавства передбачає забезпечення прозорості та недискримінаційного доступу до інфраструктури залізничного транспорту всіх підприємств залізничного транспорту, покращення послуг залізничних перевезень та сприяння інтеграції української залізничної системи в залізничну систему Співтовариства. Це створює передумови для переходу до приватної тяги поїздів.

Мета роботи

Перевізник, як визначено в Директиві 2004/49/ЕС [1], це будь-яке публічне або приватне підприємство, основна діяльність якого полягає у здійсненні перевезень вантажів та/або пасажирів залізницею за умови, що підприємство забезпечує тягу. До використання на мережі, рухомий склад повинен отримати дозвіл на введення експлуатацію, компетентний який в видає національний орган з питань безпеки. В цих умовах виникає питання оптимізації розподілу залізничного тягового рухомого складу для забезпечення тяги поїздів.

Виклад основного матеріалу дослідження

Для виконання заданого обсягу залізничних перевезень з n сформованих складів поїздів може бути використано n одиниць тягового рухомого складу. Відома оцінка вартості здійснення перевезення ψ_{ij} при виконанні перевізного процесу i-ю одиницею тягового рухомого складу для j-го складу поїзду. Необхідно визначити такий варіант закріплення i-х одиниць тягового рухомого складу за j-ми складами поїздів X_{ij}, який забезпечить виконання всього обсягу перевезень з мінімальною загальною вартістю за умовою, що кожна одиниця тягового рухомого складу працює тільки з одним потягом.

Математичне формулювання задачі розподілу полягає у відшуканні мінімуму функції:

$$\Psi = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\psi_{ij}X_{ij} \to min; \tag{1}$$

за наступних умов

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{n} X_{ij} \sum_{j=1}^{n} X_{ij} = 1 \\ \forall X_{ij} \in [0;1] \end{cases}. \tag{2}$$

Перша умова відбиває вимогу закріплення кожної одиниці тягового рухомого складу тільки з одним складом поїзду. Друга умова означає, що величина X_{ij} є одиночною функцією Хевісайда та може бути або одиницею (якщо i-та одиниця тягового рухомого складу

закріплена за j-м складом поїзду), або нулем (в протилежному випадку). При цьому, в кожному рядку або стовпці матриці закріплення може бути тільки одна одиниця. Оцінку вартості здійснення перевезення ψ_{ij} може бути обчислено відповідно Тарифного керівництва №1 залізниць України [2], або (у загальному випадку) може бути деякою функцією в залежності від кількості вагонів у складі кожного поїзду, довжини ділянки, складності її профілю, наявності (або відсутності) електрифікації тощо.

У розглянутому випадку задачу (1) можливо віднести до задачі лінійного програмування про призначення, для розв'язання яких застосовують квадратну матрицю (n^2-матриця) [3]. Застосування цього підходу на практиці показує, що найбільш розповсюдженим є випадок, коли кількість одиниць тягового рухомого складу не дорівнює кількості складів поїздів. Тому для перетворення матриці у квадратну в цьому випадку вводять або фіктивні одиниці тягового рухомого складу, або фіктивні склади поїздів. Це досягається шляхом введення оцінок вартості здійснення перевезення $\psi_{ij}=0$ для фіктивних елементів з метою виключення їх впливу на цільову функцію (1). Для розв'язання поставленої задачі може бути використано відомі методи, наприклад, метод гілок та меж.

Такий підхід вирішення задачі може бути інтегровано до відповідної інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень оперативним персоналом АТ Укрзалізниця та приватних перевізників.

Висновки

Оптимізація розподілу залізничного тягового рухомого складу для забезпечення тяги поїздів на базі інтелектуальної системи дозволить суттєво скоротити витрати перевізника, та, як наслідок, скоротити вартість доставки вантажу. Запропонований підхід рекомендовано інтегрувати до існуючої автоматизованої системи керування вантажними перевезеннями Укрзалізниці (АСК ВП УЗ-Є).

Список літератури:

1. Директива 2004/49/ЄС Європейського Парламенту та Ради Про безпеку залізниць у Співтоваристві. (редакція від 29.04.2004 р.) URL: https:// https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_953 (дата звернення 08.10.2022).

2. Про затвердження Збірника тарифів на перевезення вантажів залізничним транспортом (Тарифне керівництво N 1). Наказ Міністерства транспорту та зв'язку України №317 від 26.03.2009 р. (редакція від 25.11.2020 р.). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0340-09 (дата звернення 08.10.2022).

3. Івченко І. Ю. Математичне програмування / І. Ю. Івченко. – Київ : ЦУЛ, 2007. – 230 с.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ МИТНОЇ ПЕРЕРОБКИ ВАНТАЖІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕРЕЖ ПЕТРІ

Наталя ПОТАМАН[1], канд.техн.наук

Харківський національний автомобільно-дорожній університет (Україна)

Ключові слова: митна переробка вантажів, мережі Петрі, логістична система, транспортні технології

Вступ

Зростаюча конкуренція на ринку транспортних послуг, інтеграція транспортної системи України до європейських структур зумовлюють необхідність пошуку нових заходів для

підвищення якості транспортного обслуговування, мінімізації витрат часу та ресурсів учасників логістичного ланцюга доставки вантажів.

Актуальним залишається питання вдосконалення транспортних технологій, їх узгодження з виробничими, торговельними, складськими та митними технологіями, спрощення та удосконалення митних процедур, підвищення ефективності митного контролю та митного оформлення експортно-імпортного вантажопотоку для отримання синергетичного ефекту.

Останніми роками в системах доставки вантажів у міжнародному сполученні дедалі частіше застосовуються логістичні принципи роботи. При цьому важливу роль відіграє ефективна взаємодія всіх ланок логістичних ланцюгів, до числа яких входить і процес митної переробки вантажів. Підвищення конкуренції на ринку вантажних міжнародних перевезень зумовило необхідність виділення процесу митної переробки вантажів в окрему ланку логістичного ланцюга доставки вантажів [1].

Мета роботи

Метою роботи є побудова моделі процесу митної переробки вантажів, яка дає змогу ухвалювати обґрунтовані технологічні, управлінські рішення, змінювати вхідні параметри, здійснювати перспективне планування на основі інформації щодо зайнятості контрольних пунктів, прикордонної митниці, бригад митників, пропускної спроможності пунктів пропуску, технічних засобів митного контролю та зв'язку, видів митних режимів, унормування тривалості всіх складових митної переробки вантажів. А також дасть можливість аналізувати час на виконання митних процедур за різними видами митних режимів. Для розроблення моделі застосовується теорія мереж Петрі, яка дає змогу досліджувати ймовірнісні процеси з урахуванням відмов і черг [2].

Виклад основного матеріалу дослідження

Час на проведення митних операцій залежить від необхідних видів контролю: екологічний, фітосанітарний, радіологічний та ветеринарний. При цьому також важливий статус пункту пропуску - міжнародний або міждержавний. Законодавчими актами регламентовано час на проведення контролю на митниці залежно від виду контролю та об'єкта контролю. Якщо уявити процес митної переробки вантажів у вигляді моделі, то вона матиме такі вхідні параметри:

- об'єм і вид вантажу ($Q_в$),
- вид митного режиму ($K_{мр}$),
- вид транспортного засобу (A)
- частота підходу транспортних засобів ($N_{тз}$) [2].

Зовнішніми факторами впливу є:

- пропускна спроможність пункту пропуску ($P_{пр}$);
- кількість смуг руху ($n_{см}$);
- обладнання пункту пропуску технічними засобами митного контролю та зв'язку (I_n) для отримання оперативної інформації про викрадення автомобіля, контрабанду наркотиків або зброї;
- кількість працівників митного посту в зміні ($N_{пп}$).

На виході - час на виконання митних процедур за різними видами митних режимів ($T_{мп}$).

Внутрішніми елементами системи є:

1. Процес подачі автомобілів до вантажовідправника.
2. Процес навантаження.
3. Під'їзд до внутрішньої митниці.
4. Процес оформлення документів на внутрішній митниці.
5. Під'їзд до митного пункту пропуску.
6. Процес очікування митних процедур.
7. Процес митного контролю.
8. Процес митного оформлення.

9. Під'їзд до митниці призначення.

10. Доставка вантажу вантажоодержувачу

Умовою ефективної митної переробки вантажів виступає мінімізація часу, витраченого на митну переробку вантажів [3]

$$\mathrm{T}_{\text{мп}} = \sum_{i=1}^{m} T_{мпi} \to \min \qquad (1)$$

де $T_{мпi}$ - час на митне перероблення вантажів у і-й фазі, годин;

m - кількість фаз.

Час митного перероблення вантажів у і-й фазі визначається такою залежністю

$$T_{\text{мпi}} = \sum_{j=1}^{n} T_{\text{оч}j} + \sum_{j=1}^{n} T_{вирj} \to \min \qquad (2)$$

де $T_{очj}$ - час на очікування виконання j-ї технологічної операції з митної переробки вантажів у i-ій фазі, годин; $T_{викj}$- час на виконання j-ї технологічної операції з митної переробки вантажів у i-ій фазі, годин; n - кількість операцій, які виконуються у фазі або кількість очікувань виконання операцій.

Під час митної переробки вантажів поряд із виконанням технологічних операцій (продуктивних) виникає низка міжопераційних простоїв, що пов'язані з очікуванням початку виконання операцій за різних умов та обставин. Таким чином, час на очікування виконання j-ї технологічної операції з митної переробки вантажів у i-й фазі можна записати в такому вигляді

$$T_{\text{оч}} = t_{оч}^{внм} + t_{оч}^{пКПП} + t_{оч}^{мпроц} + t_{оч}^{мпр} \qquad (3)$$

де $t_{оч}^{внм}$ - час очікування митного оформлення на внутрішній митниці, годин; $t_{оч}^{пКПП}$ - час очікування транспортних засобів у черзі при під'їзді до КПП, годин; $t_{оч}^{мпроц}$ - час очікування митних процедур на КПП (митний контроль, митне оформлення та інші митні процедури), годин; $t_{оч}^{мпр}$ - час очікування розмитнення вантажу на митниці призначення, годин.

Відповідно час на виконання j-ї технологічної операції з митної переробки вантажу в i-й фазі пропонується визначати за формулою

$$T_{\text{вир}} = T^{внм} + T^{пКПП} + T_{заг}^{мпроц} + T^{пмпр} + T^{мпр} \qquad (4)$$

де $T^{внм}$ - час на виконання митного оформлення на внутрішній митниці, годин; $T^{пКПП}$ - час на під'їзд до КПП транспортних засобів, годин; $T_{заг}^{мпроц}$ - час на проведення митних процедур на КПП (митний контроль, митне оформлення тощо), годин; $T^{пмпр}$ - час на під'їзд транспортного засобу до митниці призначення, годин; $T^{мпр}$ - час на розмитнення вантажу на митниці призначення, годин.

Для опису системи митної переробки вантажів, як системи взаємодіючих моделей, що описують ітераційний процес поступового наближення до оптимального рішення, ефективним є застосування апарату мереж Петрі [3,4].

Математичний апарат мереж Петрі дає змогу вивчати динаміку функціонування досліджуваної системи та її поведінку за різних початкових умов. У разі використання формальних методів аналіз властивостей мереж Петрі дає змогу досліджувати роботу системи в динаміці й отримувати найважливіші характеристики технологічних процесів. Крім того, формалізація за допомогою мереж Петрі технології митного перероблення вантажів є доволі наочною, простою і швидкою процедурою. Деякі традиційні підходи до моделювання технологічних процесів на транспорті, на відміну від мереж Петрі, не дають можливості особі, яка ухвалює рішення, одержати готове управлінське рішення, а пропонують оптимальні параметри тільки технологічних елементів (операцій) розглянутих процесів без урахування очікувань [5, 6, 7].

Модель мереж Петрі, що описує процес митної переробки вантажів, наведено на рисунку 1. У наведеній моделі позиції (P1-P25) відображають проміжні стани системи, а кожен перехід (T1-T13) - функціонування фаз митної переробки вантажів.

Рисунок 1 – Модель процесу митної переробки вантажів

Позначення позицій у моделі прийнято таке:

P1, P2, P3 - кількість автомобілів, які готові до відправлення до перевізників;

P4 - кількість автомобілів, що надійшли до вантажовідправника та готові до навантаження;

P5, P6, P7 - кількість вантажу в вантажовідправника, що готовий до відправлення в міжнародному сполученні;

P8 - кількість вільних навантажень жувально-розвантажувальних механізмів у вантажовідправника;

P9 - кількість завантажених автомобілів, що готові до відправлення;

P10 - кількість вантажу, що надійшов на внутрішню митницю.

P11 - кількість автомобілів, що пройшли митні процедури на внутрішній митниці;

P12 - кількість автомобілів, що готові до виконання митних процедур;

P13 - кількість автомобілів, що готові до проходження митного контролю;

P14 - кількість автомобілів, що готові до проходження митного оформлення;

P15 - робота митників під час процедури митного контролю;

P16 - робота митників під час процедури митного оформлення;

P17 - процедуру митного контролю завершено;

P18 - процедуру митного оформлення завершено;

P19 - кількість автомобілів, що готові до виконання митних процедур.

Позначення переходів у моделі прийнято таке:

T1 - інтенсивність надходження автомобілів від перевізника;

T2 - тривалість навантаження у вантажовідправника;

T3 - тривалість доставки до внутрішньої митниці;

T4 – тривалість виконання митних операцій на внутрішній митниці;

T5 - час на під'їзд автомобіля до контрольно-пропускного пункту;

T6 (перехід - перемикач) - розподіл від виконання митних операцій (процедур);

T7 - час на підхід митних інспекторів до автомобіля під час здійснення митного контролю;

T8 - час на підхід митних інспекторів до автомобіля під час здійснення митного оформлення;

T9 - час на під'їзд до митної служби;

T10 - час на під'їзд автомобіля до митної служби.

Висновки:

Побудовано модель процесу митної переробки вантажів на прикладі контрольно-пропускного пункту "Вилок". Запропонована модель на основі теорії мереж Петрі дає можливість враховувати очікування внаслідок нерівномірності процесу роботи контрольного пункту пропуску через державний кордон України та нерівномірності розподілу вантажопотоку по митних зонах прикордонної митниці, черги на контрольних пунктах та інші непродуктивні витрати часу. Це дає змогу проводити моделювання, аналіз і прогнозування роботи митниці не за середніми або технологічними, а оперативно розрахованими нормами на кожен конкретний об'єкт управління.

Список літератури

1. Пасічник А.М. Методологія формування логістичної транспортно-митної інфраструктури в Україні: монографія, Дніпропетровськ, УМСФ. 2016. 168 с.

2. Л.М. Савчук, Г.С. Прокудіна Проблеми організації, управління та підвищення ефективності транспортних перевезень Дніпро: Пороги, 2021. – 300 с.

3. Пономарьова Н.В., Столяр Т.В. Аналіз логістичної організації процесу митної переробки вантажів // Вестн. Харьк. нац. автомоб.- дор. ун-та: Сб. науч. тр. – Х., 2008. – Вып. 41. – С.119 - 122.

4. Пасічник А.М. Імітаційне моделювання роботи вантажного митного комплексу// Вісник Національного транспортного університету. – 2010. – №21(2) – С. 209-213

5. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. – М.: Мир, 1984. – 265 с.

6. Котов В.Е. Сети Петри. – М.: Наука, 1984. – 157 с.

7. Petri C.A. Kommunication mit automaten. Ph. Thesis. – Univ. – 1962.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО ВАРІАНТА ЛОГІСТИЧНОГО ЛАНЦЮГА ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ

Георгій ПРОКУДІН[1], д-р техн. наук, проф., Аліна НАЗАРОВА[1], ст. викладач

[1] Національний транспортний університет (Україна)

Ключові слова: логістичний ланцюг, вантажовідправник, вантажоотримувач, експедитор, митний пункт пропуску, термін доставки, якість обслуговування.

Вступ

Структура технологічного процесу доставки партії вантажу описується структурою логістичного ланцюга (ЛЛ), що відображає послідовність участі в процесі доставки різних видів суб'єктів транспортного ринку. При цьому слід розрізняти задачу вибору оптимального варіанту ЛЛ і завдання обґрунтування оптимального перевізника (логістичного оператора, підрядника для виконання окремих видів робіт і т.д.) або оптимального маршруту доставки.

Мета роботи

При обслуговуванні експедитором потоку заявок потрібно дотримуватись принципу «дедукції» - «від загального до приватного». Тому вибір варіанту структури ЛЛ повинен виконуватись перед прийняттям рішення про участь в процесі доставки конкретних суб'єктів транспортного ринку, так як він відноситься до задачі управління на макрологістичному рівні.

Виклад основного матеріалу дослідження

Нижче представлено процес вибору експедитором оптимального варіанту ЛЛ доставки вантажу у вигляді кібернетичної моделі «чорного ящика» [1].

Рисунок 1 – Процес вибору експедитором оптимального варіанту ЛЛ доставки вантажу у вигляді кібернетичної моделі «чорного ящика».

Група вхідних параметрів описується кількісними характеристиками заявки на перевезення партії вантажу – обсягом партії *V*, відстанню доставки *L* та інтервалом надходження заявок *I*. Вплив факторів зовнішнього середовища характеризується значеннями показників *{T},* які описують технологічні процеси суб'єктів ЛЛ, – реалізаціями випадкових величин швидкості руху, часом виконання окремих технологічних операцій, часу непродуктивних простоїв транспортних засобів і. т.п. Результатом вибору являється така структура ланцюга доставки LC_{opt}, для якої значення критерію ефективності функціонування ЛЛ як підсистеми в складі логістичної системи регіону (країни) буде мати оптимальне значення.

При вирішенні задач на макрологістичному рівні в якості критерія ефективності доцільно використовувати сумарні витрати суб'єктів, що утворюють ЛЛ. Тоді задачу вибору оптимальної структури ЛЛ можна формалізувати наступним чином:

$$LC_{opt} = \underset{LC}{arg}\,\underset{i}{min} B_{\Sigma i} \tag{1}$$

де $B_{\Sigma i}$ - сумарні витрати суб'єктів, які утворюють ЛЛ, умовних грошових одиниць.

При цьому сумарні витрати, крім структури ЛЛ, функціонально визначаються сукупністю вхідних параметрів, які описують вплив навколишнього середовища:

$$\mathrm{B}_{\Sigma} = f(\{LC\}, \{V, L, I\}, \{T\}) \tag{2}$$

Обов'язковими елементами структури ЛЛ являються вантажовідправник *FO* і вантажоотримувач *FC*. Також ЛЛ включає принаймні одного експедитора (4PL-провайдера) і

одного перевізника. У складних ЛЛ з участю декількох перевізників і експедиторів також можуть бути включені вантажні термінали (3PL-провайдери). У випадку доставки вантажів у міжнародному сполученні у складі ЛЛ в якості специфічного елемента, наявність якого визначає структуру витрат інших учасників ланцюга доставки, слід виділяти пункт пропуску на митниці. В загальному вигляді структуру ЛЛ можна формалізувати наступним чином:

$$LC = \{F\text{O}; \{C\}; \{FT\}; \{FF\}; \{CP\}; F\text{C}\} \quad (3)$$

де $\{C\}$ – множина перевізників;

$\{FT\}$ - множина вантажних терміналів (3PL-провайдерів);

$\{FF\}$ - множина експедиторів (4PL-провайдерів);

$\{CP\}$ – множина митних пунктів пропуску.

Використовуючи наведену постановку задачі, в загальному вигляді методику вибору експедитором оптимального варіанта ЛЛ доставки вантажу можна визначити як послідовність виконання трьох етапів:

1. Формування альтернативних варіантів ЛЛ, що визначають структуру логістичної схеми. Альтернативні варіанти визначаються виходячи з наявності вантажних терміналів, митних переходів, а також експедиторів-партнерів, які працюють у регіоні з відповідним географічним напрямом.
2. Оцінка значення критерію ефективності різних альтернативних варіантів ЛЛ. Оцінка проводиться виходячи з середньо-ринкових вартісних показників з врахуванням випадкового характеру технологічних показників. Результатом оцінки за кожним варіантом є випадкова величина критерію ефективності, що характеризується відповідними чисельними параметрами.
3. Вибір оптимального варіанта ЛЛ та наступні заходи, пов’язані з конкретизацією учасників ЛЛ та розробкою окремих технологічних процесів. Вибір оптимального варіанта структури ЛЛ здійснюється на підставі порівняльної оцінки статистичних характеристик випадкових величин, що описують критерій ефективності кожного альтернативного варіанта. У постановці задачі вибір проводиться за мінімальним значенням математичного очікування сумарних витрат лементів ЛЛ[2].

При виборі оптимального варіанта ЛЛ може бути проведене попереднє відсіювання альтернативних структур, якщо відомі додаткові переваги вантажовідправника-вантажоотримувача щодо термінів доставки та якості обслуговування. І тут завдання вирішується з урахуванням системи обмежень:

$$\begin{cases} \mu\left(\mathrm{T}_{\text{д}}^{LC_i}\right) \leq \mathrm{T}_{\text{д}}^{\text{кл}}, \\ \mu\left(Q_{\text{я}}^{LC_i}\right) \geq Q_{\text{я}}^{\text{кл}}, \end{cases} \quad (4)$$

де $\mu\left(\mathrm{T}_{\text{д}}^{\mathrm{LC_i}}\right)$, $\mu\left(\mathrm{Q}_{\text{я}}^{\mathrm{LC_i}}\right)$ - математичне очікування часу доставки і показника якості обслуговування відповідно;

$\mathrm{T}_{\text{д}}^{\text{кл}}$, $Q_{\text{я}}^{\text{кл}}$ - час доставки і показник якості обслуговування що висуває клієнт.

Розглянемо найпростіший варіант ЛЛ на рис.2.

Рисунок 2 – Схема найпростішого варіанта ЛЛ

Для представленого варіанта координацію процесу доставки вантажу здійснює один експедитор, в транспортуванні задіяний один перевізник, в процесі доставки вантажу не приймають участь вантажні термінали. Вантажовідправник заявляє про потребу в переміщенні партії вантажу. Експедитор обирає перевізника, який може доставити дану партію вантажоотримувачу, після зв'язується з вантажовідправником, укладаються двухсторонні договори на організацію доставки між експедитором і вантажовідправником, а також між експедитором та перевізником. Вантажовідправник оплачує послуги експедитора, із отриманої від замовника суми експедитор оплачує послуги перевізника. Перевізник здійснює доставку партії вантажу від вантажовідправника до вантажоотримувача (якщо доставка здійснюється у внутрішньому сполученні) і до кордону, а далі від пропускного пункту на митниці до вантажоотримувача (якщо доставка здійснюється у міжнародному сполученні) [3]. Такий варіант ЛЛ характерний при доставці вантажів автомобільним транспортом у випадку, якщо об'єм партії що відправляється відповідає вантажопідйомності транспортного засобу.

Висновки

Вибір оптимального варіанта доставки вантажів автомобільним транспортом необхідно здійснювати на основі мінімальних сумарних витрат учасників логістичного ланцюга вантажовідправників, перевізників, експедиторів і вантажних терміналів. Сумарні витрати учасників логістичного ланцюга функціонально визначаються структурою логістичного ланцюга доставки, параметрами попиту на транспортні послуги і параметрами, які описують вплив на логістичний ланцюг зовнішнього середовища.

Список літератури

1. Розвиток науково-технологічних основ експедиторського обслуговування на автомобільному транспорті: автореф. дис… д-ра техн. наук : 05.22.01 / В.С. Наумов; Харк. нац. автомоб.-дор. ун-т. - Х., 2013. - 40 с.

2. Наукові основи управління логістичними системами в проектах розвитку ланцюгів постачань: Автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.13.22 / Т.А. Воркут ; Нац. трансп. ун-т. — К., 2007. — 39 с.

3. Prokudin G. Logistics Approach to the Organization of Unbalanced Freight Transportation in Transport Networks / G. Prokudin, O. Chupaylenko, I. Lebid, N. Luzhanska // Proceedings of 24th International Scientific Conference. Transport Means 2020. Sustainability: Research and Solutions. PART I. September 30 - October 02 , 2020 Online Conference - Kaunas, Lithuania. P. 22-26. https://transportmeans.ktu.edu/wp-content/uploads/sites/307/2018/02/Transport-means-A4-I-dalis.pdf.

ОРГАНІЗАЦІЯ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМАХ

Георгій ПРОКУДІН[1], д-р. техн. наук, Інна РЕМЕХ[1], PhD-студент,
Олексій ПРОКУДІН[1], канд. техн. Наук

[1] Національний транспортний університет (Україна)

Ключові слова: вантажні перевезення, транспортна мережа, багатоетапна транспортна задача, інформаційні технології, оптимізація.

Вступ

В процесі виконання вантажних перевезень часто виникає ситуація, коли обсяги поставок вантажу від його постачальників перевищують можливості складських приміщень його споживачів. В цьому випадку ми стикаємося з необхідністю використання проміжних пунктів для тимчасового зберігання надлишків вантажу і як слідство багатоетапною транспортною задачею (БТЗ). Також часто матриця транспортних кореспонденцій між постачальниками, споживачами і проміжними пунктами не задається в явному вигляді, а просто вводиться картосхема їх розміщення, тобто транспортне завдання задається за допомогою транспортної мережі (ТМ). Наведемо опис логістичного підходу, який за допомогою використання інформаційних технологій (ІТ) вирішує задачу оптимальної організації незбалансованих перевезень вантажу на ТМ.

Внаслідок соціально-економічних змін, які відбуваються в Україні, та під впливом явищ глобалізації зазнають змін логістичні ланцюги постачання товарів та сировини на підприємствах. Вони стають довшими і складнішими за структурою. Під впливом ІТ, які супроводжують матеріальні та фінансові потоки, посилюється інтеграція окремих ланок ланцюгів постачання, які є самостійними господарськими одиницями. Також розширюється географія руху матеріальних потоків, що проявляється, зокрема, у збільшенні вантажообігу, як у міжміському [1] так і у міжнародному [2] сполученні на автомобільному транспорті.

Ефективне функціонування вантажних комплексів (ВК) забезпечує оптимізацію роботи рухомого складу автотранспортних підприємств (АТП), що займаються вантажними перевезеннями. Технологія доставки вантажу із застосуванням ВК у якості проміжних тимчасових пунктів його збереження при регулярних масових перевезеннях вантажів дозволить збільшити кількість автопоїздів АТП на маршрутах та підвищити ефективність їх використання [3].

В міжнародних перевезеннях вантажів за маршрутом Україна-ЄС та ЄС-Україна пунктом перевантаження може виступати ВК, який знаходиться на українській стороні кордону [2]. Західні області України, які межують з країнами-членами ЄС, за умови ефективного транскордонного співробітництва, дозволяють використовувати вигідний геополітичний потенціал держави. Довгострокові проекти щодо використання ВК вздовж західного кордону – один із варіантів раціоналізації вантажних перевезень, тому раціональна організація роботи і співпраці АТП із термінальними і складськими комплексами є дуже важливою і актуальною.

Мета роботи

Підвищення ефективності організації масових незбалансованих вантажних перевезень на транспортних мережах за допомогою інформаційних технологій.

Виклад основного матеріалу дослідження

Наведемо опис логістичного підходу, який вирішує задачу поетапного транспортування вантажів в її мережевому представленні. При цьому розглядаються два варіанти, коли сумарні складські приміщення споживачів вантажу і проміжних пунктів більше або рівні (перший), або менше (другий) обсягів вантажу, який пропонується для перевезення постачальниками вантажу.

Припустимо ми маємо m пунктів постачання (ПП) однорідного вантажу $A_1, A_2, \dots A_m$, які мають його, відповідно, в обсягах $a_1, a_2, \dots a_m$ і n пунктів його споживання (ПС) $B_1, B_2, \dots B_n$, які мають заявки на нього в обсягах, відповідно, $b_1, b_2, \dots b_n$ (рис. 1). Причому загальні обсяги поставок цього вантажу перевищують загальні обсяги заявок на нього, а саме:

$$\sum_{i=1}^{m} a_i > \sum_{j=1}^{n} b_j . \qquad (1)$$

Припустимо також, що є l проміжних складських пунктів (СП) $C_1, C_2, \dots C_l$ для тимчасового зберігання надлишків вантажу, які можуть вміщати його в обсягах, відповідно, $c_1, c_2, \dots c_l$, при цьому можуть виникнути два різних варіанта співвідношень $\sum_{i=1}^{m} a_i, \sum_{j=1}^{n} b_j$ і $\sum_{k=1}^{l} c_k$ при обов'язковому виконанні умови (1):

1-й варіант: $$\sum_{j=1}^{n} b_j + \sum_{k=1}^{l} c_k \geq \sum_{i=1}^{m} a_i , \qquad (2)$$

2-й варіант: $$\sum_{j=1}^{n} b_j + \sum_{k=1}^{l} c_k < \sum_{i=1}^{m} a_i . \qquad (3)$$

Розглянемо найбільш цікавий з практичної точки зору 2-й варіант доставки вантажу (3) на конкретному прикладі, у якому схема розташування пунктів поставки та отримання вантажу представлена у вигляді ТМ. На ТМ вказуються: основні вантажоутворюючі і вантажопоглинаючі пункти; середній час руху між ними (рис. 1), а саме: ПП вантажу відмічені чорними кружками (Гайсин – A_1, Одеса – A_2), ПС вантажу – чорними квадратами (Черкаси – B_1, Харків – B_2, Запоріжжя – B_3, Миколаїв – B_4) та СП – чорними трикутниками (Кропивницький – C_1, Дніпро – C_2, Кривий Ріг – C_3).

Рисунок 1 – Дорожньо-транспортна мережа

На ТМ кількість ПП вантажу $m = 2$ (A_1, A_2), в яких $a_1 = 10$ одиниць вантажу (*о.в.*), $a_2 = 10$ *о.в.*; кількість ПС вантажу $n = 4$ (B_1, B_2, B_3, B_4), в яких $b_1 = 2$ *о.в.*, $b_2 = 2$ *о.в.*; $b_3 = 2$ *о.в.*, $b_4 = 2$ *о.в.*; кількість проміжних СП $l = 3$ (C_1, C_2, C_3), причому їх місткість буде складати: $c_1 = 1$ *о.в.*, $c_2 = 1$ *о.в.*, $c_3 = 1$ *о.в.* Також на ТМ присутні 8 проміжних транспортних пунктів. Спрощена схема ТМ представлена на рисунку 2.

Рисунок 2 – Спрощена схема ТМ

Для того, щоб представити цю інформацію у зручному вигляді, для її подальшої обробки, необхідно звести мережеве представлення схеми доставки вантажів до табличного виду [4]. Спочатку складається масив відстаней між сусідніми пунктами ТМ, причому цей етап припускає ручне складання масиву. Потім автоматично (за допомогою відповідної програми) по масиву відстаней будується матриця транспортних кореспонденцій між всіма пунктами ТМ.

Метод найкоротших маршрутів [5], використовуючи дані матриці транспортних кореспонденцій, знаходить значення найкоротших відстаней на ТМ від кожного ПП вантажу до кожного ПС і СП (табл. 1), а також від кожного СП до кожного ПС вантажу (табл. 2). Також будуються відповідні цим відстаням маршрути, які можуть містити проміжні пункти на шляхах транспортування вантажу (для прикладу наведені маршрути від ПП Гайсин до його чотирьох ПС):

Гайсин → Умань → Черкаси = **4.7**;
Гайсин → Умань → Кропивницький → Харків = **10.3**;
Гайсин → Умань → Кропивницький → Дніпро → Запоріжжя = **10.2;**
Гайсин → Умань → Одеса → Березанка → Миколаїв = **6.5**.

Таблиця 1 – Відстані від ПП до ПС і СП

Пункти ПП\ПС	Черкаси	Харків	Запоріжжя	Миколаїв	Пункти ПП\СП	Кропивницький	Дніпро	Кривий Ріг
Гайсин	**4.7**	**10.3**	**10.2**	**6.5**	Гайсин	4.1	8.8	6.9
Одеса	6.6	11.6	10.3	2.2	Одеса	6	8.9	6.3

Таблиця 2 – Відстані від СП до ПС

Пункти СП\ПС	Черкаси	Харків	Запоріжжя	Миколаїв
Кропивницький	2	6.2	6.1	3.8
Дніпро	6.7	2.7	1.4	6.7
Кривий Ріг	4.8	5.3	4	4.1

З метою розв’язання проблеми планування і подальшого здійснення масових вантажних перевезень на ТМ був спроектований програмний комплекс (ПК) за допомогою алгоритмічної мови програмування *Delphi* та макросів *Visual Basic for Application* для сумісної роботи з табличним процесором *Excel*.

Рис. 3 містить діалогове вікно роботи ПК, на якому схематично представлені результати його виконання, а саме: обсяги перевезення вантажу між ПП A_1, A_2 і ПС B_1, B_2, B_3, B_4 на *першому етапі* доставки вантажу (вартість його реалізації складає 54.9 *у.г.о.*); обсяги перевезення вантажу між ПП A_1, A_2 і СП C_1, C_2, C_3 також на *першому етапі* доставки вантажу (вартість його реалізації складає 19.3 *у.г.о.*); обсяги перевезення вантажу між СП C_1,

C_2, C_3 і ПС B_1, B_2, B_3, B_4 на *другому етапі* доставки вантажу (вартість його реалізації складає 7.4 *у.г.о.*); обсяги перевезення вантажу між ПП A_1, A_2 і ПС B_1, B_2, B_3, B_4 на *третьому етапі* доставки вантажу (вартість його реалізації складає 55 *у.г.о.*); сумарна вартість (поточна) здійснення усіх трьох етапів доставки вантажу складає 136.6 *у.г.о.*

Рисунок 3 – Діалогове вікно роботи ПК (1, 2, 3 етапи)

У той же час на екран виводиться інформаційне повідомлення, яке інформує користувача про продовження розрахунків:

Після натискання клавіши ОК розв’язання БТЗ продовжується і у результаті на рис. 4 представлено діалогове вікно по доставці вантажу по суті на *четвертому етапі*. На цьому рисунку (див. рис. 4) схематично представлені результати виконання цього останнього кроку роботи ПК, а саме: обсяги перевезення вантажу між ПП A_2 і ПС B_4 вартістю у 2.2 *у.г.о.* і сумарна вартість (остаточна) здійснення усіх чотирьох етапів доставки вантажу, яка складає 138.8 *у.г.о.*

Висновки

Запропонований логістичний підхід к організації незбалансованих вантажних перевезень на ТМ був реалізований у вигляді програмно-інструментального комплексу, який об’єднує етап зведення мережевого представлення схеми доставки вантажів до табличного вигляду і етап планування і подальшого здійснення масових вантажних перевезень на ТМ. Він показав свою ефективність при оптимізації вантажних перевезень на автопідприємствах АсМАП України.

Рисунок 4 – Діалогове вікно роботи ПК (4 етап)

Цей підхід до оптимізації масових вантажних перевезень на ТМ, який базується на використанні сучасних засобів ІТ, демонструє один з напрямів цього рішення, але має обмеження у тому що на 2-ому, 3-ому і подальших етапах зроблено припущення про готовність всіх його одержувачів до розміщення цього вантажу в обсягах, відповідних їх первинним замовленням, тобто розглядається у часі.

Список літератури

1. Мосьпан Н.В. Формування стратегій автотранспортних підприємств по обслуговуванню разових замовлень на перевезення вантажів у міжміському сполученні. *Автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.22.01 – транспортні системи*. ХНАДУ. Харків. 2018. 212 с.

2. Прокудін Г.С., Ремех, І.О., Майданик К.О.та ін. Ефективність застосування системи тягових плечей при перевезенні вантажів у міжнародному сполученні. *Systemy i srodki transportu samochodowego*. Monografia nr 10. [monographia] pod redakcja naukowa K. Lejdy Politechnika Rzeszowska. Rzeszow. 2017. № 10. С.79–86.

3. Державна служба статистики України. Статистична інформація. *Транспорт. Обсяги перевезених вантажів за видами транспорту*: http://www.ukrstat.gov.ua/.

4. Прокудін Г.С., Чупайленко О.А., Дудник О.С., Пилипенко Ю.В. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на науковий твір № 92194 «*Метод перетворення мережевих моделей процесу вантажних перевезень у матричні моделі*». Київ: Мінекономрозвитку України. 20.09.2019. 5 с.

5. Prokudin G., Chupaylenko O., Lebid I., Luzhanska N. Logistics Approach to the Organization of Unbalanced Freight Transportation in Transport Networks. *Proceedings of 24th International Scientific Conference. Transport Means 2020. Sustainability: Research and Solutions*. PART I. September 30 - October 02. 2020 Online Conference. Kaunas. Lithuania. P. 22-26. https://transportmeans.ktu.edu/wp-content/uploads/sites/307/2018/02/Transport-means-A4-I-dalis.pdf.

МЕТОДИ КОНЦЕПТУАЛЬНО-МОДЕРНІЗАЦІЙНОГО АНАЛІЗУ АВТОМОБІЛЬНО-ТРАНСПОРТНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРОЦЕСІВ ВІДТВОРЕННЯ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПОСЛУГ

Рамазан ХАБУТДІНОВ, д-р техн. наук, проф.

Національний транспортний університет (Україна)

Ключові слова: концепція, технологічні інновації, автотранспорт, функції, ресурси, автомобільно-транспортна технологія, автомобільні перевезення, енергоресурсна і технологічна ефективність, автотранспортні послуги, відтворення, сталий розвиток.

Вступ. В умовах конкурентного ринку автотранспортних послуг та посилення системної вимоги забезпечення експлуатаційно-технологічного енерго- і ресурсозбереження стосовно модернізаційних проектів процесів автомобільних перевезень (ПАП) актуалізується науково-практична проблема концептуально-спрямованого управління технологічно – сталим розвитком (technologically-sustainable development) транспортно-відтворювальної та процесно-функціональної основи автотранспорту (ТВПФОА). До такої основи належать три його матеріальні компоненти: ресурсно-технічний та транспортно-технологічний базис (РТТТБ), технологічні ПАП (ТПАП) та комплекс транспортно-економічних функцій (КТЕФА). Відомо, що модернізаційний розвиток складних компонентів РТТТБ, ТПАП і КТЕФА є наукомістким, капіталомістким та стратегічним процесом для управлінців автотранспорту (АТ) [1].

Мета роботи. Представлення основних понять, вихідних передумов, структури транспортно-відтворювальної та процесно-функціональної основи автотранспорту, комплексу критеріїв та методів для концептуального управління технологічно-сталим розвитком на автотранспорті згідно концепції високо-технологічного і ресурсозберігаючого відтворення автотранспортних послуг (ВТРВАП)

Виклад основного матеріалу. Розвиток-це цілеспрямований, довгостроковий, стійкий, транспортно- і технологічно закономірний, а також, адаптивний до майбутнього процес інноваційного підвищення рівня виробничих якостей елементів РТТТБ АТ, а також концептуальної (тобто енергоресурсної) якості ТПАП і автотранспортних послуг згідно стратегії етапного формування технологічно-інтенсивної та ресурсно-ефективної мікроекономіки автотранспортних процесів (ТІРЕМАП). Для забезпечення технологічної та економічної успішності процесу розвитку необхідно реалізувати на автотранспорті дуальну концепцію ВТРВАП-ТІРЕМАП, а також комплексну методологію аналізу та синтезу як високої автотранспортної технології (АТТ), так і технологічно інноваційних ПАП (ТІПАП). Концепція базується на: а) розгляданні автотранспорту (АТ) як сфери матеріального, але технологічно-парадоксального виробництва автотранспортних послуг; б) використанні комплексній і концептуальній ідеї високотехнологічного відтворення автотранспортних послуг (ВТВАП) у взаємозв'язку з етапно-інноваційним формуванням ТІРЕМАП [1,2,3]. Концепція ВТВАП- ТІРЕМАП відповідає системним вимогам інноваційного розвитку трьох компонентів ТВПФОА, а також- підвищення техніко-економічного рівня майбутніх автотранспортних пропозицій та послуг. До концептуальної методології аналізу та синтезу високої АТТ, а також до модернізаційних проектів ТІПАП та ВТВАП висуваються три методологічні вимоги [1, 6,7].

Перша вимога полягає у забезпеченні технологічно інноваційного підходу та принципу гармонізації різних видів фрагментарних і суперечливих знань щодо процесів парадоксального виробництва автотранспортних послуг при формуванні комплексу аналітичних моделей: технічних ресурсів, автомобільно-транспортної технології (АТТ), автотранспортної операції (АО) та технологічно інноваційних процесів ПАП (ТІПАП). Друга методологічна вимога стосується забезпечення концептуально-необхідних рівнів

достовірності трьох пізнавальних потенціалів аналітичних моделей АТТ та ТІПАП: **феноменологічного** (опис якості фізико-технічних явищ створення продукту автотранспорту), а також енерго-дисипативних процесів АТТ в автотранспортних операціях), **онтологічного** (опис сенсу і виробничої сутності АТТ і ТІПАП) і **гносеологічного** (забезпечення концептуально-необхідної достовірності рішень чотирьох пізнавальних задач АТТ і ТІПАП: зіставлення, оцінки, аналізу та синтезу). Третя методологічна вимога спрямована на забезпечення трьох принципів розвитку АТТ та ТІПАП: а) експлуатаційно-технологічного енерго- і ресурсозбереження; б) відображення ефектів інноваційного підвищення енерготехнологічної ефективності технічних ресурсів, а також енергоресурсної ефективності АТТ та ТІПАП у натурально-вартісних моделях інноваційного відтворення продукту автотранспорту (АТ); в) високотехнологічної рекапіталізації ресурсно-технічних властивостей та цін нових автомобілів (як основного капіталу АТ) у натурально-вартісній моделі модернізаційного транспортного прибутку як критерію проектів ТІПАП та відтворення майбутніх автотранспортних послуг [8].

Технологічним процесом автомобільних перевезень (ТПАП) є: технологічно-каузальна і ланцюгова сукупність автотранспортних і термінальних операцій з технічними ресурсами АТ (з урахуванням комплексу ресурсно-технічних властивостей автомобілів) і з предметами транспортування (вантажі та пасажири), в результаті яких: технологічно створюються, споживаються та інноваційно відтворюються якісні автотранспортні послуги з урахуванням станів дорожньо-трафікової інфраструктури автотранспортної системи (АВТС). Під **автомобільно-транспортною технологією** (АТТ) розуміється: сукупність продукто-сфокусованих, науково описаних, матеріально-креативних і процедурно-деталізованих способів адаптивно-енергоємного транспортування предметів та ресурсо-перетворювального виробництва якісного продукту АТ згідно вимог його операційно-виробничої якості з урахуванням ресурсно-технічних властивостей автотранспортних засобів (АТЗ) і протранспортних властивостей маршрутних елементів інфраструктури АВТС.

Існуючі на автотранспорті (АТ) [4,5] методи економічного та організаційного аналізу автотранспортних процесів не враховують вищеназвані методологічні вимоги та не забезпечують вирішення вищезгаданої проблеми з ряду причин: а) вони засновані на невиробничій, нетехнологічній та немодернізаційній парадигмі знань про автотранспорт як сфери транспортного обслуговування; б) спочатку 20-століття прийняті (і діють дотепер) логіка повзучого технологічного емпіризму і теоретична схема віртуального транспортування матеріальних вантажів та пасажирів у кузовах віртуально-мобільного рухомого складу, у моделі якого не враховуються його конструктивно-технічні та ресурсно-технічні властивості як фактори виробничого функціонування та модернізації; в) із-за використання чорно-ящикової моделі автотранспортної операції відсутні технологічно еволюційні моделі технічних ресурсів, а також автотранспортних процесів; г) використовуються нетехнологічні та немодернізаційні моделі транспозиційних (не транспортних) процесів автомобільної доставки (тобто без опису фізико-технологічних процесів пневмоколісного кочення і перевезення), які засновані на принципі незмінності та неформалізованості технології -FUT (freezing undescribed technology), що означає незмінність параметрів технічних ресурсів та автотранспортної технології, а також їх неврахування. Не враховуються також матеріально-парадоксальні фрагментарності та суперечливості різних видів знань про натуральні автомобільні перевезення і про проекти життєвого циклу відтворення автотранспортних послуг (ЖЦВАП).

Встановлено, що проблема концептуального управління технологічно-сталим розвитком на автотранспорті (АТ), як у сфері технологічно-парадоксального виробництва автотранспортних послуг, є складною і для її вирішення потрібен новий концептуально-цільовий поняттєво-критеріальний апарат[1,8]. До нього входить низка нових понять: матеріально-виробнича структура АТТ, методологічна гармонізація різних видів знань про матеріальне-парадоксальне виробництво автотранспортних послуг; комплекс техніко-технологічних інновацій (NVTT) у проектах ТПАП; процес технологічно-сталого розвитку

автотранспорту; стратегії управління технологічно інноваційним розвитком: технічних ресурсів, машинних процедур і транспортно-енергетичних процесів автотранспортної операції а також процесів перевезень; комплекс виробничо-економічних функцій автотранспорту та стратегії їх технологічно сталого розвитку; експлуатаційна ідентифікація нових технічних ресурсів з маркетинговим урахуванням їх конструктивно-технічних і товарно-технічних новацій; експлуатаційно-адаптивна і технічно-еволюційна модель технологічно-тестової автотранспортної операції; натурально-вартісні моделі критеріїв етапно-інноваційних проектів високо- технологічного і ресурсо-бережливого відтворення автотранспортних послуг.

Встановлено принципи інноваційного формування енергоефективної та ресурсо-бережливої автомобільно-транспортної технології (АТТ). На основі цих принципів розроблено теорії: динаміки та енергетики адаптивно-дискретного руху автомобіля як ресурсно-технічного і технологічного засобу перевезення (РТТЗП), автотранспортно-технологічної енергології, енергоресурсної ефективності автотранспортних технологій і процесів.

В результаті розв'язок диференціальних і інтегральних рівнянь адаптивно-дискретного руху автомобілів як РТТЗП одержана універсальна модель адаптивно керованої швидкості модульно-узагальненого АТЗ $V(K_{jr}, t, u)$ у функції варіанту його структурно-параметричної організації (СПОА) K_{jr}, часу t, множини параметрів управління АТЗ -u (двигуном- u_1 , коробкою передач- u_2, гальмами АТЗ- u_3.

З використанням закономірностей $V(K_{jr}, t, u)$ розроблені експлуатаційні моделі різноманітних режимів руху АТЗ зі змінними СПОА K_{jr}: із постійною швидкістю, розгонів, гальмувань і накатів. Єдність у їхній математичній інтерпретації СПОА K_{jr} забезпечує зручність формування моделей багатофазних тестових циклів за даними умовами узгодження характеристик кінематики, динаміки та енергетики адаптивно-дискретного руху АТЗ і параметрів технології автотранспортної операції. Зіставлення результатів різноманітних розрахунків на ЕОМ, що проводилися для різних варіантів СПОКА АТЗ і ряду типів поверхонь кочення, з експериментальними даними показали достатню для інженерних розрахунків точність цих моделей.

Для режимів Vc сталого руху АТЗ отримано:

$$l_v = V_c * T_v,\ V_c = \text{const},\ E_v = l_v*(B_0 + B_1* V_c + B_2*V_c^2), \quad (1)$$

$$Q_v = T_v* (B_3 + B_4* V_c + B_5*V_c^2 + B_6 *V_c^3 + B_7*V_c^4 + B_8 *V_c^5), \quad (2)$$

де l_v, E_v *і* Q_v – значення пробігу, енерговитрат і витрати палива АТЗ при сталому русі; B_0, B_1,..., B_8–параметри, що залежать від стану множин: K_{jr} (конструкції АТЗ), Д (дорога), $M_{те}$ (тран-спортно-експлуатаційних), параметрів управління двигуном u_1, трансмісією u_2 і гальмами u_3.

Для режимів несталого руху маємо:

$$T_н(\Delta V, u) = [\ln\left(A_1(u_v) + Vo(u_v) + \Delta V(u)\right) - \ln(A_1(u_v) + Vo(u_v))]/A_2(u),$$

$$l_н = A_1(К, Д, V_c, u) * T_н + \Delta V/A_2(К, Д, V_c, u), \quad (3)$$

$$E_н = B_9* \Delta V + B_{10}* \Delta V^2 + B_{11}* \Delta V^3 + T_н(B_{12} + B_{13}* \Delta V + B_{14}* \Delta V^2),$$

$$Q_н = B_{16} * \Delta V + B_{17} *\Delta V^2 + B_{18} *\Delta V^3 + T_н(B_{15} + B_{19} * \Delta V + B_{20} *\Delta V^2 + B_{21} *\Delta V^3), \quad (4)$$

де A_1 і A_2 -– параметри рівняння швидкості руху АТЗ (1); $T_n(\Delta V,u)$ – час змінення керованої швидкості руху АТЗ в залежності від величини приросту (або зниження) ΔV;

B_9... B_{21} -– параметри, що залежать від стану множин- K_{jr} (СПОА АТЗ), Д (дорога), M_{te} (транспортно-експлуатаційних), а також від- параметрів управління двигуном u_1, трансмісією u_2 і гальмами u_3, початкової швидкості Vo; $l_н, \Delta V, T_н, E_н$ і $Q_н$ – характеристики дискретної кінематики та енергетики несталого керованого руху АТЗ: пробігу, приросту (або зменшення) швидкості АТЗ, часу зміни швидкості АТЗ, енерговитрат і витрати палива відповідно.

Рівняння (1)…(4) дозволяють формувати модель узагальненої автотранспортної операції (АО) з гнучкою режимно-фазовою структурою, що забезпечує врахування закономірностей феноменологічного і онтологічного функціонування модульно-модернізаційного АТЗ у рамках трьох фізико-технічних механізмів автотранспортної операції (ФТМ АО), а також можливість адаптувати цю модель до локально-наданих станів дорожньо-трафікової інфраструктури АВТС. Таки особливості моделей (1)…(4) дозволяють забезпечувати вимоги їх транспортно-технологічної достовірності стосовно трьох аспектів пізнавального потенціалу запропонованої теорії автотранспортної технології: феноменологічного, онтологічного і модернізаційно-гносеологічного. Запропоновано методи етапно-модернізаційного (в рамках процесу відтворення автотранспортних послуг) підвищення: транспортної енергоефективності автомобілів як РТТЗП; енерготехнологічної ефективності, а також комплексної енергоресурсної та противитратної ефективності автомобільних перевезень .

З використанням цих теорій та методів вирішуються задачі декомпозиційного аналізу і концептуального синтезу як матеріально-виробничої компоненти автомобільно-транспортної технології, так і процесів високо-технологічного і ресурсозберігаючого відтворення автотранспортних послуг (ВТРВАП) для етапно-інноваційного формування технологічно-інтенсивної та ресурсно-ефективної мікроекономіки автотранспортних процесів (ТІРЕМАП).

Розроблено методики параметричного аналізу впливу різних факторів на показники технологічної ефективності різних видів автомобільних перевезень (транспортної енергоефективності, транспортної результативності машинних процедур автотранспортної технології). Результати досліджень можуть бути використані управлінцями автотранспорту для реалізації стратегій концептуального управління економіко-технологічним розвитком ресурсно-технологічної бази, процесів автомобільних перевезень та комплексу транспортно-економічних функцій на автотранспорті.

Висновки: 1. Виявлено актуальність методів концептуального управління технологічно-сталим розвитком на автотранспорті на основі дуальної концепції високотехнологічного та ресурсозберігаючого відтворення автотранспортних послуг у взаємозв’язку з етапним формуванням технологічно-інтенсивної та ресурсно-ефективної мікроекономіки автотранспортних процесів (ВТРВАП-ТІРЕМАП).

2. Сформовані: основні поняття, вихідні передумови, структура транспортно-відтворювальної та процесно-функціональної основи автотранспорту, комплекс критеріїв та стратегій для концептуального управління технологічно-сталим розвитком на автотранспорті.

Список літератури

1. Хабутдінов Р.А. Науково-практична проблема автотранспортної технології та системна концепція техно-інноваційного управління на автотранспорті. Вісник НТУ. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2021. – Вип. 1 (48). DOI: 10.33744/2308-6645-2021-1-48-345-357.

2. Хабутдінов Р.А. Логіко-поняттєвий апарат теорії транспортних технологій // Вісник НТУ.– К.: НТУ.–2007.- Вип.13.– С 33-34.

3.Фрейдина Е,В, Исследование систем управления /Е.В. Фрейдина; под ред. Ю.В. Гусева, М.: Изд-во «Омега-Л» .– 2008.– 367 с.

4.Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Вища школа. 1986. – 447с.

5. Савицька Г. В. Економічний аналіз діяльності підприємства: Навч. посіб. – 3-тє вид., випр. і доп. – К.: Знання, 2007. – 668 с.

6. Хабутдінов Р.А. Методологічні основи транспортно-технологічної енергології // Зб. наук. праць "Проблемі транспорту".–К.: НТУ.–2006.–Вип.3.– С 164–168.

7. Khabutdinov R., Khabutdinov A. Conceptual-innovative and energy -resource management on motor transport/ Published:Oct 2019 in MATEC Web of Conferences, DOI 10.1051 MATECCONF/201929401003 (Категории Web of Science: Transportation Science & Technology, Vol.294, article 01003

8. Хабутдінов Р.А. Системна концепція енергоресурсної синергії та методологія технологічно-інноваційного управління на автотранспорті / Р.А. -Хабутдінов // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2020. – Вип. 1 (46). DOI: 10.33744/2308-6645-2020-1-46-365-374.

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВАНТАЖНИХ МІЖНАРОДНИХ АВТОПОЇЗДІВ З ВРАХУВАННЯМ ЗМІНИ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ АВТОПОЇЗДА

Рамазан ХАБУТДІНОВ[1], д-р. техн. наук, Тетяна КОСТЮК[1], магістр, аспірант (PhD студент)

[1]Національний транспортний університет (Україна)

Ключові слова: автопоїзд, транспортна енергоефективність, експлуатаційні та технічні фактори, тестова транспортна операція,концепція енергозбереження ,конструктивні параметри

Вступ. Автопоїзди, що використовуються для виконання міжнародних вантажних перевезень сьогодні являють собою широкий модельний ряд автомобільної техніки, який постійно оновлюється, і до якого висувається ряд вимог (ресурсозбереження, екологічність, паливна економічніть тощо). При обґрунтуванні оновлення парку автопоїздів необхідно враховувати велику різноманітність їх конструктивних параметрів та широкий діапазон дорожніх умов перевезень. До того ж дуже капіталоємний, наукоємний процес оновлення парку повинен відповідати концептуальній ідеї інноваційного і експлуатаційно-технологічного енерго- і ресурсозбереження (ІЕТЕРЗ) на автотранспорті [1]. Існуючі методи аналізу ефективності та вибору рухомого складу , які використовуються для рішення задач організації міжнародних автомобільних перевезень, не забезпечують технологічно-інноваційні проекти транспортних процесів і не відповідають концепції ІЕТЕРЗ тому, що вони базуються на розрахункових схемах віртуального транспортування вантажів і пасажирів. Крім того, в цих схемах враховуються нематеріальні вимірювачі результатів перевезень - тоннокілометр або пасажирокілометр [2]. Тому для подолання вказаних принципових недоліків існуючої теорії організації автомобільних перевезень і забезпечення концептуального підходу до оновлення парку автопоїздів використані принципи, розрахункові схеми і математичні моделі теорії енергоресурсної ефективності автомобіля узагальненого типу і технологічних процесів автомобільних перевезень (ЕРЕАТПАП) [1,3,4], яка розроблена на кафедрі транспортних технологій Національного транспортного університету.

У статті показані результати моделювання та аналізу впливу зміни деяких конструктивних параметрів автопоїзда як ресурсно-технічного засобу транспортного виробництва на його транспортну енергоефективність, а також виявлена перспективність

практичної реалізації на автотранспорті концептуальної ідеї інноваційного і експлуатаційно-технологічного енерго- і ресурсозбереження (ІЕТЕРЗ), яка може бути використана для обґрунтування оновлення парку рухомого складу.

Результати статті можуть бути впроваджені в міжнародних транспортних компаніях, що здійснюють перевезення вантажів.

Мета роботи. Представлення результатів проведення моделювання та отримання кількісних характеристики впливу зміни деяких конструктивних параметрів автопоїзда на показник його транспортної енергоефективності.

В якості прикладу приведена методика імітаційного і тестового аналізу впливу максимальної потужності двигуна (*Nm)* і радіусу колеса(*Rk*) на показники транспортної енергоефективності автопоїзду DAF FTR – 95 xF як ресурсно – технічного засобу транспортного виробництва. На основі таких результатів досягається можливість прогнозування придатності різних варіантів автопоїзду DAF до енергозберігаючих технологій. Згідно мети було вирішено такі задачі: а) вибір розрахункових схем транспортних операцій; б) адаптація сформованих математичних моделей показників енергоефективності до автопоїздів згідно концепіїї ІЕТЕРЗ [1,3,6,7]; в) аналіз впливу таких конструктивних параметрів, як потужність двигуна і радіус ведучого колеса тягача на показник енергоефективності.

Виклад основного матеріалу. В роботах [1,3,8] встановлено, що для формування методики концептуального обґрунтування автомобілів з технічною новизною необхідно забезпечити: а) використання нового принципу DDIT (developed and described innovating technology) замість існуючого в теоріях економіки та організації транспортного процесу принципу FUT (freezing undescribed technology); б) максимізувати значення показників транспортної енергоефективності нових автомобілів; в) етапне (за періодами планування інвестицій) підвищення енерготехнологічної ефективності проектів перевезень; г) довгострокове планування високо-технологічного ресурсо-і енергозберігаючого виробництва автотранспортних послуг.

Вказані вище задачі не можуть бути вирішені з використанням відомих показників продуктивності АТЗ і собівартості перевезень [2], адже розглядається лише віртуальний кузов автомобіля, без врахування процесу перетворення енергії та ресурсів під час виконання перевезення та не враховуються зміни конструктивно-технологічних параметрів автомобіля та новації. Математичні моделі цих показників є непридатними для удосконалення транспортних технологій, тому в роботі [4] установлено, що ідеєю удосконалення транспортних технологій являється поетапне підвищення величини показника енерговіддачі ρ_e (в окремому випадку – показника ресурсовіддачі ρ_R) перевезень. Замість моделі віртуального кузова необхідно враховувати схему структурно – параметричної організації автомобіля (СПОКА), на основі якої забезпечується єдиний підхід до аналізу конструкції всіх автомобілів, а також до планування та реалізації всіх видів новацій. Для реалізації цієї ідеї при обґрунтуванні нового рухомого складу використовується безрозмірний показник транспортної енергоефективносіт АТЗ. Його величина визначається по формулі:

$$P_e = \rho_e / \rho_{ет} \qquad (1)$$

де: ρ_e- показник транспортної енерговіддачі нового АТЗ на розрахунковому маршруті, який враховує енергоефективність нового АТЗ в тестових операціях (міському, магістральному, змішаному і еталонному)[5], розрахункову долю роботи АТЗ в міських умовах і розподілення пробігу АТЗ по категоріям доріг; $\rho_{ет}$ -еталонне значення показника транспортної енерговіддачі АТЗ.

На основі (1) отримана наступна розрахункова формула показника транспортної енергоефективносіт АТЗ:

$$P_e = \frac{k_{vp} \cdot \gamma_{cm}}{k_{ep}(\eta_q + \gamma_{cm})}\ , \qquad (2)$$

де: k_{vp} - безрозмірний коефіцієнт середньої швидкості АТЗ на розрахунковому маршруті, $k_{vp}=V_{cp}/V_{ет}$, де: V_{cp} – середня швидкість АТЗ на розрахунковому маршруті, $V_{ет}$ – еталонна (постійна) швидкість АТЗ; k_{ep} – безрозмірний паливний коефіцієнт пробігу АТЗ на розрахунковому маршруті, $k_{ep} = Q / Q_{ет}$, де Q - величина витрати палива АТЗ на розрахунковому маршруті, $Q_{ет}$ – еталонна витрата палива; η_q - коефіцієнт спорядженої маси АТЗ; $\gamma_{ст}$ –коефіцієнт використання вантажності АТЗ.

В даній формулі показники k_{vp} і k_{ep} являють собою дві функціональні залежності від множини конструктивних параметрів автопоїзда, що можна відобразити таким чином:

$$k_{vp} = f_1(Nm, Rk, U_{ki}, U_0, \ldots), \quad k_{ep} = f_2(Nm, Rk, U_{ki}, U_0, \ldots),$$

де: *Nm* – максимальна потужність двигуна автопоїзда,
Rk – радіус ведучого колеса тягача,
U_{ki} *та* U_0 –передаточні числа коробки передач і головної передачі.

Згідно цих залежностей розглядається вплив конструктивних параметрів на показник транспортної енергоефективності автопоїзду.

Розрахункова формула для визначення коефіцієнтів швидкості k_v і пробігу k_e в тестових операціях мають наступний вигляд:

$$k_v = \frac{\alpha_1(a_2 - a_3 \cdot \psi_{cp})}{a_4 \cdot t_p + \alpha_5}\ , \qquad (3)$$

де: a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 – постійні параметри, які визначаються для тестових транспортних операцій з урахуванням наданих умов руху АТЗ та його конструктивних параметрів; ψ_{cp} – середнє значення коефіцієнту опору дороги, t_p – час розгону АТЗ до розрахункової швидкості в наданої тестової операції.

Значення коефіцієнту швидкості АТЗ на розрахунковому маршруті визначається за формулою:

$$k_{vp} = k_{vг} \cdot \alpha_г + k_{vм} \cdot (1 - \alpha_г), \qquad (4)$$

де $\alpha_г$ – частка часу роботи автопоїзду в міських умовах ; $k_{vг}$ і $k_{vм}$ – значення коефіцієнтів швидкості для міського і магістрального тестових операцій відповідно.

Величина коефіцієнту пробігу k_e в тестових операціях визначається наступним чином:

$$k_e = \frac{b1 \cdot (b2 \cdot \psi + b3) \cdot k_д \cdot H \cdot \rho}{b4 \cdot q \cdot (\gamma_{cm} + \eta_q) + b5 \cdot H_a \cdot B_a}\ , \qquad (5)$$

де $k_д$ – коефіцієнт дорожніх умов руху ; H – загальна норма витрати палива на 100 км пробігу; ρ – об'ємна маса палива (ρ = 0,76 для бензину; ρ = 0,84 для дизельного палива); q – вантажопідйомність АТЗ, т; H_a і B_a – висота і ширина АТЗ, м; b1, b2 , b3, b4, b5- постійні параметри, які визначаються для тестових транспортних операцій з урахуванням умов експлуатації АТЗ та його конструктивних параметрів.

Паливний коефіцієнт пробігу автомобіля для розрахункового маршруту визначається як:

$$k_{ер} = k_{ег} \cdot \alpha_г + k_{ем} \cdot (1 - \alpha_г), \quad (6)$$

де $k_{ег}$ і $k_{ем}$ – значення паливних коефіцієнтів пробігу АТЗ для міського і магістрального тестових операцій.

У якості прикладу далі проаналізовано вплив зміни таких конструктивних параметрів автопоїзду як максимальна потужність двигуна та радіус ведучого колеса тягача на його транспортну енергоефективність, а також на показники витрат палива та енергії автопоїзду DAF FTR – 95 xF в тестовій магістральній операції (при $\alpha_г$=0). В структуру операції входять фази руху автопоїзду з різними постійними швидкостями (3…22 м/с), фази розгону автопоїзду при фіксованому положенні педалі подачі палива 85% на різних передачах, фази гальмування, коефіцієнт опору дороги складає ψ=0,03. На основі розрахункових даних побудовані графіки зміни показників P_e енергетичної ефективності АП, витрат енергії A_c і палива Q_c від зміни максимальної потужності двигуна *Nm* та радіуса колеса *Rk*. Такі графіки представлені на рисунках 1,2,3,4.

Рисунок 1 - Графік зміни показника енергетичної ефективності *(Pe)* АП на розрахунковому маршруті (при $\alpha_г$=0) від зміни максимальної потужності двигуна (*Nm)*

На основі проведеного розрахунку на прикладі автопоїзду DAF FTR – 95 xF встановлено, що при збільшенні максимальної потужності двигуна (*Nm)* значення показника енергетичної ефективності *(Pe)* варіюється в межах від 0,51 до 0,76. При цьому найбільшого значення показник енергетичної ефективності набуває при *Nm*= 360 квт. Тобто при збільшенні максимальної потужності двигуна показник енергетичної ефективності зменшується на 74 % , а після досягнення значення 540 квт спостерігається підвищення показника енергетичної ефективності.

Рисунок 2 - Графік зміни показника витрат енергії A_c (Мдж) АП в тестовій магістральній операції від зміни максимальної потужності двигуна (*Nm*)

З рисунку 2 видно, що при збільшенні максимальної потужності двигуна *(Nm)* значення показника витрат енергії *(A_c)* збільшується, а мінімального значення 3 МДж набуває при максимальній потужності двигуна 360 квт, при цьому при значенні 540 квт набуває максимального значення 4,5 МДж після чого можемо спостерігати подальший спад значення показника витрат енергії.

Рисунок 3 – Графік зміни показника енергетичної ефективності *(Pe)* АП в тестовій магістральній операції від зміни радіусу колеса *(Rk)*

Встановлено, що при збільшенні радіусу колеса (*Rk*) значення показника енергетичної ефективності *(Pe*) варіюється в межах від 0,5 до 0,7. При цьому найбільшого значення показник енергетичної ефективності набуває при *Rk= 0,55* м. Тобто при збільшенні радіусу колеса автопоїзда до 0,55 м показник збільшується на 78 % в порівнянні з використанням на більшості сучасних автопоїздів коліс розміром в середньому 0,5 м

Рисунок 4 – Графік зміни показника витрат палива *Qc (г)* АП в тестовій магістральній операції від зміни радіусу колеса (*Rk)*

Виявлено, що при збільшенні радіусу колеса *(Rk)* значення витрат палива *(Qc)* зменшується. При цьому мінімального значення 1684,25 г показник витрат палива досягає при радіусі колеса 0,55 м. Згідно діаграми можна проаналізувати, що значення показника витрат палива при радіусу колеса зменшується на 50%, тобто при радіусі колеса 0,55 м набуває найвигіднішого значення.

Висновки.

1. Виявлено, що для рішення задач експлуатаційного аналізу транспортної енергоефективності автопоїздів необхідно використовувати адаптовані до структури автопоїзду математичні моделі теорії енергоресурсної ефективності автомобілів та методику їх імітаційного і еталонно-порівнювального аналізу.

2. Виявлена актуальність практичної реалізації на автотранспорті концептуальної ідеї інноваційного і експлуатаційно-технологічного енерго- і ресурсозбереження (ІЕТЕРЗ).

3. За результатами операційно-імітаційного моделювання показана достатня чутливість математичних моделей стосовно задач порівнювального аналізу варіантів автопоїздів з технічною новизною, отримано кількісні характеристики впливу зміни таких конструктивних параметру автопоїзду DAF FTR – 95 xF як максимальна потужність двигуна і радіус ведучого колеса тягача на показники його транспортної енергоефективності, витрат палива та енергії.

На основі проведених досліджень обґрунтовано доцільність використання методики імітаційно-тестового аналізу для підвищення транспортної енергоефективності нових автопоїздів як ресурсно-технічних засобів транспортного виробництва з врахуванням зміни їх конструктивних параметрів.

Список літератури

1. Хабутдінов Р.А. Транстехнологічна парадигма і методологія новаційного управління автомобільними перевезеннями. Київ: Вісник Національного транспортного університету, 2011. № 24. С. 237- 240

2. Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки. Київ: Вища школа, 1986, 447 с.

3. Хабутдінов Р.А. Методологічні основи транспортно-технологічної енергології. Київ: Збірник наукових праць “Проблеми транспорту”, 2006. 164–168 с.

4. Хабутдінов Р.А., Коцюк О.Я. Енергоресурсна ефективність автомобіля. Київ, 1997. 197 с.

5. Хмельов І.В., Гусєв О.В., Піцик М.Г. Методика аналізу енергетичної ефективності транспортних засобів з урахуванням умов перевезень. Київ: Вісник Національного транспортного університету, 2014. № 29. С. 348-353.

6. Хабутдінов Р.А., Костюк Т.О. Підвищення енергетичної ефективності вантажних міжнародних автопоїздів згідно концепції інноваційно-технологічного розвитку автотранспорту. Київ: Вісник Національного транспортного унівеситету, 2017. № 34 DOI: 10.33744/2308-6645-2020-1-46-365-374.

7. Kostiuk T.O, Khabutdinov, R.A. (2019) The increasing of energy efficiency of international freight truck trains under the concept of energy innovative technologies development motor transport. Lviv, 2019: MATEC Web of Conferences.DOI: 10.1051/MATECCONF/201929401015 (Web of Science: Transportation Science & Technology, WOS:000591512300015, ISSN: 2261-236X)[In English]

8. Khabutdinov R.A., Khabutdinov A.R.(2019) Conceptual-innovative and energy -resource management on motor transport. Lviv, 2019 : MATEC Web of Conferences. DOI 10.1051 MATECCONF/201929401003 (Web of Science: Transportation Science & Technology, Vol.294, article 01003.//) [In English]

ПОКРАЩЕННЯ ЛАНЦЮГЦУ ПОСТАВОК ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕХНОЛОГІЙ БЛОКЧЕЙН

Володимир ХІЛЬКО[1], аспірант

[1]Державний торговельно-економічний університет(Україна)

Ключові слова: блокчейн, логістика, мультиагентні системи, ланцюг поставок, смарт-контракт

Вступ

Зараз блокчейн викликає інтерес у багатьох галузях: від фінансів [1][2], охорони здоров'я [3], інші сектори [4], комунальні підприємства та державний сектор. Причина такого зростаючого інтересу: з блокчейном, застосунки, які працювали тільки через перевіреного посередника. Тепер вони можуть працювати децентралізовано, без потреби в системі перевірки та досягнення однакової функціональності з такою ж мірою надійності. Це було неможливо, поки не буде створено блокчейн. Через відсутність посередників транзакції між користувачами стають швидшими. Крім того, використання криптографії в блокчейні гарантує безпеку інформації[5].

Blockchain — це велика бухгалтерська книга, яка веде записи всі транзакції, здійснені користувачами. Це змушує дослідників і розробників Інтернету речей (IoT) шукати способи зв'язати IoT з блокчейном. Сьогодні ланцюг поставок є основною сферою для компаній з транспортуванням продукції між. Однак проблема цього сектору полягає в тому, що його масштаб може призвести до затримок і невиконання зобов'язань у доставці товарів, а також інші проблеми. Крім того, великим дистриб'юторам потрібен великий обсяг працівників для задоволення всіх потреб магазинів. Все це може призвести до великих затримок в обробці замовлень і збільшити можливість втрати замовлень [5]. Намагаючись вирішити цю проблему, компанії автоматизували всі свої процеси, сприяючи значному збільшенню кількості підприємств і дистриб'юторів у ланцюзі поставок. Однак збільшення кількості оцифрованих даних і розширення Інтернет-компаній означає, що ризик атак на їхні бази даних також більші. Хакери можуть мати намір змінити, викрасти або видалити дані.

Мета роботи

Знайти альтернативний спосіб вирішення проблеми безпеки, збільшення ефективності з використовуючи технології блокчейн.

Виклад основного матеріалу дослідження

Блокчейн — це розподілена структура даних, яка копіюється та спільно використовується членами мережі [6]. Його було введено разом із біткоіном для вирішення проблеми подвійних витрат. В результаті того, як ноди у біткоіні (так звані майнери) взаємно підтверджують узгоджені транзакції, блокчейн біткоіна встановлює власників і чим вони володіють. Блокчейн будується за допомогою криптографії. Кожен блок ідентифікується своїм власним криптографічним хешем, і кожен блок посилається на хеш попереднього блоку. Це встановлює зв'язок між блокиами, утворюючи блокчейн [2][7]. Майнерам у блокчейні потрібно узгодити транзакції та порядок їх проведення. З впровадженням блокчейну додаються смарт-контракти для здійснення транзакцій між ними різними користувачами швидше та ефективніше. Нік Сабо представив цю концепцію в 1994 році і дав визначення розумного контракту як «комп'ютеризований протокол транзакцій, який виконує умови контракту» [8]. Сабо запропонував пункти контрактів можна перевести в код, таким чином зменшивши потребу в посередниках в угодах між сторонами.

У контексті блокчейну смарт-контракт — це скрипт, який зберігається в блокчейні . Розумні контракти мають унікальну адресу в блокчейні (тобто вони знаходяться в блоці з хешем, який його ідентифікує). Ми можемо викликати смарт контракт в транзакції, вказавши

адресу в блокчейні. Він виконується незалежно й автоматично в установленому порядку на кожному вузлі в мережі відповідно до даних, що містяться в ініційованій транзакції.

Також існують мультиагентні системи — це комп'ютеризовані системи, що складаються з кількох інтелектуальних агентів, які взаємодіють один з одним. Використовуються мультиагентні системи в широкому діапазоні застосувань. Застосування мультиагентної системи до логістики не є новою проблемою. Крім того, ще одним успішним застосуванням мультиагентних систем є проблема розподілених обчислень. Тому деякі пропозиції, які ми знаходимо в літературі, поєднують переваги блокчейну та мультиагентної системи. Варто згадати роботу [9] у якій пропонується використовувати обидві технології для підвищення безпеки та конфіденційності в децентралізованому режимі енергетичної мережі. Крім того, існують інші застосування блокчейну та багатоагентних систем. Однак, переглянувши сучасний стан, можна вважати, що поточний блокчейн і моделі багатоагентних систем мають деякі недоліки. Тому пропоную нову модель, яка використовує розумні контракти та мультиагентні системи, вона спрямована на підвищення ефективності управління логістичною системою.

У цьому документі представлена нова модель відстеження сільського господарства. Пропонована модель передбачає блокчейн, смарт контракт і MAS для координації відстеження продуктів харчування в ланцюжку поставок сільськогосподарської продукції. Через реалізацію цієї нової моделі поточний ланцюг постачання сільського господарства має покращення, засноване на додаванні блокчейну.

Поточний ланцюг поставок: поточна модель починається з виробника та імпорту. Ці два учасники ланцюга постачання надсилають свої продукти та дані наступному рівеню ланцюга поставок. На цьому наступному рівні знаходяться експорт, переробник і оптовик. Це середній рівень, який обробляє основні продукти, що надходять у ланцюг поставок. Нарешті, на останньому рівні роздрібний продавець і громадське харчування, яке продає продукти. Основним недоліком цієї моделі є те, що дані централізовані в кожному з елементів ланцюга поставок, а інші елементи не можуть бачити транзакції. Основний недолік полягає в тому, що споживач не має можливості перевірити джерело їжі, яку купує. На додачу, немає способу гарантувати надійність даних споживача.

Ланцюг поставок через блокчейн. З додаванням блокчейну до ланцюга постачання сільського господарства модель змінюється. Тепер усі учасники ланцюга постачання зберігають усі свої транзакції в блокчейні. Це забезпечує більшу безпеку транзакцій. Крім того, ця нова модель виправляє недоліки поточного ланцюга поставок. Дані децентралізовані, і кожен учасник може читати важливі дані для його операції в блокчейні. Наприклад, виробник може переглянути інформацію про продукт та вибрати реквізити транспортної компанії.

Ця нова модель доступна через блокчейн. Для координації всіх учасників ланцюга поставок створюється MAS. MAS має 5 рівнів:

1. На рівні виробника знаходиться агент виробника. Цей агент координує всі операції, які повинен виконувати виробник (наприклад, купівля матеріалів, продаж продукції тощо).
2. Рівень процессора. Цей агент координує всі завдання, які виконуються на цьому рівні (наприклад, купівля первинних матеріалів, збут продукції, контракти з транспортними постачальниками тощо).
3. У транспортний рівень. Цей агент координує весь транспорт між іншими учасниками ланцюга поставок.
4. Рівень роздрібної торгівоі. Цей агент координує закупівлю матеріалів з процессорним рівнем та відповідає за продаж споживачеві.
5. На рівні блокчейну є агент блокчейну. Цей агент синхронізовано з агентами інших рівнів, щоб усі дані всіх транзакцій правильно зберігалися в блокчейні.

З використанням блокчейну, усі продукти можна простежити від їх походження до продажу та подальшої переробки. Перевага цієї моделі над лінійною економікою полягає в тому, що всі продукти відстежуються за допомогою блокчейну, і завдяки цій відстежуваності

можна дати впевненість кінцевим споживачам щодо походження продуктів, чи вони перероблені, чи вони першого використання тощо.

Висновки

У цьому документі представлено новий підхід блокчейну до вдосконалення поточного ланцюжка поставок. Новизна даної роботи знаходиться в блокчейні для зберігання всієї інформації про транзакції в ланцюжку постачання запропонованого прикладу. Крім того, багатоагентна система використовує смарт-контракти, щоб ефективніше керувати всім процесом ланцюга поставок, тому що розумні контракти усувають посередників і створюють ринок циклічної економіки.

Модель можна використовувати для покращення будь-якого ланцюжка поставок. Модель має покращену безпеку та ефективність, оскільки її автоматизує агентська система. Використовуючи блокчейн, ми надаємо системі сільського господарства надійні функції безпеки. Відправлення можна відстежувати, початок і пункти призначення автентифіковані, а докази всіх транзакцій можна зберігати та не маніпулювати.

Список літератури

1. (Aug. 1, 2002). Announcing the Secure Hash Standard. [Online]. Available: http://csrc.nist.gov/publications/fips/fips180-2/fips180-2.pdf

2. Antonopoulos A. M., Mastering Bitcoin: Unlocking Digital Cryptocurrencies, 1st ed. Sebastopol, CA, USA: O'Reilly Media, Inc., 2014

3. Bogdan Okresa Durik. (2017) Organisational Metamodel for Large-Scale Multi-Agent Systems: First Steps Towards Modelling Organisation Dynamics. ADCAIJ: Advances in Distributed Computing and Artificial Intelligence Journal, Salamanca, v. 6, n. 3

4. Casado-Vara R., Corchado J. M., Blockchain for Democratic Voting: How Blockchain Could Cast off Voter Fraud. Orient. J. Comp. Sci. and Technol;11(1). [Online]. Available: http://www.computerscijournal.org/?p=8042

5. Li, T., Sun, S., Bolic, M., and Corchado, J. M. (2016). Algorithm design for parallel implementation of the SMC-PHD filter. Signal Processing, ´119, 115–127.

6. Jorg Bremer, Sebastian Lehnho ¨ ff. (2017) Decentralized Coalition Formation with Agent-based Combinatorial Heuristics. ADCAIJ: Advances in Distributed Computing and Artificial Intelligence Journal, Salamanca, v. 6, n. 3

7. Caue Cardoso R., Heitor Bordini R., (2017) A Multi-Agent Extension of a Hierarchical Task Network Planning Formalism. ADCAIJ: Advances in Distributed Computing and Artificial Intelligence Journal, Salamanca, v. 6, n.2

8. Szabo N., (1994). Smart Contracts. [Online]. Available: http://szabo.best.vwh.net/smart.contracts.html

9. Zhumabekuly Aitzhan N. and Svetinovic D., "Security and Privacy in Decentralized Energy Trading through Multi-signatures, Blockchain and Anonymous Messaging Streams," in IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing, vol. PP, no. 99, pp. 1-1 (2016).

ШЛЯХИ УКРАЇНИ ДО «МИТНОГО БЕЗВІЗУ»

Олексій ЧУПАЙЛЕНКО[1], канд. техн. наук, Аркадій КОЗЛОВ[1],
Юрій КОЛЕСНИК[1], аспірант

[1] Національний транспортний університет (Україна)

Ключові слова: логістика митного процесу, митний безвіз, комп'ютеризована система

Вступ

Україна виконала всі умови для так званого "митного безвізу" з ЄС і державами-партнерами Євроспільноти. Президент підписав ухвалені Верховною Радою Закони "Про приєднання України до Конвенції про процедуру спільного транзиту" та "Про приєднання України до Конвенції про спрощення формальностей у торгівлі товарами".

Вони є фактичною реалізацією "митного безвізу", міжнародного застосування NCTS – нової комп'ютеризованої системи транзиту, якою послуговуються 35 країн-учасниць Конвенцій (27 країн ЄС, Ісландія, Норвегія, Ліхтенштейн, Швейцарія, Велика Британія, Туреччина, Північна Македонія, Сербія) [1].

Шлях до отримання запрошення, почався з 2019 року. Тоді у вересні ухвалили рішення про застосування транзитної системи на національному рівні. Протягом 2020-го було затверджено всі необхідні підзаконні нормативно-правові акти, а це — майже 800 сторінок. І вже в березні того ж року почалося локальне застосовування режиму NCTS. Нова комп'ютеризована транзитна система (New Computerized Transit System – NCTS) – це система, в основі якої лежить Конвенція про процедуру спільного транзиту. NCTS доступна лише для країн-учасниць Конвенції. NCTS пов'язує митні служби в країнах-учасницях Конвенції, дозволяючи обмін митними даними для контролю за транзитними переміщеннями.

Протягом 2021-2022 років Україна пройшла попередню й остаточну оцінювальні місії Європейської комісії щодо коректності застосування цих правил на національному рівні. Закон передбачає синхронізацію митних правил України з правилами Європейського Союзу. Це надання спрощень – як-от, авторизований економічний оператор (АЕО), модифікація цих спрощень згідно з вимогами Євросоюзу, а також запровадження спрощень NCTS, відповідно до яких діє принцип: один транспортний засіб – одна декларація – одна гарантія.

Мета роботи

Виявити основні етапи логістики митного процесу для використання митного безвізу для пришвидшення проходження вантажів через кордон.

Виклад основного матеріалу дослідження

Переваги логістики митного режиму «митний безвіз» можна побачити на міжнародній торгівлі. Тобто, якщо ви імпортер і постачаєте товари, наприклад із Португалії в Україну, – заповнюєте лише одну транзитну митну декларацію в Лісабоні і прямуєте безперешкодно до Києва. Це, з одного боку, значно пришвидшує транскордонне проходження вантажів, тому що інформацію про переміщення митниця отримує швидше і не затримує товар на кордоні. А додатково це посилює безпеку на митниці. Адже, заздалегідь отримавши попередню інформацію, митники уже мають значно більше часу, щоб ухвалити рішення й застосувати більш таргентований ризик-орієнтований підхід.

З урахуванням того, що зараз понад 70% товарів, які раніше рухалися через порти, переміщуються автомобілями через західний кордон, NCTS – по суті головний інструмент пришвидшення проходження цих вантажів. Це значно полегшує роботу наших імпортерів та експортерів. Плюс такий підхід відповідає стратегії нашого руху в ЄС як країни-кандидата.

Війна, звісно, заважає усім. Перший місяць після її початку митниця концентрувала зусилля на забезпеченні виконання ключових функцій і захисту інфраструктури та серверів.

Постійно були ризики гуманітарної кризи, затори на кордоні. Декілька разів змінювалися підхід і порядок оформлення гуманітарних вантажів. Митні платежі то скасовували, то відновлювали знову. Адже це був час невизначеності й експериментів. Але водночас Держмитслужба прекрасно розуміла, що NCTS є головним інструментом для пришвидшення проходження вантажів через кордон.

Новий порядок передбачає також зміни в системі гарантування вантажів. Дуже велика робота проведена у сфері IT, Держмитслужба протестувала майже 150 сценаріїв готовності до роботи з NCTS на міжнародному рівні. В системі зареєструвалися понад 1100 трейдерів. Тобто люди почали активно користуватися системою на національному рівні. Більше ніж 10 компаніям надано статус фінансових гарантів, було оформлено понад 7 тисяч декларацій типу T1UA, а також отримано дві авторизації на транзитні спрощення. І це все за період використання NCTS на національному рівні. Тобто у тестовий період було виконано значний обсяг робіт [2]. Основні переваги українського бізнесу з використанням NCTS можна побачити на рис.1.

Рисунок 1 - Основні переваги українського бізнесу з використанням NCTS

В основному, з приводу фінансового стану компанії для того, щоб отримати спрощення, передбачені як програмою авторизованого оператора, так і транзитної конвенції. Безумовно, підприємства повинні відповідати певним критеріям. Ключовим питанням був критерій фінансової стійкості. І зважаючи на те, що зараз в країні війна й нашому бізнесу дуже важко, передбачено певний перехідний період – дещо послаблені фінансові вимоги до українських підприємств на період дії військового стану та упродовж року після його закінчення. Таким чином, не “заганяємо” бізнес в NCTS, не змушуємо користуватися ним прямо зараз.

Які переваги наддасть приєднання України до згаданих міжнародних Конвенцій вітчизняному бізнесу. Одна декларація, яка дозволяє перевезти товар через будь-яку кількість країн-учасниць Конвенцій. Тепер матимемо єдині правила що в Португалії, що в Україні, що в Польщі. Експортерам, котрі захочуть скористатися NCTS, також доведеться оформляти цю транзитну декларацію й навчитися працювати з митними гарантіями. Якщо раніше вони платили перевізникові після оформлення в Європі, то зараз мають можливість самі оформити декларацію й за рахунок передбачених спрощень зменшити адміністративні витрати та оптимізувати процес. Отже, наш бізнес може бути більш конкурентним у Європі, доставляти вантаж прямо з України на склад покупця з використанням спрощень, які надає Конвенція.

Далі тут є можливості для розвитку бізнесу перевізникам, митним брокерам, власникам складів. Вони можуть розвинути додаткову лінію послуг. Наприклад, виконання транзитних процедур, як суб’єкт режиму в межах NCTS під свою гарантію. Це потенціал для розвитку комерційних, логістичних, торговельних хабів в Україні. Відповідно, з лібералізацією допуску до системи митних спрощень ринок для наших гарантів істотно розшириться, як і,

скажімо так, “меню послуг”, які вони надають. Тобто якщо раніше працювала лише індивідуальна гарантія, то зараз ми вже маємо досвід використання загальної гарантії. Українські гаранти почнуть покривати переміщення не лише в межах нашої країни, а й у 35 інших державах. Це більші можливості для розвитку так званих фінансових посередників. Але й більша відповідальність, тому що до них є певні, апробовані у Європі, вимоги. Зокрема, гарант повинен забезпечити своє представництво в всіх країнах, де збирається відкривати гарантії на товар. Схема поміщення товару під процедуру спільного транзиту наведено на рис. 2.

Рисунок 2 - Схема поміщення товару під процедуру спільного транзиту

NCTS дає додаткові можливості, але не вимагає від бізнесу, котрий з якихось причин не хоче користуватися цими спрощеннями, примусового приєднання. Тобто можна працювати як зараз, платити перевізникам, які самі оформлятимуть усі необхідні декларації. Але можна це все робити самому, таким чином здешевлювати свій продукт на виході, покращувати логістику й бути більш конкурентним на міжнародних ринках. Схема переміщення товару під процедуру спільного транзиту наведено на рис. 3.

Рисунок 3 - Схема переміщення товару під процедуру спільного транзиту

Наші міжнародні партнери проводять навчання для бізнесу, аби він швидше зрозумів вигоди й пристосувався до нових правил, скористався усіма можливими перевагами. Фахівці Мінфіну беруть участь у цих семінарах і допомагають бізнесу з технічним оформленням документів.

Для споживачів новація, передовсім, має зменшити вартість доставки. Як наслідок, буде зниження ціни товару на прилавках магазинів. Також пришвидшення проходження

вантажів через кордон убезпечить звичайних українців від дефіциту тих чи інших товарів, по суті, від гуманітарної кризи.

А ще – це стимул до детінізації прибутків підприємств, до зменшення корупції. Тому що інформація у митників буде завчасно. І тоді уже складно буде пояснити, чому той чи інший вантаж тримають на кордоні так довго. А якщо затримуватимуть вантаж, значить, для цього мають бути конкретні підстави. Такий підхід гарантує безпечність перетину кордону, безпечність держави, адже краще контролюватимуться вантажі, що потрапляють на територію України.

Безумовно, одне із завдань впровадження NCTS – полегшення життя українського бізнесу та здешевлення кінцевої продукції, відповідно – її конкурентоспроможність, зокрема і на зовнішніх ринках.

Із запровадженням "митного безвізу" повністю змінюється робота самих митників. Їм доведеться багато в чому вчитися новому – адже значна частина законодавства змінилася, – їм треба буде перелаштовуватися на розбудову партнерських відносин з бізнесом, нормально сприймати усі передбачені інструменти. Скажімо, нормально сприймати, що під час винесення рішення митник міг помилитися, щось неправильно трактувати. Тому європейськими правилами передбачено інструмент, завдяки якому бізнес має право бути почутим.

Для споживачів новація, передовсім, має зменшити вартість доставки. Як наслідок, буде зниження ціни товару на прилавках магазинів. Також пришвидшення проходження вантажів через кордон убезпечить звичайних українців від дефіциту тих чи інших товарів, по суті, від гуманітарної кризи. У будь-якому випадку від швидкого проходження кордону з товарами, людям буде краще, вони швидше отримуватимуть продукти і матимуть на це більше можливостей. Також запровадження процедури кінцевого використання та встановлення знижених (до 0%) ставок мита має простимулювати виробництво для внутрішнього ринку, що допоможе зменшити дефіцит та створити нові робочі місця.

А ще – це стимул до детінізації прибутків підприємств, до зменшення корупції. Тому що інформація у митників буде завчасно. І тоді уже складно буде пояснити, чому той чи інший вантаж тримають на кордоні так довго. А якщо затримуватимуть вантаж, значить, для цього мають бути конкретні підстави. Такий підхід гарантує безпечність перетину кордону, безпечність держави, адже краще контролюватимуться вантажі, що потрапляють на територію України.

Безумовно, одне із завдань впровадження NCTS – полегшення життя українського бізнесу та здешевлення кінцевої продукції, відповідно – її конкурентоспроможність, зокрема і на зовнішніх ринках.

Висновки

Із запровадженням "митного безвізу" повністю змінюється робота самих митників. Їм доведеться багато в чому вчитися новому – адже значна частина законодавства змінилася, – їм треба буде перелаштовуватися на розбудову партнерських відносин з бізнесом, нормально сприймати усі передбачені інструменти. Скажімо, нормально сприймати, що під час винесення рішення митник міг помилитися, щось неправильно трактувати. Тому європейськими правилами передбачено інструмент, завдяки якому бізнес має право бути почутим. Тобто митник зобов'язаний тепер, якщо хоче винести негативне для бізнесу рішення, ще раз зустрітися, ще раз вислухати всі аргументи візаві. Це найкраща практика ЄС.

Список літератури

1. Мельник Т.М. Проблемні питання застосування різних митних режимів у зовнішньо економічній діяльності України // Формування ринкових відносин в Україні. 2021. №10. С.23-29.

2. Болибок Є.А. Правове регулювання митних режимів за митним кодексом України // Проблеми законності. 2021. Вип. 79. С.56-69.

ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ МИТНОЇ ЛОГІСТИКИ В УКРАЇНІ

Олексій ЧУПАЙЛЕНКО[1], канд. техн. наук, доц., Роман ПОЛІЩУК[1], аспірант,
Максим БІЛОКУР[1], аспірант

[1]Національний транспортний університет (Україна)

Ключові слова: митна логістика, митний контроль, індекс ефективності логістики

Вступ

Стрімкий розвиток сучасної економіки України та її спрямованість на європейські стандарти вимагають оптимізації доставки вантажів у міжнародному сполученні. Стан світового ринку транспортних послуг характеризується зростанням конкуренції, яка стає все більш напруженою. При цьому учасники зовнішньоекономічної діяльності (митні перевізники, покупці, дилери та виробники) безпосередньо зацікавлені в оперативному митному оформленні міжнародних вантажів із підтвердженням митної вартості. Одним із засобів вдосконалення міжнародних перевезень є митна логістика та її принципи, яка сприяє вирішенню складних завдань, допомагає оптимізувати процеси експорту та імпорту товарів, зробивши їх менш витратними і більш швидкими [1].

Мета роботи

Шляхом використання принципів митної логістики покращити ефективність процесу доставки вантажу у міжнародному сполученні.

Виклад основного матеріалу дослідження

Організація доставки вантажів у міжнародному сполученні потребує узгодження дій всіх учасників транспортно-технологічного процесу перевезень, які регулюються та визначаються міжнародними та національними правовими органами, екологічними, політичними та соціальними чинниками. В умовах високого рівня конкурентної боротьби на ринку транспортних послуг особливої уваги заслуговує розгляд питань впровадження принципів митної логістики на автомобільному транспорті, пошук раціональних шляхів транспортного обслуговування відповідно до кращих європейських практик, обґрунтування транспортно-технологічних схем доставки вантажів, впровадження прогресивних форм і методів організації процесу перевезень, удосконалення діючих та розробка перспективних транспортних технологій.

Під митною логістикою суб'єкта ЗЕД слід розуміти теорію і практику управління матеріальними, а також супутніми інформаційними, фінансовими, сервісними та іншими потоками, які пов'язані з необхідністю дотримання вимог державної митної справи при здійсненні зовнішньоекономічних операцій підприємствами. Головним принципом логістики, як і логістики в цілому, є оптимізація витрат. На транспорті вона досягається при дотриманні економії за рахунок масштабів вантажоперевезення і дальності маршрутів. Економія за рахунок масштабів вантажоперевезення пов'язана з тим, що, чим більше вантаж, тим менше транспортні витрати на одиницю ваги. Економія за рахунок дальності маршруту пов'язана з тим, що чим довше маршрут, тим менше транспортні витрати в розрахунку на одиницю відстані. Ці принципи необхідно враховувати при оцінці альтернативних стратегій транспортного обслуговування.

Сутність митної логістики є поєднанням логістичних процесів учасників ЗЕД (митних перевізників) із процесами митного контролю та оформлення товарів митними органами країн експорту, імпорту та транзиту.

Основною логістичною функцією митної діяльності є логістична організація процесу митного контролю вантажів, яка об’єднує процеси застосування митних режимів, пов’язаних із фізичним переміщенням зовнішньоторговельних вантажів через митний кордон, та умов поставки. Логістика із метою прискорення цього процесу переміщення товарів через митний

кордон вдосконалює стандартні логістичні вимоги як до митних режимів (тобто митниць), так і до митних перевізників.

Зауважимо, що якісна митна логістика тісно пов'язана зі спрощенням умов та організації зовнішньої торгівлі, особливо з огляду на митні операції та процедури і прикордонну адміністрацію. Вдосконалення митного контролю набуває все більшого значення для уникнення небажаних затримок та зниження митних ризиків, адже значна кількість та складність оформлення документів під час проходження митного контролю створюють додаткові витрати як часу, так і коштів для бізнесу. Чим складніші, триваліші та дорожчі процедури, тим менш конкурентоспроможною є країна на міжнародному ринку.

Із метою проходження митного контролю виникає необхідність розрахунку логістичних процесів для передбачення та попередження митних ризиків, необхідності фінансової гарантії, вивчення митних режимів та особливостей їх застосування, вибору найбільш оптимального з них.

Щодо ефективності митної логістики в міжнародних торгових системах, то вона оцінюється за допомогою Індексу ефективності логістики (далі – LPI), якій розраховується Світовим банком для 160 країн світу, включає у себе різні показники, які демонструють рівень розвитку національних секторів логістичних послуг і ступінь інтеграції країн до глобальних ланцюгів створення доданої вартості.

ТОП-10 країн за Індексом ефективності логістики є таким: Німеччина, Швеція, Бельгія, Австрія, Японія, Нідерланди, Сінгапур, Данія, Великобританія, замикає першу десятку Фінляндія. Найнижчу позицію в рейтингу країн за Індексом ефективності логістики посідає Афганістан – сума балів дорівнює 1,95, за всіма складниками Індексу ця країна має найнижчу оцінку [2]. У табл. 1 представлено агреговані міжнародні результати Індексу ефективності логістики ТОП-10 країн, України та Афганістана (займає останню позицію) [2].

Таблиця 1 – Результати Індексу ефективності логістики [2]

Місце	Країна	Оцінка субіндикаторів						
		Індекс LPI	Митниця	Інфраструктура	Міжнародні перевезення	Якість логістики і компетентність	Відстежування та витратність	Своєчасність доставки
1	Німеччина	4,20	4,09	4,37	3,86	4,31	4,24	4,39
2	Швеція	4,05	4,05	4,24	3,92	3,98	3,88	4,28
3	Бельгія	4,04	3,66	3,98	3,99	4,13	4,05	4,41
4	Австрія	4,03	3,71	4,18	3,88	4,08	4,09	4,25
5	Японія	4,03	3,99	4,25	3,59	4,09	4,05	4,25
6	Нідерланди	4,02	3,92	4,21	3,68	4,09	4,02	4,25
7	Сінгапур	4,00	3,89	4,06	3,58	4,10	4,08	4,32
8	Данія	3,99	3,92	3,96	3,53	4,01	4,18	4,41
9	Великобританія	3,99	3,77	4,03	3,67	4,05	4,11	4,33
10	Фінляндія	3,97	3,82	4,00	3,56	3,89	4,32	4,28
66	Україна	2,83	2,49	2,22	2,83	2,84	3,11	3,42
160	Афганістан	1,95	1,73	1,81	2,10	1,92	1,70	2,38

Україна в рейтингу за Індексом ефективності логістики за агрегованими результатами 2020 року займає 66 місце зі 160. Кількість балів становить 2,83, у відсотковому значенні до максимального індексу ефективності логістики – 57,17%. Щодо складників Індексу ефективності логістики, то робота митниць України була оцінена на 2,49 бали, це 85 місце, інфраструктура – у 2,22 бали (119 місце), міжнародні перевезення – у 2,83 бали (68 місце),

якість логістики та компетентність – у 2,84 бали (61 місце), відстежування та витратність вантажу – у 3,11 бали (52 місце), своєчасність доставки вантажу – у 3,42 бали (56 місце). У цілому результати ефективності логістичних процесів в Україні є задовільними.

Показники Індекс заснований на семи основних показниках ефективності логістики: ефективності процесу оформлення митних та інших прикордонних органів; якості транспортної та ІТ-інфраструктури в галузі логістики; легкості і доступності організації міжнародних перевезень; компетенції місцевої галузі логістики; здатності відстежувати міжнародні перевезення; витрат внутрішньої логістики; своєчасності доставки вантажів до пункту доставки [2].

Показники Індексу ефективності логістики України за 2012-2020 роки наведені у табл.2.

Таблиця 2 – Показники Індексу ефективності логістики України за 2012-2020 роки [2]

Рік	Ранг	Оцінка субіндикаторів						
		Індекс LPI	Митниця	Інфраструктура	Міжнародні перевезення	Якість логістики і компетентність	Відстежування та витратність	Своєчасність доставки
2012	102	2,57	2,02	2,44	2,79	2,59	2,49	3,06
2014	66	2,85	2,41	2,69	2,72	2,85	3,15	3,31
2016	61	2,98	2,69	2,65	2,95	2,84	3,20	3,51
2018	80	2,74	2,30	2,49	2,59	2,55	2,96	3,51
2020	66	2.83	2.49	2.22	2.83	2.84	3.11	3.42

Спостерігаємо зростання показників по всім субіндексам і по загальному індексу LPI. Безумовно, Україна у рейтингу за Індексом ефективності логістики має вищі за середні показники, але залишається необхідність удосконалювати роботу митниць, розвивавати інфраструктуру, підвищувати якість логістики та знижувати її витратність [3].

Висновки

Дослідження показали, що одним із засобів вдосконалення міжнародних перевезень є митна логістика та її принципи, яка сприяє вирішенню складних завдань, допомагає оптимізувати процеси експорту та імпорту товарів, зробивши їх менш витратними і більш швидкими.

Список літератури

1. Пономарьова Н.В. Аналіз логістичної організації процесу митної переробки вантажів / Н.В.Пономарьова, Т.В. Столяр // Вісник ХНАДУ, 2008. С. 98-106.

2. Світовий банк: Індекс ефективності логістики [Електронний ресурс] / Інформаційні ресурси Світового банку. – Режим доступу: https://lpi.worldbank.org/ – Назва з екрану.

3. Prokudin G. Logistics Approach to the Organization of Unbalanced Freight Transportation in Transport Networks / G. Prokudin, O. Chupaylenko, I. Lebid, N. Luzhanska // Proceedings of 24th International Scientific Conference. Transport Means 2020. Sustainability: Research and Solutions. PART I. September 30 - October 02 , 2020 Online Conference - Kaunas, Lithuania. p.p. 22-26. https://transportmeans.ktu.edu/wp-content/uploads/sites /307/2018/02/ Transport-means-A4-I-dalis.pdf. Scopus

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ВЗАЄМОДІЯ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Світлана ШАРАЙ[1], канд. тех. наук, Мирослав ОЛІСКЕВИЧ[2], д-р техн. наук, Максим РОЙ[1], Іван АНТОНЕЦЬ[1], магістр

[1]Національний транспортний університет, Україна
[2] Львівський національний університет природокористування, Україна

Ключові слова: вазаємодія автотранспортних підприємств, транспортно-логістичні процеси, горизонтальне співробітництво в логістиці, планування процесу вантажних перевезень, замовлення на перевезення

Вступ

Питання підвищення ефективності організації та виконання процесів вантажних перевезень рухомим складом автомобільного транспорту є актуальними для автотранспортних підприємств (АТП). При плануванні, організації та виконанні замовлень на вантажні автомобільні перевезення автотранспортні підприємства керуються критерієм максимально можливого прибутку. Як правило, пріоритет у виконанні замовлень надається постійним клієнтам, замовленням із максимальним грошовим забезпеченням та замовленням, виконання яких не пов’язане із порожніми пробігами автотранспортних засобів (АТЗ). Конкуренція на ринку транспортних послуг та жорсткі вимоги споживачів до якості їх надання, недостатньо ефективне використання автотранспортних засобів при транспортуванні вантажів є одними із головних характеристик, які в даний час визначають логістичний сектор вантажних автомобільних перевезень. Внутрішній потенціал ефективного господарювання автотранспортних підприємств, а також рівень їхньої конкурентноздатності можуть бути підвищені шляхом налагодження організаційно-технологічної взаємодії з партнерами в секторі надання транспортних послуг.

Мета роботи

Взаємодія підприємств, які працюють на ринку транспортних послуг із різним рівнем співробітництва в ланцюзі, називається вертикальною співпрацею [1]. Поширеним випадком вертикальної співпраці є залучення сторонніх постачальників до надання транспортно-логістичних послуг. Горизонтальне співробітництво включає співробітництво між одними і тими ж ланцюгами постачання [2] і передбачає спільний розподіл замовників транспортних послуг або їх постачальників, або спільне використання автотранспортних засобів різними АТП. Застосування мереж кооперації автотранспортних підприємств − це підхід, який може допомогти подолати відсутність зростання ефективності їх виробничої діяльності.

Виклад основного матеріалу дослідження

При проектуванні транспортно-логістичних процесів найбільш фундаментальними питаннями, з якими стикаються автотранспортні підприємства, є доцільність аутсорсингу, доцільність збереження власної логістики, пошук співпраці з подібними підприємствами для використання ймовірної синергії.

Оскільки сучасні вимогливі споживачі транспортних послуг очікують, що їх вантажі будуть доставлені в потрібне місце, у потрібний час, у потрібній кількості, в ідеальному стані і за найнижчою ціною, вони часто відчувають труднощі із задоволенням цих вимог індивідуально, або за допомогою діадичних аутсорсингових відносин з постачальниками подібних послуг. Це призводить до того, що необхідність тісного співробітництва автотранспортних підприємств стає все більш актуальною. В рамках горизонтальної логістичної співпраці декілька підприємств об’єднують замовлення на виконання перевезень, які надійшли до них, з метою більш ефективного їх виконання [2]. Результати таких ініціатив

є досить суттєвими. Так, відомо про підвищення ефективності виконання замовлень від такої співпраці становить майже 30% [3, 4].

Горизонтальне співробітництво в логістиці вимагає встановлення механізму моніторингу на замовлення, який часто реалізується за принципом, заснованим на аукціоні. Основною причиною необхідності використання групового замовлення є те, що виконання запиту на перевезення вантажу тим чи іншим перевізником залежить від доступності іншого запиту, який може бути надлишковим. Однак, аукціон не є настільки досконалим механізмом, який можна було б використати для здійснення обміну інформацією між перевізниками щодо перевезень. Зокрема, термін «логістична співпраця» пропонує розглядати також механізми спільного прийняття рішень, за яких група учасників, які співпрацюють між собою, спільно ухвалює свої рішення, які є оптимальними з точки зору усієї групи [4]. Є декілька бажаних властивостей, які повинен забезпечувати механізм розподілу замовлень на перевезення. Перша − це ефективність отриманого розподілу (EP). У стандартному аукціоні ця властивість часто передбачає пошук замовлення для агента, який оцінює його найбільшою вартістю [5, 6]. Однак, у комбінаторній обстановці із синергією значення, яке оператор присвоює замовленню, залежить від інших замовлень, які повинен виконати перевізник, тому єдиної «вартості» замовлення не існує.

Взаємодія автотранспортних підприємств за певних умов досягає рівня концентрованих мереж. Такі мережі, які називають «хаб-спік», відіграють значну роль у роботі транспортних підприємств. За даними UNCTAD (2012) приблизно 80% світової торгівлі за обсягом та 70% за вартістю здійснюється переважно концентрованими терміналами в всьому світі шляхом виконання перевезень морським транспортом [7]. Більш того, оскільки урядами країн вводиться більша кількість податкових норм, що просувають екологічну політику в транспортній діяльності, інвестиції в такій мережі стають ще більш важливими. Концентрована мережа співпраці автотранспортних підприємств визначається як мережа, що повністю підключена із потоком інформації між будь-якими двома вузлами, які обслуговуються на невеликій кількості вузлових пунктів і переміщуються через міжхабові зв’язки [8]. Отже, хаби послуговують пунктами перевалки або комутації потоків вантажів між вузлами центру походження та пункту призначення (вузлами, що не є хабами) замість того, щоб створювати прямі зв'язки між ними. Таким чином, в міру того, як концентратори консолідуються та збирають вантажопотоки, менша експлуатаційна вартість доставки вантажів може бути досягнута в значній мірі завдяки концепції економії від масштабу мережі.

Автотранспортні підприємства можуть співпрацювати з метою підвищення рівня їх ефективності шляхом, наприклад, обміну замовленнями на перевезення, або автотранспортними засобами. Зарубіжні науковці в своїх роботах [9, 10, 11, 12] розглядають підхід до горизонтальної співпраці автотранспортних підприємств, а саме: спільне використання розподільчих центрів (РЦ) із своїми підприємствами-партнерами. Ця задача класифікується як проблема розміщення об’єктів спільної роботи та формулюється як інноваційна змішана задачу цілочисельного лінійного програмування. З метою забезпечення стійкості співпраці, витрати на співпрацю повинні бути справедливо розподілені між різними учасниками інтегрованого транспортного процесу. Переваги розміщення об’єктів об’єднання автотранспортних підприємств та наслідки різних методів розподілу витрат між ними було проаналізовано на прикладі Великобританії у роботі [9] із наведенням чисельних експериментів на основі експериментального проектування із припущенням, що спільне використання РЦ може призвести до значної економії коштів (до 21,6%). На відміну від випадку спільного виконання замовлень, або використання автотранспортних засобів, існує ймовірність збитків від масштабу, якщо кількість партнерів, які можуть очікувати більшої вигоди від співпраці, мають неоднакову частку від потоку замовлень. Більш того, результати вказують на те, що горизонтальна співпраця на рівні РЦ добре працює з обмеженою кількістю партнерів і може базуватися на інтуїтивно привабливих методах розподілу витрат, які можуть зменшити складність альянсу та посилити міцність взаємних партнерських

відносин. Однак, в згаданій роботі не враховано, що ефективність співпраці нелінійно залежить від залучення додаткових партнерів до їхньої взаємодії через РЦ. Оскільки метою горизонтальної логістичної співпраці є підвищення ефективності логістики учасників, а оскільки співпраця часто призводить до додаткових прибутків або зменшення витрат, велика кількість наукової літератури з питань спільної логістики приділяє свою увагу виявленню ефективних схем розподілу [10]. Справедливий розподіл витрат або прибутків коаліції є ключовим питанням, оскільки запропонований механізм розподілу повинен спонукати партнерів поводитися відповідно до спільних цілей та може покращити стабільність співпраці. Чесний розподіл замовлень та прибутку вважаються найважливішими аспектами для забезпечення горизонтальної співпраці.

Організаційно-технологічна взаємодія автотранспортних підприємств повинна дозволити перевізникам обмінюватися запитами клієнтів, щоб зменшити їх транспортні витрати. Такі види горизонтальних альянсів пов'язані із різними екологічними перевагами, включаючи зменшення викидів CO_2, затори на дорогах та шумове забруднення. Завдяки цьому величезному потенціалу спільне використання АТЗ автотранспортними підприємствами, які взаємодіють між собою, нещодавно стало широко досліджуваною темою при вирішенні задач, пов'язаних їх маршрутизацією перевезень.

Відносини співпраці перевізників були нещодавно ідентифіковані дослідниками і для інших трендів транспортування. Статистика показує, що в Європі приблизно 90% вантажних перевезень здійснюються по дорогах, де відсоток порожніх вантажних автомобілів, які спричиняють забруднення та аварії на шляхах сполучення, становить від 15% до 30%. Середня продуктивність вантажного АТЗ є набагато нижчою, ніж його технічні можливості, та особливо низькою в міському сполученні. Поза тим, існує багато можливостей для покращення використання вантажопідйомності АТЗ.

Співпраця серед перевізників може призвести до підвищення рівня продуктивності транспортних операцій, збільшення використання потенціалу та, таким чином, отримання економічних вигод для учасників, залучених, як партнери, до виконання транспортного процесу. Організаційно-технологічна взаємодія автотранспортних підприємств при виконанні замовлень на перевезення вантажів з точки зору обміну матеріальними та інформаційними ресурсами з метою отримання короткотривалої або перспективної вигоди може полягати у їхній взаємодії на предмет:

1) надання партнеру по взаємодії інформації про наявність готових замовлень в разі неможливості їх виконання власними АТЗ;

2) отримання від партнера по взаємодії інформації про додаткові замовлення, які можна виконати власним парком АТЗ;

3) оренда у партнера по взаємодії АТЗ для виконання замовлень, які залишились без виконання, але мають допустимі часові вікна для цього;

4) надання в оренду партнерові по взаємодії власних АТЗ, які не задіяні впродовж поточного циклу і/або не будуть задіяні в майбутньому.

Висновки

Актуальність вирішення задач організаційно-технологічної взаємодії автотранспортних підприємств полягає в трьох основних аспектах.

По-перше, внутрішні ресурси автотранспортних підприємств, які можна було б застосувати для підвищення їх конкурентоздатності, в основному, вичерпані. Автотранспортні підприємства використовують сучасні автотранспортні засоби (здебідьшого – автопоїзди), інформаційні технології, та працюють на межі регламентованих норм і правил для виконання замовлень на перевезення вантажів. Частішають випадки порушення цих обмежень. Однак, це не сприяє зростанню ефективності транспортного обслуговування клієнтів. Особливо це стосується кількості незавантажених їздок, що виконуються автотранспортними засобами, простоїв, надійності виконання замовлень.

По-друге, сучасні транспортні процеси стають ще більш інтегрованими, а їх інформаційне забезпечення є одним із ключових факторів досягнення бажаного результату.

Слід відмітити стрімкий розвиток технологій комунікації, внаслідок чого партнери, конкуренти і клієнти об'єднуються в зусиллях досягнення мети. Через це зусилля перевізників повинні бути спрямовані на взаємодію та подальшу інтеграцію.

По-третє, системний підхід у вирішенні задач обґрунтування організаційно-технологічної взаємодії автотранспортних підприємств з метою підвищення ефективності виконання танспортного процесу та найбільш повного забезпечення виконання замовлень на перевезення вантажів розкриває, окрім очевидних виграшів, додаткові труднощі. Інтегрований транспортний процес є складною системою, в якій спостерігається розвиток внутрішньої взаємодії декількох її типових властивостей: нелінійні залежності параметрів, великий обсяг змінних тощо. Навіть у детермінованому випадку автотранспортні підприємства стикаються з комбінаторним бумом, який призводить до того, що лише в дуже незначних випадках транспортні завдання можуть бути вирішені близько до оптимальності.

Список літератури

1. Ke Ma Rudrajeet Pal, Eva Gustafsson. What modelling research on supply chain collaboration informs us? Identifying key themes and future directions through a literature review, International Journal of Production Research, 2019. 57:7, P.2203-2225. DOI: 10.1080/00207543.2018.1535204
2. Cruijssen, F., Cools, M., & Dullaert, W. Horizontal cooperation in logistics: Opportunities and impediments. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2007. 43(2), P.129–142.
3. Gansterer M., Hartl R.F., Vetschera R. The cost of incentive compatibility in auctionbased mechanisms for carrier collaboration. *Networks*, 2019. 73.4: P.490-514.
4. Ganstererand M., Hartl R.F. Collaborative vehicle routing: Asurvey, Eur.J. *Oper. Res*. 268, 2018, P. 1–12.
5. Raiffa H., Richardson J., Metcalfe D., Negotiation Analysis, Belknap, Cambridge, MA, 2002.
6. Wurman P.R., Walsh W.E., Wellman M.P. Flexible double auctions for electronic commerce: Theory and implementation, Decis. Support Syst. 24, 1998. P.17–27.
7. Road freight transport statistics. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Road_freight_transport_statistics Growth_in_EU_road_freight_transport_for_the_fifth_consecutive_year (дата звернення: 01.03.2020).
8. Kratica, J., Stanimirovic, Z., Tosic, D., & Filipovic, V. Two genetic algorithms for solving the uncapacitated single allocation p-hub median problem. *European Journal of Operational Research*, 2007. №182. P.15–28.
9. FERNÁNDEZ, Elena; ROCA-RIU, Mireia; SPERANZA, M. Grazia. The shared customer collaboration vehicle routing problem. *European Journal of Operational Research*, 2018. №265.3. P.1078-1093.
10. Verdonck Lotte, et al. Analysis of collaborative savings and cost allocation techniques for the cooperative carrier facility location problem. *Journal of the Operational Research Society*, 2016, 67.6: 853-871.
11. Dahl S., Derigs U. Cooperative planning in express carrier networks − An empirical study on the effectiveness of a real-time Decision Support System. *Decision Support Systems*, 2011, 51.3: 620-626.
12. Yee Ming Ch., Bo-Yuan W. Vehicle-based interactive management with multi-agent approach. Journal of Industrial Engineering and Management, ISSN 2013-0953, vol. 2, iss. 2, pp. 360-386, 2009. doi.org/10.3926/jiem.v2n2.p360-386 – Режим доступу : http://hdl.handle.net/10419/188400

ОБҐРУНТУВАННЯ ДИСЛОКАЦІЇ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ТЕРМІНАЛІВ УКРАЇНИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Світлана ШИРЯЄВА[1], канд.техн.наук, Володимир ІСАЄНКО[1], аспірант (PhD студент)

[1] Національний транспортний університет (Україна)

Ключові слова: мережа мультимодальних терміналів, мультимодальний термінал, мультимодальні перевезення, дислокація, вантаж.

Вступ

Військові дії на території України, тривають вже тривалий час та налічують все більше людських жертв і руйнувань інфраструктури, також йде великий вплив і на бізнес по всій Україні.

Ці події внесли певні зміни і до сфери вантажних перевезень та логістики. Це пов'язано з тим, що раніше налагоджені ланцюги вантажних перевезень перестали працювати: закриті порти, відсутність авіасполучення, ризики на всьому шляху доставки вантажу.

В сучасних умовах розвиток мультимодальних перевезень є найбільш перспективним напрямом для розбудови транспортної системи України. Дані перевезення дають можливість здійснювати доставку вантажів у будь-яке місце країни чи світу та залучати різні види транспорту, з оптимальним балансом між часом доставки та її вартістю, що є особливо важливим в умовах війни, коли звичайним способом доставити вантаж неможливо.

Розвиток мультимодальних перевезень вантажів неможливий без мережі мультимодальних терміналів. Важливою складовою мережі мультимодальних терміналів є мультимодальні термінали, недосконалий вибір дислокації яких, може призвести до великих витрат і погіршення якості мультимодального перевезення вантажів, у зв’язку з цим, постає необхідність в обґрунтуванні регіону для дислокації мультимодальних терміналів.

Мета роботи

Підвищення ефективності мультимодальних перевезень вантажів завдяки раціональній дислокації мультимодальних терміналів.

Виклад основного матеріалу дослідження

Мережа мультимодальних терміналів – це сукупність мультимодальних терміналів та транспортної інфраструктури, які знаходяться в постійній взаємодії між собою, для забезпечення оптимального руху вантажного потоку при виконанні мультимодальних перевезень.

Основними факторами, що визначають мережу мультимодальних терміналів є: обсяги перевезень і характер формування вантажопотоків, вид задіяного транспорту, дислокація мультимодальних терміналів, пропускна здатність мультимодальних терміналів, розмір території, розвиток дорожньої мережі, розвиток різних видів транспорту. [1]

З початком війни великі компанії, а за ними середні та дрібні, були змушені перевезти свої складські залишки та товари на захід України. Відбувся колосальний відтік до Львівської, Тернопільської, Волинської, Івано-Франківської областей, Закарпаття. Центр тяжіння при побудові нових терміналів сильно зміниться. Якщо раніше левова частка вантажних терміналів створювалася в центрі країни, то зараз компанії схильні зміщувати фокус на південний захід України, вважаючи їх більш безпечною зоною.[2] В умовах, що склалися, імпортна продукція до країни доставляється переважно автомобільним та залізничним транспортом через західні області країни.

Сучасний стан мережі мультимодальних терміналів в Україні характеризується багатьма проблемами, до основних з них відносять:

1) різке зниження вантажопотоків та ускладнення логістичних операцій, у результаті воєнних дій;

2) недостатня кількість транспортної інфраструктури, що частково або повністю зруйнована, в результаті воєнних дій;

3) відсутність автоматизованих систем управління інформацією, що супроводжує вантажопотік.

4) недостатня кількість вантажних терміналів, а також їх низький техніко-технологічний рівень;

5) відсутність методики відбудови мережі мультимодальних терміналів;

В умовах сьогодення, також постає необхідність в методиці визначення раціональної дислокації мультимодальних терміналів, що лежить в основі удосконалення мережі мультимодальних терміналів.

Згідно Закону України «Про мультимодальні перевезення», мультимодальний термінал (МТ) – виробничо-перевантажувальний комплекс будь-якої форми власності, який використовується під час мультимодального перевезення для зміни видів транспорту, виконання операцій навантаження, розвантаження, зберігання вантажів, тощо, а під час міжнародного перевезення також може бути пунктом пропуску (пунктом контролю) через державний кордон України.[3]

При обґрунтуванні дислокації мультимодального терміналу, необхідно дослідити такі фактори: транспортно-інфраструктурні, економічні, демографічні, науково-технічні та інноваційні фактори.

Найбільш значимим фактором, при обґрунтуванні дислокації МТ є кількість видів транспорту, які може обслуговувати МТ.

Для комплексної оцінки факторів, що впливають на дислокацію мультимодального терміналу, запропоновано інтегрований показник привабливості регіону для дислокації МТ.

Під інтегрованим показником привабливості регіону, розуміється чисельна характеристика привабливості регіону для дислокації на його території МТ, що враховує вплив групи транспортно-інфраструктурних, економічних, демографічних, науково-технічних та інноваційних факторів.

Методика обґрунтування дислокації МТ ґрунтується на розрахунку інтегрованого показника привабливості регіону ($Р_{пр}$) та включає такі етапи:

1. Розрахунок показника *i* - го фактора для *j* - го регіону (t_{ij}) як відношення фактичного значення фактора до максимального значення (x_{max}) і визначення вагових коефіцієнтів. Для визначення вагових коефіцієнтів, пропонується використовувати метод Сааті (метод аналізу ієрархій). Розрахунок значення показника *j* регіону за *i* фактором визначається за формулою:

$$t_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{max}} \tag{1}$$

де x_{ij} – фактичне значення *i* - го фактора для *j* - го регіону;

x_{max} – найбільше значення *i* - го фактора.

2. Розрахунок показника *j* регіону з урахуванням вагових коефіцієнтів для кожної групи факторів: транспортно-інфраструктурних $Р_{інф}$, економічних $Р_е$, демографічних $Р_д$, науково-технічних та інноваційних факторів $Р_{нті}$ за формулою:

$$P_{ф\,j} = \sum_{i=1}^{n} t_{ij} * W_i \tag{2}$$

де t_{ij} – інтегральне значення *i*-го показника кожної групи факторів для *j*-го регіону;

W_i – ваговий коефіцієнт *i*-го показника.

3. Розрахунок консолідованих коефіцієнтів по кожній групі факторів ($Кф_{інф}, Кф_е, Кф_д, Кф_{нті}$) :

$$Кф_j = 1 - \frac{|P_{ф\,max} - P_{ф\,j}|}{|P_{ф\,max} - P_{ф\,min}|} \quad (3)$$

де $Кф_j$ – консолідований коефіцієнт кожної групи факторів по j – му регіону ($Кф_{інф}, Кф_е, Кф_д, Кф_{нті}$);

$P_{інф\,j}$, $P_{е\,j}$, $P_{д\,j}$, $P_{нті\,j}$ – значення показника j - го регіону за групою факторів;

$P_{ф\,max}$, $P_{ф\,min}$ – відповідно максимальні та мінімальні значення з цієї групи факторів.

4. Розрахунок інтегрованого показника привабливості регіону для дислокації МТ.

Ітегрований показник привабливості регіону для дислокації МТ ($P_{пр}$) розраховується за формулою:

$$P_{пр} = \frac{\sqrt{(Кф_{інф})^2 + (Кф_е)^2 + (Кф_д)^2 + (Кф_{нті})^2}}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

де n – загальна кількість груп факторів.

Через війну в Україні недоступні морські перевезення та закрите небо, а імпорт та експорт здійснюють наземним транспортом, це свідчить про можливість вдалої дислокації мультимодального терміналу саме на території західних областей країни.

Одним з передових і перспективних регіонів нашої країни, в сфері мультимодальних перевезень, є Львівська та Волинська області. Це зумовлено тим, що дані регіони мають одні з найбільш розвинутих в Україні транспортних мереж, через які проходять транзитні коридори між країнами ЄС, зі значним відсотком вантажних перевезень. Виходячи з вищесказаного, пропонується розрахувати інтегрований показник привабливості регіону для дислокації МТ на прикладі Львівської та Волинської областей.

Досліджено фактори, що впливають на дислокацію мультимодальних терміналів, які згруповано за відповідними категоріями. Результати дослідження даних факторів для Львівської та Волинської областей наведені у табл.1.

Таблиця 1 - Групи факторів, що впливають на дислокацію мультимодальних терміналів

№	Назва фактору	Області	
		Львівська	Волинська
1	**Транспортно-інфраструктурні фактори**	[5]	[6]
1.1	Довжина автомобільних доріг загального користування, (тис. км) [4]	8221,2	5798,8
1.2	Щільність автомобільних доріг з твердим покриттям, (км на 1000 км^2 території)	376,5	288,7
1.3	Кількість вантажних автомобільних терміналів, од.	9	6
1.4	Експлуатаційна довжина залізничних колій загального користування, (км)	1263,3	593,1
1.5	Щільність залізничних колій загального користування, (км на 1000 км^2 території)	57,9	29,5
1.6	Кількість вантажних залізничних терміналів, од.	4	3
1.7	Морська доступність, (ТАК/НІ)	НІ	НІ
1.8	Доступність внутрішніх водних шляхів, (ТАК/НІ)	НІ	НІ
1.9	Кількість морських торговельних портів, од.	0	0
1.10	Кількість повітряних вантажних терміналів, од.	1	0
1.11	Кількість внутрішніх водних терміналів, од.	0	0
1.12	Вихід до міжнародних транспортних коридорів, од.	5	1
1.13	Кількість складських комплексів, од.	16	11
1.14	Наявність вантажовласників, (ТАК/НІ)	ТАК	ТАК
1.15	Перетин шляхів сполучення 2-х видів транспорту	ТАК	ТАК
1.16	Перетин шляхів сполучення 3-х видів транспорту	ТАК	НІ
1.17	Перетин шляхів сполучення 4-х видів транспорту	НІ	НІ
1.18	Перетин шляхів сполучення 5-ти видів транспорту	НІ	НІ
2	**Економічні фактори**	[5]	[6]
2.1	Валовий регіональний продукт, (млн. грн) [8]	236254	77404
2.2	Обсяг реалізованої промислової продукції, (млн. грн)	132998,6	39356,02
2.3	Обсяг вантажних автомобільних перевезень, (тис. т)	25038,0	5809,5
2.4	Обсяг вантажних залізничних перевезень, (тис. т)	3411,4	2600,2
2.5	Обсяг вантажних морських перевезень, (тис. т)	0	0

2.6	Обсяг вантажних внутрішніх водних перевезень, (тис. т)	0	0
2.7	Обсяг вантажних повітряних перевезень, (тис. т)	-	-
2.8	Обсяг експорту товарів, (тис.дол.США)	2932483,9	832547,2
2.9	Обсяг імпорту товарів, (тис.дол.США)	4755331,7	1814372,2
2.10	Обсяг експорту транспортних послуг (тис.дол.США)	91334,8	22490,6
2.11	Обсяг імпорту транспортних послуг, (тис.дол.США)	36079,9	8837,3
2.12	Капітальні інвестиції, (млн.грн)	23641,5	8263,2
3	**Демографічні фактори**	[5]	[8]
3.1	Чисельність населення, осіб	2487941	1029409
3.2	Працездатне населення, осіб	1114400	463100
3.3	Наявність кваліфікованих трудових ресурсів, (ТАК/НІ)	ТАК	ТАК
3.4	Середньооблікова кількість штатних працівників підприємств виду економічної діяльності "Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність", осіб	42261	14065
4	**Науково-технічні та інноваційні фактори** [7]		
4.1	Кількість інноваційно активних промислових підприємств, од.	44	11
4.2	Обсяг реалізованої інноваційної промислової продукції, (тис.грн)	871902,7	219429,4
4.3	Кількість промислових підприємств, що впроваджували інновації, од.	36	11
4.4	Кількість підприємств, що реалізували інноваційну промислову продукцію за межі України, од.	5	3
4.5	Обсяг реалізованої інноваційної промислової продукції за межі України, (тис.грн)	154334,1	4797,0

За результатами дослідження, виявлено що значення показників для Лівівської області за групою факторів транспортно-інфраструктурних, економічних, демографічних, науково-технічних та інноваційних факторів переважають значення аналогічних показників Волинської області. Львівщина має більшу кількість функціонуючих видів транспорту та є економічно привабливішим регіоном, маючи у своєму розпорядженні розвинену транспортну мережу з суттєво більшим виходом на міжнародні транспортні коридори.

Отже, Львівська область є більш приваблива для дислокації на її території мультимодального терміналу.

Висновки

Запропоновані заходи дозволять удосконалити мережу мультимодальних терміналів України, що сприятиме розвитку мультимодальних перевезень вантажів і підвищенню конкурентоспроможності України на світовому ринку.

Список літератури

1. Ширяєва С.В., Ісаєнко В.Л. Сучасний стан мережі мультимодальних терміналів України // Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації». – Переяслав, 2020. Вип. 59. – С. 473.

2. Зберегти та забезпечити: як змінилася логістика в Україні під час війни [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://mind.ua/openmind/20241674-zberegti-ta-zabezpechiti-yak-zminilasya-logistika-v-ukrayini-pid-chas-vijni

3. Закон України «Про мультимодальні перевезення», 17.11.2021 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1887-20#Text

4. Статистичний збірник "Транспорт України" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2021/zb/10/zb_Transpot.pdf

5. Державна служба статистики України Головне управління статистики у Львівській області [Електронний ресурс]. – Режим доступу:https://www.lv.ukrstat.gov.ua/thematics.php

6. Державна служба статистики України Головне управління статистики у Волинській області, Статистична інформація [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.lutsk.ukrstat.gov.ua/stat.html

7. Статистичний збірник "Наукова та інноваційна діяльність України за 2019 рік" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2020/zb/09/zb_nauka_2019.pdf

8. Статистичний збірник "Валовий регіональний продукт" у 2020 році [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2022/zb/05/zb_vvp_2020.pdf

СЕКЦІЯ 2

Розумна мобільність та безпека руху

PARKING SYSTEM DEVELOPMENT AS ONE OF THE NECESSARY CONDITIONS FOR IMPROVING THE SAFETY LEVEL OF INTERNATIONAL ROAD TRANSPORTATION

Nataliia KATRUSHENKO[1], Senior Lecturer

[1]National Transport University (Ukraine)

Keywords: infrastructure development, parking places for trucks, road safety, mode of work and rest, international road haulage.

Introduction

According to National Transport Strategy of Ukraine 2030 (The Strategy), which was developed for the comprehensive solution of existing problems in the transport industry, the current state of it does not fully meet the requirements of the effective implementation of the European integration course of Ukraine and the integration of the National transport network into the Trans-European one. The Strategy defines the main directions of improving the quality of giving transport services, envisages bringing the level of their provision and infrastructure development closer to the European standards and increasing the level of safety. So, one of the tasks that must be performed to solve the existing problems, is ensuring the development of transport infrastructure in accordance with the EU standards in particular, improving the functioning of checkpoints across the state border [1].

But nothing is mentioned about the necessity of the development of such infrastructure elements as safe and secure parking places for trucks involved in international haulage.

The research purpose

The main goal of the study is to pay attention to such an existing problem in the field of international road haulage as a lack or an absence of safe and secure parking places for trucks involved in the international transportations. The existence of such infrastructure elements and their availability are the requirements of the international road haulage sector.

The presentation of the main research material

Transport system of Ukraine consists of different modes. Each of them plays an important role in the national economy and the social life of the country. The road mode of transport has always played a significant role in the field of goods transport. Today it takes the second position after the railway transport in terms of transport volume. Official statistics shows that road transport has had the tendency of constant growing in the field of international transportation for the last years.

But nevertheless, despite the sector's good performance, the International Road Transport in Ukraine faces a considerable range of issues, many of which are connected with its safety and quality. Seeking the solution, it is necessary to pay attention to the infrastructure development.

Road transport infrastructure shall comprise such elements as high-quality roads, associated equipment, telematic applications (including ITS), freight terminals and logistic platforms, the connections of the freight terminals and logistic platforms to the other modes of transport, coach stations, etc [2].

Today parking and rest areas are no less important than any other infrastructure elements. The existence of such road infrastructure elements is a demand of successful road haulage sector functioning.

According to the European Agreement concerning the Work of Crews of Vehicles engaged in International Road Transport (AETR) a driver shall take daily and weekly rest periods. A daily rest period is a daily period during which a driver may freely dispose of his time. It can be regular and reduced. Regular daily rest period is any period of rest of at least 11 hours. It also may be taken in two periods, the first of which must be an uninterrupted period of at least 3 hours and the second an

uninterrupted period of at least 9 hours. A weekly rest period is a weekly period during which a driver may freely dispose of his time and it can be of two types as well: regular and reduced. Regular weekly rest period means any period of rest of at least 45 hours. Reduced weekly rest period is any period of rest of less than 45 hours, which may be shortened to a minimum of 24 consecutive hours [3].

According to legislation, no matter what type of mentioned rest periods a driver uses, his truck shall be parked at a paid and secure parking place.

In Ukraine truck drives, because of the lack or, very often, even an absence of parking places, have a practice to pack their trucks for the purpose of having their rest periods along the roadside near populated areas (villages, towns, cities). In this case they can pose a danger to other road users. Moreover, cargo, equipment and drivers are all targets for criminals. So, drives try to park their trucks near petrol stations (if it is possible) to protect the truck from possible damages, cargo and fuel theft and sometimes illegal boarding of trucks.

This negatively affects the quality of the driver's rest and, as a result, it influences the safety level of all the participants of the international road transportation.

By building and developing a network of parking areas it is possible to solve mentioned problems.

The international road safety directly depends on well rested and stress-free drives. That’s why there must be facilities that will provide safe and secure parking of trucks and also at least minimum level of services to cater for the social well-being of the drives.

The European countries pay a great attention to the development of such elements of infrastructure as parking places for commercial vehicles. So, taking into account the European integration course of Ukraine and the prospects of the integration of the National transport network into the Trans-European transport network, it is necessary to study the European experience concerning parking places development.

In order to develop the parking system, it is necessary to upgrade existing parking places for trucks and to build the new ones. During this process it is important to take into account such key elements as accessibility, security and services.

Parking places have to offer a comfortable stay for drivers during taking their daily and weekly rest periods. That’s why, it is necessary to provide the high level of technical security to prevent truck damaging, cargo and fuel theft, etc. Such measures will decline the rate of possible stress for the drivers.

A basic service level must always be reached. That’s why the following service requirements must be met: toilets (male and female) are available and working; showers (male and female) are available and working; toilets are clean and checked at regular intervals (with cleaning schedule); washing facilities are clean and checked at regular intervals (with cleaning schedule); water taps are available and working; waste bins are available on site; clear signs are provided promoting safe traffic movement at the parking facility; emergency contacts are displayed at the parking facility; snacks and drinks are available for purchase, 24/7; the internet connection available; electricity connection is available for personal use [4].

Conclusions

The quality of driver's daily or weekly rest directly influences the safety level of the whole sector of international road haulage. For this reason, there is the requirement of developing parking system which will consist of modern parking places for international road vehicles. To take daily or weekly rest period, drives need to have an opportunity to park their vehicles at paid and secure parking places. That’s why there have to be a network of such parking places. From an adequate supply of such facilities as security and services at parking places all the participants of international road haulage (drivers, forwarders, transport companies, shippers, insurers and, as a whole, all road users) will benefit.

References

1. National Transport Strategy of Ukraine 2030 [online cit.: 2022-04-11]. Available from: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80#Text [in Ukrainian].
2. Regulation (EU) № 1315/2013 [online cit.: 2022-03-10]. Available from: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32013R1315 [in English].
3. European Agreement concerning the Work of Crews of Vehicles engaged in International Road Transport (AETR) [online cit.: 2022-04-11]. Available from: https://unece.org/DAM/trans/doc/2010/sc1/ECE-TRANS-SC1-2010-AETR-en.pdf [in English].
4. The Study on Safe and Secure Parking Places for Trucks [online cit.: 2022-03-10]. Available from: https://transport.ec.europa.eu/transport-modes/road/parking-areas_en [in English].

EXPLOITATION OF INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEM IN SITIES AS A TOOL OF REDUCTION THE CONGESTIONS LEVEL

Alisa SHEVCHENKO[1], PhD student,

[1]National Transport University (Ukraine)

Keywords: intelligent transport systems, urban logistics, transport, logistics

Introduction

Transport has always been one of the key sectors of the economy of the city, the country and the world as a whole. Which in turn significantly influenced the development of all other spheres. However, recently, the rapid development of the transport industry has led to the emergence of new problems, the solution of which requires modern decisions. This causes the appearance of alternative ways of organizing traffic in cities.

Goal of the work

Analyze the feasibility of implementing an adaptive traffic management system in the city to reduce congestion.

Presentation of the main research material

The pace of transport development should be slightly ahead of the needs for the transportation of goods and passengers. Transport reserves are considered the most appropriate types of reserves, since the lack of opportunities to move goods and passengers is a serious brake on the development of the economy. Today, the level of motorization and urbanization of the population significantly exceeds the level of infrastructure development. This leads to a significant decrease in the capacity of the street-road network and the formation of conflict, emergency and traffic jam situations. In this way, the transport mobility indicator of the city deteriorates, which leads to significant economic costs not only for the city, but also for the country as a whole. Idling in traffic jams also causes higher fuel consumption and, as a result, more harmful emissions into the atmosphere [7].

As it is known, one of the main problems of the city's mobility is a higher percentage of the use of private transport compared to the use of public transport. Recently, the use of private cars has increased rapidly. Considering the fact that there is usually 1 person in 1 private car, and not 5 or more, as established by the technical characteristics of the vehicle, it is quite more appropriate to use a public one, because the increase in the use of cars has given rise to various environmental, social and economic problems. However, this type of passenger transportation gained its unpopularity due to inconvenience, significant time consumption and low quality of the services provided. In order to popularize public transport, first of all, significant financial costs are necessary, namely, the expansion of the transport network, the increase in the number and renewal

of rolling stock, the improvement of the qualifications of specialists and much more. These changes may take not months, but even years. Therefore, it is necessary to use more effective and faster ways of solving transport problems. One of which is the introduction of intelligent transport systems [4].

A characteristic feature of the traffic flow is its variable properties. So, for example, its density varies greatly during the day. This is primarily related to the demand for transportation. When organizing road traffic, the demand for transportation during peak and off-peak hours is taken into account. This is how daily time programs are planned and implemented. And it works quite effectively under ideal, pre-calculated conditions. However, in the event of emergency situations, traffic accidents or other events that make adjustments to the traffic flow, the situation changes and temporary programs lose their relevance.

A successful solution to this type of problem is the installation of traffic detectors and the implementation of special software that analyzes the state of traffic flow in real time. After all, the city traffic organization connects all parts of the city with each other for the smooth movement of vehicles under ideal conditions. But, in turn, when emergency situations arise in one area, it leads to a worsening of the situation in all others, because they are interconnected. This solution can ensure an even distribution of the traffic flow according to its real load.

For comparison, a section of the street and road network in the city of Kyiv was chosen, namely the intersection of Petro Hryhorenko avenue with Zdolbunivska street.

Comparisons were made before and after the implementation of the adaptive control system in the morning time period – 8:00 – 10:00 for 4 different days of the week (weekdays, weekends and holidays) in the autumn of 2021.

Vehicle data was collected and processed using vehicle detectors. The data presented in the table 1 are from software files that captures traffic flow data at the intersection every 5 minutes. With these data, it is possible to calculate the values necessary for comparison. Comparison graphs before/after implementation shown in the graph 1 in the morning time period [10].

Figure 1 – Collation of 5 minutes data for 4 days in the morning

For calculating the effect of implementation the computation were done for 1 day “before” and 3 days “after” in the morning (8:00 – 10:00) . The result is shown in the Figure 2 [10].

Figure 2 – Collation of transport bandwidth for 4 days

After processing the data for several days, the efficiency of the implementation of the adaptive traffic management system was calculated. The comparison made it possible to calculate an increase in the throughput capacity of the intersection by 11%, which is quite a significant and noticeable change for all road users. And the increase in capacity, in turn, affects the reduction of the level of traffic jams in the city because there is no crowding and accumulation of vehicles in a certain area, but an even distribution is carried out over the entire road and transport network.

Conclusions

Therefore, after comparing "before" and "after" the implementation of adaptive control at the intersection of Petro Hryhorenko avenue and Zdolbunivska street, the increase in traffic capacity was analyzed and calculated, which means a positive effect of the implementation.

In conditions of rapid urbanization and motorization, it is necessary to use modern technologies for the efficient functioning of the transport industry as a whole. Therefore, the introduction of an intelligent transport system is appropriate and justified.

References

1. 1. V. V. Komarov, S. A. Garagan. Architecture and standardization of telematic and intelligent transport systems. Foreign dosvid that vitchiznyana practice: Pidruchnik for VNZ / V. V. Komarov, S. A. Garagan M.: NTV "Energiya", 2012-183 p.
2. V. Albino, U. Berardi, R.M. Dangelico. Smart cities: definitions, dimensions, performance, and initiatives. J. Urban Technol., 22 (1) (2015), 3-21 p.
3. A. Noble. Quality controlled/ Andrew Noble // Traffic Technology International. – 2006. – August/September. – 108–109 p.
4. Behera J. Towards Development of Intelligent Transport System for Control of Traffic Management in Indian Cities. Indian Highway Journal- A Review of Road and Road Transport Development. 2014; 42(6): 66–77 p.
5. Cappelle C, Najjar M, Pomorski D, et al. Intelligent geolocalization in urban areas using global positioning systems, three-dimensional geographic information systems, and vision. J Intell Transport Syst, 2010, 14: 3–12 p.
6. Mamdouhi H, Khatun S, Zarrin J. Bluetooth wireless monitoring, managing and control for inter vehicle in vehicular ad-hoc networks. J Comput Sci, 2009, 5: 922–929 p.
7. P. Lombardi, S. Giordano, H. Farouh, W. Yousef. Modeling the smart city performance, innovation. 25 (2) (2012), 137-149 p.
8. Rosen D.A.,Mammano F.J., Favout R. An electronic route-guidance system for highway vehicles. IEEE Trans Veh Technol, 1970, 19: 143–152 p.

9. Tarapata, Z. Modelling and analysis of transportation networks using complex networks: Poland case study. Arch. Transp. 2015, 36, 55–65 p.
10. Williams, B. Proof of Ownership. Thinking Highways, vol. 9, January 2014, 23-45 p.
11. Kyiv traffic management center. Access mode: https://dorservice.kiev.ua

МОДУЛЬНИЙ ПРИНЦИП ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ В ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧИХ СИСТЕМАХ АВТОМОБІЛЯ

Алі АЛЬ-АММОРІ[1], доктор техн. наук, професор, Хасан АЛЬ-АММОРІ[1], аспірант,
Іван СЕРГІЄНКО[1], студент

[1]Національний транспортний університет (Україна)

Ключові слова: датчики інформації, джерела інформації, інформаційне резервування, інформаційно-керуюча система, модульний принцип.

Вступ.

Індикатори панелі приладів автомобіля показують повну картину функціонування автомобіля: швидкість, стан двигуна та ін. параметри. Тому дуже важливо, щоб робота датчиків була якісною і достовірною, а також своєчасною для надійного та безпечного функціонування. При повній або частковій відмові датчиків, можуть виникати складні ситуації під час роботи автомобіля. Для цього дуже важливо отримати достовірну інформацію від датчиків інформації або джерел інформації (ДІ).

Мета роботи: вибір та оптимізація надійних та безпечних структур інформаційно-керуючих систем.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Одним із способів підвищення ефективності роботи датчиків може бути застосування інформаційного резервування. Існує кілька способів інформаційного резервування, а саме: паралельний, послідовний і комбінований. За даними, отриманими в результаті досліджень у роботах [1, 2] показано, що найбільш ефективним принципом паралельного резервування є мажоритарний принцип, згідно з яким найбільш достовірна інформація, що надходить від джерел інформації (ДІ), буде тоді, коли не менше *m* з *n* ДІ підтверджують її достовірність, де $m \approx n/2$. Відповідно до фізичного принципу роботи ДІ може перебувати в одному з трьох несумісних випадкових станів: правильного виявлення *a*, помилкової тривоги b та невиявлення d. У системі індикації з резервованими датчиками ймовірності p_1, p_2, p_3, відповідно ймовірності правильного виявлення, помилкової тривоги і невиявлення події, функціонально залежать від числа датчиків і від їх ймовірнісних характеристик a, b, d.

При виконанні умови ймовірності $m \approx n/2$ невиявлення контрольованої події p_3 та ймовірності хибної тривоги p_2 приблизно рівні: $p_2 \approx p_3$. При цьому ймовірність вірного повідомлення p_1 підвищується зі збільшенням числа *n*, а ймовірності p_2 і p_3 істотно зменшуються.

Як правило, існує тенденція, згідно з якою ДІ з високими функціональними характеристиками мають низьку технічну надійність. Ця закономірність випливає з того, що для забезпечення високих функціональних можливостей необхідно суттєво ускладнювати апаратуру ДІ, а це спричиняє підвищення вартості її виготовлення, зниження технічної

надійності та, як наслідок, підвищення вартості експлуатації. Вихід із такого становища можна знайти, застосувавши паралельне резервування великої кількості *n* ДІ з низькими функціональними характеристиками та високою технічною надійністю.

При цьому низькі функціональні характеристики ДІ оцінюються малою вірогідністю *a* вірного повідомлення від окремого *b* та великими ймовірностями помилкової *d* тривоги та невиявлення контрольованої події. Такі ДІ характеризуються, як правило, винятковою простотою конструкції та, як наслідок, високою технічною надійністю.

Збільшення кількості *n* паралельно використовуваних малоефективних, але технічно надійних ДІ компенсуватиме їх низькі ймовірнісні характеристики *a* вірного повідомлення і, водночас, зумовить створення інформаційних, високоефективних, технічно надійних і недорогих систем. Дослідження показують, що створення таких високоефективних інформаційних систем можна забезпечити принципом модульного резервування.

Для інформаційних систем $M_{2,3}$ і $M_{2,4}$ отримані наступні результати.

Таблиця 1 – Результати порівняння модульних схем $N_{6,9}$, $L_{18,27}$, $L_{48,96}$ та їх альтернативних варіантів $F_{6,9}$, $F_{18,27}$, $F_{48,96}$

Модулі	Ступінь ієрархії	Вкладені модулі	Кількість схем	Тип альтернативних схем	Кількість схем
$M_{2,3}$	1	$N_{6,9}$	21	$F_{6,9}$	84
	2	$L_{18,27}$	129	$F_{18,27}$	246675
$M_{2,4}$	1	$N_{12,24}$	42	$F_{12,24}$	2704156
	2	$L_{48,96}$	174	$F_{48,96}$	$6{,}435067014 \times 10^{27}$

Дані порівняння модульних схем зі своїми альтернативними схемами, наведені у табл. 1 свідчать, що технічна реалізація мажоритарного паралельного резервування інформації має проводитися з урахуванням принципу вкладених модульних схем.

Висновки.

Таким чином, можна зробити наступні висновки:

- модулі $M_{2,4}$ більш ефективні у порівнянні з модулями $M_{2,3}$;
- для отримання майже однакових значень ймовірностей p_1 вірного повідомлення для модулів $M_{2,3}$ вимагається 2 ступеня ієрархічної структури вкладених модулів, а для модулів $M_{2,4}$ только одна ступінь;
- для реалізації дво ступеневої ієрархії вкладених модулів $M_{2,3}$ вимагається 129 схем I, а для реалізації однієї ступені ієрархії вкладених модулів $M_{2,4}$ вимагається 42 схеми I, тобто в три рази менше витрат для отримання однакових результатів;
- при самій низькій якості ДІ, коли $a = 0{,}5$, ймовірність $p_1 = 0{,}69$ для модуля $M_{2,3}$, а для модулей $M_{2,4}$ ймовірність $p_1 = 0{,}91$. Це говорить про те, що існує принципова можливість створення високоефективних інформаційних модулів типу $M_{m,n}$ з малоінформативних простих з високою технічною надійністю ДІ.

Список літератури

1. Al-Ammouri, A., Dmytrychenko, A.N., Al-Ammori, H.A. Probabilistic-mathematical models for formation of information flows in aircraft fire alarm system // Journal of Automation

and Information Sciences. 2019, 51(7), с. 67–80. https://www.dl.begellhouse.com/ru/journals/2b6239406278e43e,066e381a532b7c0a,6764363b31478e49.html.

2. Al-Ammouri Ali. Development of structures of the aircraft fire alarm system by means of nested modules / Ali Al-Ammouri, A. Dmytrychenko, H. Al-Ammori, V. Kharuta // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2019. – № 2(9). – С. 14–23. http://journals.uran.ua/eejet/article/view/163022.

РОЗРАХУНКОВА МОДЕЛЬ ЛІНІЙНОГО ГЕНЕРАТОРА ДЛЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ МЕХАНІЧНИХ КОЛИВАНЬ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ В ЕЛЕКТРИЧНИЙ СТРУМ

Алі АЛЬ-АММОРІ[1], доктор техн. наук, проф., Руслан ІЩЕНКО[1], канд. фіз.-мат. наук, доцент, Галина ІСАЄНКО[1], канд. фіз.-мат. наук, доцент, Ірина Горбунович[1], канд. техн. наук, доцент

[1]Національний транспортний університет (Україна)

Ключові слова: лінійний генератор, явище електромагнітної індукції, частота коливань магніту, потужність електричного струму, запас ходу електромобіля.

Вступ

Відомо, що основними технічними характеристиками електромобілів, які забезпечують їх конкурентоспроможність з автомобілями, є запас ходу (мінімум 400 км) і час перезарядки акумулятора на електрозаправках (менше однієї години) [1]. Достатній запас ходу електромобілів може бути досягнутий наявністю акумуляторів великої ємності. Крім того, для підвищення запасу ходу електромобілів розробляються і впроваджуються різні енергозберігаючі та рекуперативні технології, зокрема, системи регенеративного гальмування, амортизатори рекуперації та ін [2]. Однак, під час практичного використання запропонованих систем збору енергії виникають суттєві проблеми, пов’язані зі складністю конструкції вказаних систем та їх установкою на реальному електромобілі. Відповідно, розробка конструкційно простої і водночас ефективної технології збору енергії, зокрема, від вертикальних механічних коливань електромобіля, що виникають під час його руху, є актуальною науково-технічною задачею.

Мета роботи

Мета статті полягає у розробці розрахункової моделі лінійного генератора з постійним магнітом, який би відрізнявся простотою конструкції та з достатньою ефективністю перетворював енергію вертикальних механічних коливань електромобіля в енергію електричного струму.

Виклад основного матеріалу дослідження

Усі транспортні засоби здійснюють вертикальні механічні коливання в процесі свого руху. Згладжування вказаних коливань відбувається завдяки ресорам, пружинам та амортизаторам. Як відомо з курсу загальної фізики, під час переміщення постійного магніту всередині котушки індуктивності в обмотці котушки виникає індукційний електричний струм. Розглянуте явище виникнення індукційного струму називається електромагнітною індукцією. На явищі електромагнітної індукції базується принцип роботи однофазного лінійного генератора з постійним магнітом. Отже, якщо на елементах задньої пружинної підвіски електромобіля розташувати два таких генератора, відповідно біля правого і лівого амортизаторів, то можна отримувати додаткову електричну енергію від вертикальних

механічних коливань електромобіля під час його руху. Оскільки передня підвіска передньопривідного електромобіля більш завантажена, ніж задня, то розташування на її елементах лінійних генераторів не розглядалося. Конструкцію зазначеного генератора представлено на рис. 1.

Як видно з рис. 1, у циліндричному корпусі закріплено котушку індуктивності, всередині якої може рухатися постійний магніт, приєднаний до штоку. Верхня частина циліндричного корпусу може бути прикріплена до дна кузова електромобіля, а шток з магнітом може бути прикріплений до важіля підвіски електромобіля, зокрема, до нижнього кронштейну амортизатора. Щоб магніт під час коливань не вийшов за межі циліндричного корпусу, у верхній і нижній частинах корпусу встановлено обмежувальні елементи у вигляді гумових прокладок у формі шайб. Отже, під час руху електромобіля магніт і котушка будуть переміщуватися один відносно одного, що призведе до виникнення індукційного струму в котушці.

Рисунок 1 – Конструкція лінійного генератора з постійним магнітом

При цьому можна створити послідовний резонансний контур, якщо котушки індуктивності з’єднати між собою послідовно, а до них послідовно приєднати конденсатор. Після цього через випрямляч енергія електричного струму буде передаватися до акумулятора.

Для теоретичного розрахунку потужності електричного струму, яку можуть надавати розглянуті лінійні генератори під час руху електромобіля, необхідно підібрати котушку індуктивності та постійний магніт, які б мали оптимальні параметрами, а також визначити частоту коливань постійного магніту всередині котушки.

Враховуючи потребу в котушці великої індуктивності, було вирішено, що котушка буде багатошаровою, оскільки одношарова котушка з необхідними розмірами не могла забезпечити достатнє значення індуктивності. У багатьох програмах для розрахунку індуктивності багатошарової котушки використовується емпірична формула Вілера [3]:

$$L = 31{,}6 \cdot \frac{N^2 \cdot r^2}{6 \cdot R + 9 \cdot l + 10 \cdot c}, \qquad (1)$$

де L – індуктивність, мкГн;
N – кількість витків котушки;
r – середній радіус обмотки котушки, м;
l – довжина обмотки, м;
c – товщина обмотки, м.

Отже, з використанням відповідної програми розрахунку, отримано наступні параметри багатошарової котушки: L = 10 мГн; N = 357; r = 44,4 мм; l = 50 мм; c = 8,8 мм; кількість шарів обмотки – 8; діаметр каркасу – 80 мм; діаметр котушки – 97,6 мм. Під час розрахунку параметрів котушки індуктивності в якості обмотки було використано мідний дріт ПЕВ-2-1,0 (ПЕВ – провід емальований високоміцний). Діаметр самого мідного дроту становив 1 мм, товщина емалієвої ізоляціїї складала 0,1 мм.

В якості магнітного осердя було використано неодимовий ($NdFeB$) постійний магніт (марка матеріалу N42) циліндричної форми з осьовою намагніченістю. Враховуючи розміри котушки (а саме – діаметр каркасу і довжину обмотки), було підібрано магніт наступних розмірів: діаметр циліндру – 70 мм, його висота – 50 мм. Залишкова магнітна індукція вказаного магніту становить 1,3 Тл. Однак, таке значення залишкової магнітної індукції може бути отримане лише під час дослідження магнітного матеріалу в замкненому колі. У даній роботі під час розрахунків вважалося, що магнітна індукція вказаного неодимового магніту дорівнює 0,65 Тл, тобто половині від вказаної залишкової магнітної індукції.

Частоту коливань неодимового магніту всередині котушки під час руху електромобіля було визначено з наступних міркувань. Враховуючи, що висота магніту 50 мм, а довжина обмотки котушки індуктивності також 50 мм, магніту достатньо зміщуватися вгору і вниз відносно котушки під час вертикальних коливань на x = 50 мм. Тобто, амплітуда коливань магніту дорівнює 50 мм. За час, що дорівнює одному періоду коливань, як відомо з курсу загальної фізики, магніт проходить відстань $4 \cdot x$. Тоді справедлива рівність $4 \cdot x = \upsilon \cdot T$, де υ – швидкість руху магніту. Враховуючи, що період коливань T обернено пропорційний до частоти коливань f, отримуємо формулу для розрахунку частоти коливань магніту:

$$f = \frac{\upsilon}{4 \cdot x}. \tag{2}$$

Було припущено, що швидкість руху магніту всередині котушки дорівнює швидкості руху поршня в гідравлічному амортизаторі (0,25 м/с і 0,5 м/с – використано середнє і максимальне значення) [4]. Отже, частота коливань магніту, розрахована за формулою (2), становила 1,25 Гц і 2,5 Гц за умови швидкості руху магніту 0,25 м/с і 0,5 м/с відповідно. Отримані значення частоти коливань магніту всередині котушки знаходяться у межах значень власної частоти коливань підресореної маси легкового автомобіля.

Таким чином, під час коливань магніту всередині котушки індуктивності з відповідною частотою, магнітний потік Φ, що пронизує котушку індуктивності змінюється з часом за гармонічним законом:

$$\Phi = B \cdot S_k \cdot N \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_0), \tag{3}$$

де B – магнітна індукція (B = 0,65 Тл);
S_k – усереднена площа витка котушки індуктивності;
N – кількість витків (N=357);
ω – циклічна частота коливань магніту;
φ_0 – початкова фаза коливань.
За законом електромагнітної індукції Фарадея, в котушці індуктивності виникає електрорушійна сила (ЕРС) електромагнітної індукції:

$$\varepsilon_i = -\frac{d\Phi}{dt} = \omega \cdot B \cdot S_k \cdot N \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_0) \cdot \quad (4)$$

Як видно з формули (4), максимальне значення (амплітуда) ЕРС індукції дорівнює:

$$\varepsilon_0 = \omega \cdot B \cdot S_k \cdot N . \quad (5)$$

Враховуючи, що $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$, $S_k = \pi \cdot r^2$, де r = 44,4 мм – середній радіус обмотки котушки, максимальне значення ЕРС індукції отримаємо у вигляді:

$$\varepsilon_0 = 2 \cdot \pi^2 \cdot r^2 \cdot N \cdot B \cdot f . \quad (6)$$

Тоді потужність електричного струму, що з'являється у колі за рахунок використання вертикальних механічних коливань електромобіля, визначається за формулою:

$$P = \frac{n \cdot \varepsilon_0^2}{2 \cdot R} , \quad (7)$$

де n – кількість послідовно з'єднаних котушок індуктивності (n=2);
R – електричний опір котушки індуктивності:

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S} = \frac{2 \cdot \pi \cdot r \cdot N}{\sigma \cdot S} , \quad (8)$$

де $\sigma = 5{,}96 \cdot 10^7$ См/м – питома електропровідність мідного дроту;

$S = 7{,}85 \cdot 10^{-7}$ м^2 – площа поперечного перерізу мідного дроту, діаметр якого 1 мм.

Отже, з врахуванням формул (6) і (8), потужність електричного струму буде дорівнювати:

$$P(f) = n \cdot \pi^3 \cdot r^3 \cdot N \cdot \sigma \cdot S \cdot B^2 \cdot f^2 . \quad (9)$$

Як видно зі співвідношення (9), під час розрахунку потужності електричного струму ключовою змінною величиною є частота коливань (f) магніту всередині котушки індуктивності. Інші величини, що входять до співвідношення (9), не змінюються з часом.

Таким чином, при частоті коливань магніту 1,25 Гц розрахована за формулою (9) потужність електричного струму дорівнює 120 Вт, а при частоті 2,5 Гц – 478 Вт. З науково-технічної літератури відомо [5], що потужність лінійних генераторів подібного типу знаходиться в межах від 5 Вт до 500 Вт.

Висновки. Таким чином, запропонована розрахункова модель лінійного генератора з постійним магнітом для перетворення енергії вертикальних механічних коливань електромобіля в енергію електричного струму виявилася достатньо ефективною, про що свідчать розраховані значення потужності електричного струму для двох значень частоти коливань магніту. При цьому запропонована модель відзначається простотою конструкції у порівнянні з існуючими аналогами. В подальшому планується дослідити залежність частоти коливань постійного магніту всередині котушки індуктивності від швидкості електромобіля, а також створення дослідного зразка для експериментального дослідження вказаного методу отримання електричної енергії від вертикальних механічних коливань електромобіля, що виникають під час його руху.

Список літератури

1. Madhusudhanan A.K. A method to improve an electric vehicle's range: efficient cruise control. *European Journal of Control*. 2019. Vol. 48. P. 83-96.
2. Jing W., Yan Y., Kim I., Sarvi M. Electric vehicles: a review of network modelling and future research needs // *Advances in Mechanical Engineering*. 2016. Vol. 8 (1). P. 1-8.
3. Bykovsky A. Calculation of the own electric capacitance of the inductor and determination of the optimal form factor of the oscillator coil. *East European Scientific Journal*. 2019. № 8 (48). P. 64-71.
4. Jinkyu L., Yondo Ch., Jiwon K., Byounggun P. An energy-harvesting system using MPPT at shock absorber for electric vehicles. *Energies*. 2021. № 14. P. 2552 (14).
5. Castelvecchi D. Electric cars and batteries: how will the world produce enough? *Nature*. 2021. Vol. 596. P. 336-339.

МОНІТОРИНГ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПОСЛУГ ПАСАЖИРОПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ГРОМАДСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ

Олег БАКА[1], магістрант, Олег САМАРІН[1], магістрант,
Володимир ШУМЛЯКІВСЬКИЙ[1], канд. техн. наук

[1]Державний університет «Житомирська політехніка» (Україна)

Ключові слова: пасажироперевезення, якість послуг, пасажиропотоки, GPS-моніторинг транспорту, інтелектуальні системи.

Вступ. Серед сучасних досліджень у сфері транспортних технологій та управління на транспорті тема покращення якості транспортного обслуговування є однією з найактуальніших. Науковці детально розглядають принципи та критерії якості транспортного обслуговування і з точки зору пасажира, і з точки зору перевізника. Досліджують проблему покращення якості з таких аспектів: безпека, комфортність, швидкість, рентабельність, надійність, інформативність [1]. Реалізація всього комплексу показників якості достатньо складне завдання. Воно вимагає узгодження багатьох складових, вирішення проблем економічних, технічних, законодавчих, і навіть психологічних. Варто враховувати, що найскладнішою є проблема зіткнення інтересів перевізника і пасажира.

Мета. Підвищення якості транспортного обслуговання пасажирів на громадському транспорті шляхом впровадження інтелектуального онлайн моніторингу пасажиропотоків.

Виклад основного матеріалу. Зрозуміло, що підвищення якості перевезення пасажирів вимагає великих фінансових витрат, пасажир не готовий платити навіть собівартість високоякісної послуги, а влада не готова компенсувати витрати приватному перевізнику, або витрачати значну частину місцевого бюджету на покращення перевезень комунальним транспортом. Зрозуміло, що у площині цього конфлікту неможливо реалізувати винаходи науковців з транспортних технологій, які пропонують, наприклад, моделі організації якісного транспортного обслуговування: математична модель послідовних рейсів маршруту МПТЗ, метод системної динаміки побудови імітаційної моделі рейсу маршруту МПТЗ, модель взаємодії потоків пасажирів зупинки маршруту та ТЗ рейсу, математична модель якості обслуговування пасажирів на маршрутах МПТЗ, модель причинно-наслідкових зв'язків і модель потоків на маршруті МПТЗ із урахуванням якості обслуговування пасажирів, розробка методів визначення інтервалів руху на маршруті за критеріями якості, розрахунок значення річного пробігу ТЗ [2]. Взагалі пропозицій у напрямку реформування

транспортної системи більше, ніж достатньо, але необхідно продумати умови, при яких вони будуть можливими для втілення, і перш за все, ми маємо звернутися до законодавчої бази.

Конфлікт інтересів – не єдина проблема, на фоні якої функціонує транспортна система України. Інша пов'язана зі ступенем інформованості і пасажирів, і перевізників про транспортний процес і його складові. Наприклад, чи проводилось в Україні опитування пасажирів, так само як і перевізників, щодо їхнього уявлення про якість послуг? Як формується уявлення про показники якості відносно умов соціального життя? Відомо, що журналісти проводять подібні опитування перед кожним підвищенням тарифів. Ці опитування – показник суспільної реакції. І всі розуміють, що підвищення тарифів обґрунтовується не метою підвищення якості обслуговування, а підвищенням цін на паливно мастильні матеріали й частини для ремонту рухомого складу. Науковці вже запропонували формули для розрахунку тарифів, де враховуються і показники якості [3]. Але, якщо не враховувати економічний та соціальний контекст, то ці формули не працездатні. Найбільш вірною є думка, що збереження оптимального балансу між наповненістю і інтервалом р**уху** транспортного засобу даватиме свій позитивний результат у перевезеннях пасажирів. Якщо розглядати реальні способи покращення якості транспортного обслуговування, то слід говорити про можливості: 1) контролю інтенсивності пасажиропотоку за допомогою систем супутникового моніторингу, що включають в себе модулі обліку пасажирообігу за допомогою стереовідеокамер, 2) автоматизованої системи оплати проїзду, 3) датчиків контролю навантаження вісь, 4) інформаційні табло для пасажирів на зупинкових майданчиках, 5) додатків прогнозування прибуття транспорту на зупинку, наприклад, EASY WAY, DozoR та інші. Програма DozoR перша в Україні почала надавати послуги з інформування пасажирів про місцеположення та прибуття на зупинку громадського транспорту та вийшла на міжнародний рівень обслуговування, таким чином, суттєво покращила комунікацію між перевізниками та пасажирами, отримала багато позитивних відгуків від пасажирів.

Існує норма, відповідно до якої комфортне користування громадським транспортом вважається наповненість до 85% сидячих місць. Для забезпечення якості обслуговування в межах цієї норми необхідно регулювання інтервалу руху транспортних засобів. При зниженні пасажиропотоку зменшується рентабельність роботи пасажирського транспорту. тоді логічно збільшувати інтервал руху. Постає задача знайти механізми моніторингу пасажиропотоків, які дадуть можливість збалансувати попит з пропозицією в межах якісного показника. Одним з таких механізмів, які впроваджено у громадському транспорті міста Житомир, є система автоматизованої оплати проїзду (АСОП). Її інформаційні можливості наступні: 1) облік електронних оплат за видами в одиниці транспорту на кожному маршруті; 2) час та місце користування послугою. Але ця система не інформує про дальність поїздки, а відповідно, про динаміку зміни пасажиропотоку, тому неможливо обмежитись автоматизованою системою оплати проїзду для визначення реальної картини пасажирообігу на транспорті. Прогресивним рішенням є встановлення в салоні пасажирського транспорту над вхідними/вихідними дверима інтелектуальних камер систем обліку пасажирів з передачею інформації в реальному часі всім сторонам зацікавленим у якісному транспортному обслуговуванні.

Висновки. Впровадження систем точного підрахунку пасажирів у комплексі з АСОП та GPS-моніторинг дають змогу оптимізувати з високою ефективністю якість транспортних послуг, збільшити контроль і відповідальність за невиконані рейси, знизити витрати пального та загальні витрати на перевезення пасажирів, можливість дистанційно контролювати графіки руху кожної транспортної одиниці та ефективно керувати парком пасажирського транспорту, підвищити безпеку пасажироперевезень.

Список літератури

1. Прокудін Г.С., Кузьмич В.П., Коп'як Н.В. Методика оцінки якості та ефективності транспортного обслуговування населення приміських зон/Г.С. Прокудін

Транспортні системи та технології перевезень// Збірник наукових праць ДНУЗТ ім.В.Лазаряна.Вип.19.2020р. С. - 76-81.

2. Гілевська К.Ю. Удосконалення організації перевезень пасажирів міським громадським транспортом за критеріями якості/ К.Ю.Гілевська Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук.- Київ. – 2017.- 198 с.

3. Dmitriev M.M., Moroz M.M. Improvement of management system of public passenger transport in Kremenchuk // *Transactions of Volodymyr Dahl East Ukrainian National University*. – 2012. – № 6 (177). – PP. 114–118.

ПАСАЖИРСЬКИЙ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТ В РАМКАХ НАЦІОНАЛЬНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ СТРАТЕГІЇ УКРАЇНИ

Наталія БЕРЕЖНА[1], канд. техн. наук, доцент, Тетяна ВОЛКОВА[2], канд. техн. наук, доцент

[1]Державний біотехнологічний університет (Україна)
[2]Харківський національний автомобільно-дорожній університет (Україна)

Ключові слова: пасажир, електротранспорт, електробус, енергоефективний, міські пасажирські перевезення, тролейбус, маршрут, автономний хід

В Україні у 2018 році була затверджена Національна транспортна стратегія в якій чітко прописано, що до 2030 року 75% громадського транспорту має бути електричним [1]. Метою стратегії та одним з основних напрямів її реалізації зазначено «використання паливно-економічних та екологічних транспортних засобів, застосування альтернативних видів палива, “зелених” видів транспорту».

Виходячи з даних, що є доступними в мережі Інтернет, у більшості великих міст України, були розроблені плани щодо запровадження електротранспорту в системі міських пасажирських перевезень, шляхом залучення до транспортного обслуговування населення електробусів, або удосконаленням та активним розвитком мережі електротранспорту, за рахунок закупівлі тролейбусів європейської якості в тому числі і на автономному ходу.

На Україні, ще з 2015 року, вітчизняні автовиробники намагалися випускати електробуси. У таблиці 1 наведено дані щодо українських міст в яких виробляються (збираються) електробуси, моделі та їх характеристика [2].

Таблиця 1 – Електробуси українського виробництва

№	Назва міста України	Початок випуску електробуса	Назва підприємства	Модель електробуса	Запас ходу	Вартість
1	Львів	2015	Львівський завод «Електрон»	Електрон Е191	225 км	8-9 млн. грн.
2	Луцьк	2020	Автомобільна компанія «Богдан Моторс»	На базі автобуса «Богдан А091», модель «ЗЕТ 8-120»	200 км	10 млн. грн.
3	Кривий Ріг	2018	Ентузіасти	Міні-електробус «Мурмуресла»	100 км	20$ тисяч

У липні 2020 року Українським космічним агентством разом з "Південмаш" було підписано меморандум о співробітництві з південнокорейською компанією Caris, виходячи з якого український завод отримав замовлення на виготовлення 5000 електробусів і 7800 зарядних станцій. Термін виконання контракту – до 2023 року, сума замовлення — 23 млрд. грн. [3].

У 2019 році прес-служба компанії Skywell китайського виробника електробусів, які проходили тестування у Вінниці та Києві, написали що запустять в Україні виробництво своїх електричних автобусів. Обидві сторони офіційно дійшли згоди того, що в Україні буде налагоджено великовузлова збірка автобусів Skywell [4]. Однак, корейський та китайський проєкти, наразі, залишилися лише на етапі домовленостей.

Запровадження паливно-економічних та екологічних транспортних засобів на території України проявляється за рахунок закупівлі для роботи на міських пасажирських маршрутах тролейбусів з автономним ходом. Така конструктивна особливість електротранспорту дозволяє продовжити тролейбусні маршрути і використовувати тролейбуси навіть на тих ділянках маршруту де відсутня контактна мережа. В залежності від моделі автономний хід може становити від 20 км до 50 км.

Уперше в Україні такий рухомий склад було випущено на маршрут у вересні 2019 року в Запоріжжі. Тролейбуси «Дніпро Т-203» з автономним ходом до 25 км і місткістю салону 100 пасажирів, поєднали місто і острів Хортиця [5].

У листопаді підприємство «Запоріжелектротранс» випустило для роботи на лінію перший європейський тролейбус Van Hool, довжиною 18 метрів і можливістю пересуватися автономним ходом, без контактної мережі [6].

28 травня 2020 року у Вінниці на маршрути вийшли два нових тролейбуси VinLine, які збиралися на КП «Вінницька транспортна компанія» на базі білоруського тролейбуса МАЗ-203Т (PTS 12) та мали запас автономного ходу до 20 км [7]. Такі тролейбуси мають низку переваг: вони безшумні, більш комфортні та безпечні для пасажирів, зручні для маломобільних груп населення, економлять до 40% електроенергії у порівнянні зі стандартними моделями.

У серпні 2020 року тролейбуси марки PTS 12 у місті Бровари почало випускати підприємство ТОВ "Політехносервіс" [8]. Довжина тролейбуса становить 12 метрів. Пасажиромісткість до 100 пасажирів. У салоні встановлені антивандальні сидіння, передбачено USB-роз'єми для зарядки мобільних пристроїв, а також валідатори для оплати E-ticket. Для маломобільних груп населення на середніх дверях встановлений пандус, обладнано накопичувальний майданчик з кріпленнями для інвалідного візка. Також є система нахилу тролейбуса на правий бік для спрощення висадки і посадки пасажирів [9]. Тролейбуси марки PTS 12 комплектують з імпортних частин на базі білоруського тролейбуса МАЗ-203Т.

З серпня 2020 року тролейбуси марки PTS 12 на автономному ходу, зібрані як у Вінниця так і в Броварах, експлуатуються в Харкові [10, 11]. У жовтні 2020 року було встановлено, що в місті Харків функціонує перший в Україні маршрут на якому працюють тільки тролейбуси з автономним ходом і які курсують з інтервалом всього 5-6 хвилин [12].

У листопаді 2020 року тролейбуси на автономному ходу були закуплені і в Миколаїві [13]. Тролейбуси «Дніпро Т203» комплектуються в Україні, на Південному машинобудівному заводі в місті Дніпрі на основі кузовів білоруського Мінського автозаводу, а електроніки молдавської компанії «Інформбізнес» із запасом автономного ходу до 20 км.

26 березня 2021 року на маршрутах міста Суми з’явилися 9 тролейбусів підприємства «Автоскладальний завод №1» ПАТ «Автомобільна компанія «Богдан Моторс». Завдяки їм було відновлено перевезення за маршрутами, схеми яких було змінено у зв’язку з виходом з ладу тягової підстанції [14].

Запровадження енергоефективних та екологічно-безпечних видів пасажирського міського транспорту – одне із пріоритетних завдань на шляху до виконання національної

транспортної стратегії розвитку України та відновлення повноцінного функціонування пасажирського транспортного обслуговування на території України. Звичайно, факторів, що впливають на темпи запровадження в сучасних умовах багато, але найголовнішими (перемога, навіть не обговорюється) можна назвати наступні: залежність від вартості рухомого складу, фінансування на його придбання, створення умов для виробництва (збирання) на території України, бажання міністерства інфраструктури та місцевої влади запроваджувати зміни у вимоги до конкурсів, надання ліцензій перевізникам і створення доступних умов для їх діяльності.

Список літератури

1. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80#Text
2. https://ecofactor.ua/blog/electrobus-ukraina
3. https://112ua.tv/glavnye-novosti/otmena-nalogov-na-elektromobili-v-ukraine-budet-legche-kupit-avto-a-u-zavodov-poyavitsya-shans-stat-evropeyskim-kitaem-550979.html
4. https://www.ukrinform.ua/rubric-technology/2709938-kitajska-kompania-pocne-zbirati-elektrobusi-v-ukraini.html
5. https://zp.gov.ua/uk/articles/item/6107/u-zaporizhzhi-trolejbusi-z-avtonomnim-hodom-vijshli-na-liniyu
6. https://zet.zp.ua/novyny/208-trolejbus-van-hool-vijshov-na-liniyu
7. https://vinnytsyanews.com.ua/news/u-vinnyci-vesnoyu-rozpochnut-vygotovlyaty-novu-partiyu-troleybusiv-vinline
8. https://www.autoconsulting.com.ua/article.php?sid=47111
9. https://gortransport.kharkov.ua/news/26244/].
10. https://2day.kh.ua/news/kernes-rasskazal-gde-i-kogda-vyydut-na-marshrut-trolleybusy-na-avtonomnom-khodu
11. https://itc.ua/news/harkov-zakupil-trollejbusy-s-avtonomnym-hodom-30-km-kotorye-sobirayut-v-kievskoj-oblasti/
12. https://cfts.org.ua/news/2020/10/28/v_kharkove_zapuschen_marshrut_gde_rabotayut_tolko_trolleybusy_s_avtonomnym_khodom_61525
13. https://novosti-n.org/news/Stalo-yzvestno-u-kogo-y-kakye-Nykolaev-zakupyt-trollejbusi-za-kredytnie-dengy-203613
14. https://mtu.gov.ua/news/32716.html?PrintVersion

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ТРАНСПОРТНОЇ МОДЕЛІ МІСТА З УРАХУВАННЯМ МІКРОМОБІЛЬНОСТІ НАСЕЛЕННЯ

Анастасія БОЦМАН[1], PhD студент, Денис ПОНКРАТОВ[1], д-р. техн. наук, доц.,
Михайло ПАВЛОВ[1], студент

[1]Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова (Україна)

Ключові слова: транспортне моделювання, мікромобільність, велосипедна інфраструктура.

Вступ

В якості найбільш ефективного підходу управління змінами у транспортній галузі є розробка та впровадження заходів на основі результатів розрахунків релевантної мультимодальної транспортної моделі. Інструменти транспортного моделювання слід

використовувати для отримання кількісних та якісних вимірників пропонованих заходів чи змін в транспортній системі, що відображатимуть доцільність та ефективність їхньої реалізації. Моделювання дає змогу наочно відобразити комплексні процеси діяльності транспорту, провести прогнозування перерозподілу транспортних потоків в результаті впровадження керуючих впливів, таких як будівництво нових або реконструкція існуючих ділянок мережі, зміна маршрутної мережі та графіків руху маршрутного пасажирського транспорту тощо.

Найпоширенішим у світовій практиці програмним забезпечення з транспортного моделювання є PTV Visum. Це програмне забезпечення представляє собою інструмент для макроскопічного моделювання, що дозволяє відображати всі системи транспорту в єдиній транспортній моделі. Під час моделювання транспортних систем зазвичай приділяють увагу системі індивідуального транспорту, що представлена приватними автомобілями, та системі громадського транспорту, які є основними компонентами пасажирської транспортної системи міста. Інші способи пересувань, наприклад, такі як мікромобільність, можуть не враховуватись через низький рівень їхньої реалізації, що насамперед зумовлено відсутністю або недостатнім розвитком транспортної пропозиції.

Мета дослідження

Мікромобільність зазвичай представляється як стійке рішення персоналізованої мобільності, яке характеризується гнучкістю, має низький вплив на навколишнє середовище та високий соціальний потенціал [1]. Вона забезпечується використанням компактних транспортних засобів, таких як велосипеди, самокати тощо, для пересувань на відносно короткі відстані. У містах України спостерігається недостатній розвиток мікромобільності населення через брак відповідної транспортної інфраструктури, в першу чергу велосмуг та велодоріжок. Це викликає ефект «замкнутого коло», коли відсутність інфраструктури стримує формування попиту, а оскільки немає попиту то розвиток інфраструктури є недоцільним. Натомість, слід враховувати, що розвиток транспортної інфраструктури сприяє формуванню попиту на її використання. Виходячи з цього, доцільним є застосування інструментарію транспортного моделювання як засобу обґрунтування рішень щодо розвитку транспортної інфраструктури забезпечення мікромобільності в контексті реалізації концепції сталого розвитку міст.

Виклад основного матеріалу дослідження

Відповідно до світових стандартів, транспортна модель має складатися з моделей транспортної пропозиції та транспортного попиту. Перший елемент відображає граф вулично-дорожньої мережі з відрізків і вузлів, доступні на цих відрізках системи транспорту (автомобіль, автобус, трамвай, метро, велосипед тощо), зупинки громадського транспорту, транспортні райони з примиканнями, маршрути громадського транспорту, їх розклад руху та застосовуваний рухомий склад. Другий елемент відображає транспортні потреби користувачів, тобто інформацію про транспортні вподобання та кількість пересувань між транспортними районами. Проблема моделювання попиту вирішується за допомогою чотирьохетапного підходу, що включає: генерацію пересувань, розподіл кореспонденцій між транспортними районами, моделювання вибору способу пересувань та розподілу кореспонденцій по мережі.

Моделлю пропозиції для засобів мікромобільності виступає велосипедна мережа, а також решта транспортної мережі на якій рух цих засобів є можливим. Велосипедна мережа має бути побудована з відрізків та зв’язана з вулично-дорожньою мережею через вузли. Урахування типу відрізків призначених для руху засобів мікромобільності є важливим, оскільки вони характеризують умови руху. Відповідно до ДСТУ 8906-2019 «Планування та проектування велосипедної інфраструктури» [2], велосипедна інфраструктура може складатись з відокремлених велосипедних коридорів, смуг, доріжок, або спільних з пішоходами доріжок, також в залежності від навантаження дозволяють змішаний рух по проїзній частині. Ці типи відрізків характеризуються різною пропускною здатністю та максимальною швидкістю руху транспортних засобів.

Налаштування параметрів відрізків та вузлів мережі для засобів мікромобільності виконується схожим чином як для інших видів транспорту: встановлення максимальної швидкості на ділянках, пропускної здатності ділянок, часу затримки у вузлах (перехрестях), вказівка дозволених маневрів. Для системи мікромобільності додатково слід зазначати повздовжній ухил ділянки мережі та тип дорожнього покриття (через додаткові атрибути), оскільки ці параметри мають вплив на швидкість руху користувачів засобів мікромобільності. Тобто, чим більша величина повздовжнього ухилу, тим меншою є швидкість руху цією ділянкою, особливо це стосується транспортних засобів, що приводяться до руху фізичною силою людини. Тип дорожнього покриття визначає коефіцієнт зчеплення. Окрім цього, рух, наприклад, брущаткою пов'язаний з додатковими вібраціями, що викликає відчуття дискомфорту під час руху.

Можливості програмного забезпечення PTV Visum дозволяють врахувати такий елемент транспортної пропозиції, як станції прокату транспортних засобів [3]. Для кожної станції прокату визначається її пропускна здатність, кількість місць для стоянки, первинна та оптимальна наповненість, час оформлення та видачі транспортного засобу. Також, в моделі можуть бути зазначені пункти початку та закінчуватися поїздки на орендованих засобах мікромобільності (на станціях прокату або в транспортних районах), чи зберігається можливість для користувачів застосовувати цей засіб для здійснення наступного пересування.

Принципи транспортного районування території для моделей що включають засоби мікромобільності не відрізняється від класичного підходу до транспортного районування. Кількість районів не має бути занадто великою, щоб не ускладнювати розробку моделі, та не бути занадто малою, щоб забезпечити прийнятну адекватність моделі.

Модель транспортного попиту створюється на основі функціонального аналізу територій, соціального економічних даних та поведінкових характеристик населення. Спочатку проводиться оцінка сумарних обсягів прибуттів та відправлень за кожною метою пересування для кожного транспортного району залежно від факторів просторового розміщення та характеристик рухливості населення. Далі виконується розподіл пересувань між районами з урахуванням даних обстежень за поведінкою користувачів транспортної системи. Результатом такого розподілу є матриці кореспонденцій за метою пересування.

Наступний крок передбачає розподіл матриць кореспонденцій за способами пересування. Розподіл матриць кореспонденцій за видами транспорту зазвичай виконується на основі моделей дискретного вибору. При цьому як критерій використовується максимізація функції корисності або мінімізація узагальненої вартості пересування. Моделі дискретного вибору засобів мікромобільності можуть враховувати такі властиві для них чинники:

1) атрибути пересування – мета, відстань;

2) доступність до засобів мікромобільності – наявність власного транспортного засобу чи його оренда (відстань до станції прокату, вартість користування);

3) характеристики ділянок – велодоріжка / велосмуга / рух у сукупному транспортному потоці / рух тротуаром, кількість смуг в одному напрямку, ширина смуги, повздовжній ухил, тип покриття тощо;

4) функціональні дані щодо дорожнього руху – швидкість транспортного потоку, інтенсивність руху автомобільного та вантажного транспорту, інтенсивність пішохідного потоку, кількість поворотів ліворуч на дорогах де більше однієї смуги руху, перехрестя та виїзди з прилеглих територій, параметри світлофорного регулювання на перехрестях, велопереїзди, наявність парковки біля краю проїзної частини тощо;

5) дані щодо паркування – ємність велопарковок, завантаженість;

6) погодні умови – температура навколишнього середовища, опади тощо;

7) індивідуальні атрибути користувача – вік, стать, освіта, працевлаштування, дохід, наявність дітей, автомобіля, транспортні вподобання, пріоритет пересувань (екологічність, час, гнучкість), сприйняття безпеки та комфорту тощо.

Завершальним етапом моделювання транспортного попиту є розподіл кореспонденцій відповідно до обраного способу пересування мережею, з урахуванням їхнього взаємного впливу. Для проведення розподілу використовується низка алгоритмів пошуку рівноваги між попитом та пропозицією. Під час моделювання використовується ітеративна процедура кореспонденцій для отримання репрезентативних результатів.

У результаті модельного розрахунку встановлюється завантаження елементів транспортної мережі в системі відповідного виду транспорту, що графічно може бути представлено у вигляді картограми (рис. 1).

Рисунок 1 – Картограма інтенсивності велосипедного руху

Застосування транспортної моделі дає змогу провести оцінку поточного та прогнозування майбутнього стану транспортної системи. Під час розробки прогнозної моделі слід враховувати потенційні зміни соціально-економічних і демографічних показників, рівня автомобілізації населення, плани розвитку транспортної інфраструктури тощо. Оцінку ефективності розвитку транспортної інфраструктури забезпечення мікромобільності, або інших змін, проводять на основі аналізу співвідношення «витрат - вигід» з урахуванням показників соціальної, економічної та екологічної ефективності.

Висновки

Розвиток транспортної інфраструктури забезпечення мікромобільності населення є перспективним напрямком вирішення транспортних проблем для багатьох міст України. Застосування інструментарію транспортного моделювання дозволяє проводити оцінку впливу розвитку інфраструктури забезпечення мікромобільності на величину транспортного попиту. Під час формування транспортної моделі мають бути враховані особливості реалізації мікромобільності мешканцями міст. Це потребує певних налаштувань параметрів транспортної моделі, зокрема ділянок мережі (урахування величини повздовжнього ухилу, типу покриття тощо), додання нових елементів (станції прокату), формування дискретних моделей вибору, що враховують специфічні характеристики пересувань з використанням засобів мікромобільності.

Список літератури

1. D. Milakis, L. Gedhardt, D. Ehebrecht, and B. Lenz. “Is micro-mobility sustainable? An overview of implications for accessibility, air pollution, safety, physical activity and subjective

wellbeing", *Handbook of sustainable transport*, pp. 180-189, 2020.
2. *Планування та проектування велосипедної інфраструктури*, ДСТУ 8906-2019, 2019.
PTV Visum Manual, PTV GmbH, Karlstuhe, Germany, 2021.

ТРАНСФОРМАЦІЯ ТРАС МАРШРУТІВ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ У М. ХАРКОВІ З УРАХУВАННЯМ РАЦІОНАЛЬНОЇ ЩІЛЬНОСТІ РОЗТАШУВАННЯ ЗУПИНОЧНИХ ПУНКТІВ

Катерина ВАКУЛЕНКО[1], канд. техн. наук, доц., Надія СОКОЛОВА[1], асистент

[1]Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова (Україна)

Ключові слова: міський пасажирський транспорт, маршрут, зупиночний пункт

Вступ

У транспортному обслуговуванні населення міст домінуюче положення займає міський пасажирський транспорт (МПТ), важливим чинником ефективного функціонування якого є система зупиночних пунктів (ЗП) на вулично-дорожній мережі міста, що впливає на доступність транспортних послуг, безпеку руху й на пропускну здатність дороги. Організація роботи МПТ в зоні зупиночних пунктів, розташування яких часто не відповідає сучасному рівню інтенсивності руху маршрутних транспортних засобів (МТЗ) та інших транспортних засобів (ТЗ), негативно впливає на ефективність функціонування транспортної системи в цілому та погіршення стану безпеки дорожнього руху.

В існуючих нормативних документах України надаються лише рекомендаційні положення, засновані на апріорних припущеннях. Тому вирішення питань раціонального розташування ЗП є одним з актуальних питань організації міських пасажирських перевезень.

При проектуванні автобусних зупинок необхідно забезпечити безпечний рух автотранспорту, безпечні умови для пересадки пасажирів з маршруту на маршрут, їх рух в зони тяжіння і високі транспортно-експлуатаційні показники роботи автобусів і ТЗ в зоні зупинок.

Мета роботи

Оцінка раціональної щільності розташування ЗП на маршрутах міського пасажирського транспорту з урахуванням загальних витрат часу поїздки пасажира.

Виклад основного матеріалу дослідження

Плани сталої міської мобільності у містах розробляються, виходячи з формування більшої привабливості та якості міського середовища на користь громадян, економіки та суспільства в цілому, що включає забезпечення усіх верств населення ефективними та доступними транспортними можливостями для доступу до місць призначення; підвищення рівня безпеки під час щоденних переміщень; підвищення ефективності та економічної доцільності транспортування людей та вантажів завдяки науковому обґрунтуванню рішень в транспортній сфері; зменшення забруднення повітря, рівня шуму, викидів парникового газу, спричинених транспортними засобами та інфраструктурою; зниження енергоспоживання [1].

Аналіз вітчизняних та закордонних сучасних стандартів, підходів і методів до визначення довжини перегону та щільності розташування зупиночних пунктів показав, що вони ґрунтуються на наступних цілях: мінімізації приведених витрат часу на пересування населення, максимізації продуктивності – в транспортних системах європейських країн,

максимізації обслуговування та доступу – в транспортних системах американських міст [2-4].

Для мешканців міст, особливо значних та найзначніших, з кількістю населення близько мільйона та більше чоловік, важливим фактором у процесі переміщення є мінімізація часу на пересування, тому щільність розташування ЗП розглядалася виходячи саме з цього фактору.

Для аналізу щільності розташування існуючих ЗП на маршрутах м. Харкова було обрано Слобідський район, який облуговується 16 автобусними та 4 тролейбусними маршрутами. Під час проведення аналізу виконано візуальне дослідження розташування та належного обладнання зупиночних пунктів з побудовою топологічної схеми транспортної мережі Слобідського району і зроблено висновки щодо невідповідності розташування та обладнання деяких зупиночних пунктів на маршрутах.

В результаті визначення відстаней між зупинками, було виявлено, що деякі з них не відповідають стандартам Державних будівельних норм [5] оскільки відстань між зупинками занадто мала, чи навпаки завелика (рис. 1), а з 50 зупиночних пунктів, розташованих в районі обстеження, 10% не відповідає вимогам згідно з правилами розміщення та обладнання зупинок міського електричного та автомобільного транспорту [6].

Рисунок 1 – Топологічна схема транспортної мережі з виділеними зупиночними пунктами, які не відповідають ДБН

Раціональну щільність розташування ЗП запропоновано визначати через розрахунок оптимальної довжини перегону на ділянці маршрутної мережі. Оптимальна довжина перегону на поточній довжині маршруту визначалася за методикою Долі В.К [7] через забезпечення мінімуму витрат часу суспільства на пересування. Основним показником у цій моделі, який впливає на довжину перегону, є середня довжина поїздки пасажира. Таким чином, що чим більша середня довжина поїздки пасажира, тим більшою має бути довжина перегону та чим більший пасажирообмін ЗП, тим більша довжина перегону.

Недоліком такого підходу є неврахування зміни потреби населення в ЗП, тобто, при збільшенні довжини перегону частина населення може надати перевагу пішому пересуванню.

Для оцінки раціональної щільності розташування зупиночних пунктів пропонується моделювання їх щільності за допомогою програми PTV Visum. За допомогою програмного

забезпечення PTV Visum створено діаграми, які відображують чисельність населення в транспортних районах (ТР), кількість робітників (рис. 2), розроблено діаграми об'ємів по відправленню та прибуттю до кожного ТР (рис. 3) та існуюча транспортна мережа з урахуванням зупиночних пунктів (рис. 4).

Для подальшого дослідження розташування ЗП обрано трасу слідування автобусного маршруту довжиною 4800 м., саме на цій ділянці найбільша кількість ЗП, розташованих з порушенням вимог ДБН (рис.5.). Для визначення оптимальної довжини перегону та відповідної щільності на трасі слідування автобусного маршруту, проведено моделювання зміни загальних витрат часу пасажира для довжини перегону від 100 м до 1200 м.

Рисунок 2 – Відображення кількості робітників та мешканців в ТР

Рисунок 3 – Діаграми об'ємів відправлення та прибуття у кожному ТР

Рисунок 4 – Транспортна мережа з урахуванням зупиночних пунктів, побудована в PTV Visum

Рисунок 5 – Траса автобусний маршруту побудована в PTV Visum

Для обраного маршруту розраховано такі показники, як: відстань між зупиночними пунктами, кількість користувачів на кожній зупинці (в обох напрямах), час здійснення поїздки між зупиночними пунктами, плановий інтервал руху, відстань маршрутної поїздки, середній час очікування, середній час перебування у салоні ТЗ, загальні витрати на пересування. В ході дослідження та моделювання отримано залежності наведені на рис. 6 – 8.

Рисунок 6 – Залежність зміни загальних витрат часу на пересування від довжини перегону та щільності розташування зупиночних пунктів

Рисунок 7 – Залежність зміни загальних витрат часу на пересування з урахуванням коефіцієнтів психологічної оцінки

Рисунок 8 – Залежність зміни зниження доходу, внаслідок пересування від довжини перегону та щільності розташування зупиночних пунктів

Отримані залежності свідчать про те, що мінімальне значення загальних витрат часу на пересування та зниження доходу пасажира внаслідок транспортного процесу, що враховує транспортну стомлюваність пасажира [7, 8] спостерігається при довжині перегону 400 м і щільності розташування ЗП – 0,08. Розраховане за методикою [7, 8] загальне зниження доходу пасажира на виробництві, внаслідок його пересування, в залежності від довжини перегону з урахуванням функціонального стану пасажира в кінці поїздки при щільності розташування ЗП 0,08 і довжині перегону 400 м не є мінімальним, але перевищення цього значення лише на 1,27 % є незначним.

За допомогою ресурсу Google Maps була проведена оцінка можливості розташування ЗП, згідно нормам Законодавства України з довжиною перегонів 400 м. (рис. 9). А саме:

–дальність пішохідних підходів до зупинки не перевищує 600 м;

–ділянки розташування ЗП є прямими ;

–можливість розташування ЗП за перехрестям;
–відстань від зупинки до пішохідного переходу не перевищує 15 м;
–у межах автобусних зупинок не має дощоприймальних колодязів;
–відстань між ЗП та закладами масового відвідування не перевищує 500 м;
–відстань від проїжджої частини до ЗП не менше 2 м.

Також пропонується обладнати ЗП цифровими табло з можливістю отримання оперативної інформації щодо транспортних послуг на маршрутах: інтервалу руху, часу до прибуття ТЗ та інше.

Рисунок 9 – Оцінка можливості розташування на трасі маршруті ЗП з довжиною перегонів 400 м

Висновки

Місто Харків, як і багато інших українських міст та населених пунктів, зазнало значних руйнувань в результаті війни. В тій чи інший мірі пошкоджена житлова, комунальна, енергетична, промислова та транспортна інфраструктури, які потребують відновлення та реконструкції відповідно сучасним європейським стандартам та вимогам. Вже на сучасному етапі траси деяких маршрутів міського пасажирського транспорту, розташування та обладнання ЗП змінюються. Тому проведене дослідження і запропонована методика дозволить надати практичні рекомендації щодо трансформації маршрутів з урахуванням раціонального розташування ЗП та їх обладнання. Своєчасна та оперативна інформація щодо надання транспортних послуг на маршрутах МПТ, скорочення загальних витрат часу пасажирів на переміщення сприятимуть покращенню якості транспортного обслуговування населення та підвищення комфортності середовища для мешканців міста в цілому, що відповідає головному принципу розробки Плану сталої міської мобільності.

Список літератури

1. Urban street design guide: / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://nacto.org/publication/urban-street-design-guide
2. Urban street design guide: / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://nacto.org/publication/urban-street-design-guide
3. Стаття про облаштування зупиночних пунктів в Європі : / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://telegraf.design
4. Швейцарський стандарт щодо розміщення зупиночних пунктів у країнах Європи: / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.vss.ch/de

5. Державні будівельні норми / [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://kbu.org.ua/assets/app/documents/dbn2/128.1..pdf

6. Вулиці та дороги населених пунктів. ДБН В.2.3-5:2018. – Київ, Мінрегіон України, 2018. – 55 с.

7. Доля В.К. Пасажирські перевезення: Підручник. – Харків: «Вид-во «Форт», 2011. – 207 –220, 236 с.

Вакуленко К. Є. Управління міським пасажирським транспортом : навчальний посібник / К. Є. Вакуленко, К. В. Доля ; Харк. нац. ун-т міськ. гос-ва ім. О. М. Бекетова – Харків : ХНУМГ, 2014. – 260 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИНЦИПІВ ОБЛІКУ ІНТЕНСИВНОСТІ ДОРОЖНЬОГО РУХУ ТА СКЛАДУ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ БЕЗКОНТАКТНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ

Михайло ДУЛЯ[1], Тетяна ЗАХАРОВА[1], Микола ГУКОВ, канд. техн. наук.

[1]Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна (Україна)

Ключові слова: інтенсивність руху, склад транспортного потоку, технологї безконтактної ідентифікації.

Вступ

Вже сьогодні набирає актуальності одна зі світових практик – впровадження системи обліку транспортних засобів. Система обліку базується на персональній ідентифікації та обліку кожного транспортного засобу з подальшим узагальненням у відповідній базі даних та створення різних статистичних зрізів. Доцільність впровадження в Україні технологій безконтактної ідентифікації транспортних засобів, які рухаються автомобільними дорогами базується на:

–доступності та поширеності сучасних технологій персоніфікації та ідентифікації транспортних засобів;

–швидкості отримання переліку даних параметрів транспортного потоку, необхідних для: оперативного управління станом дороги шляхом утримання та поточного дрібного ремонту, щорічного планування середніх ремонтів, стратегічного планування та розвитку мережі автомобільних доріг загального користування державного значення, обумовлених діючими нормативами дорожнього господарства;

–полегшенні обліку порушень ПДР та ідентифікації порушників;

–переліку обов’язкових платежів на поточний момент та обов’язкових у перспективі плати за проїзд.

Мета роботи

Дослідження та обґрунтування доцільності впровадження системи безконтактної ідентифікації транспортних засобів, які рухаються автомобільними дорогами загального користування державного значення.

Виклад основного матеріалу дослідження

Серед різноманіття технологій ідентифікації транспортних засобів у світовій практиці найбільш розповсюдженими є системи, що використовують: супутникові, мікрохвильові та радіочастотні технології. Такі системи використовуються для встановлення: пройденої

відстані; часу користування мережею доріг; кількості проїздів; особистості власника; інформації про транспортний засіб; точне місцезнаходження транспортного засобу.

Основним показником, що застосовується в механізмі який працює на основі обліку пройденої відстані є кілометр, який пройшов транспортний засіб мережею доріг. В цьому випадку для фіксації пройденої відстані можливо використовувати спеціальні фіксаційні пристрої різноманітних систем (OBU-пристрій, HU-GO, DARSGO, GO-Maut, тощо), які базуються на супутниковій чи мікрохвильовий технологіях. Але така система потребує встановлення на автомобіль додаткових пристроїв фіксації та передавання інформації про пройдені відстані, крім цього потрібно створити центри обробки інформації та мережу потужних сервісних центрів для встановлення і обслуговування таких пристроїв, що відповідно потребуватиме спеціально навченого персоналу та фінансування.

Окремої уваги заслуговує механізм, що може бути системою обліку кількості проїздів та інформативною візиткою транспортного засобу. Така система може працювати у автоматичному режимі та базується на використанні RFID-мітки (Radio Frequency Identification - радіочастотна ідентифікація). Така мітка не потребує зовнішнього джерела енергії оскільки використовує поле сканера як основний спосіб передачі інформації. Зовнішні мітки дозволяють ідентифікувати транспортний засіб на далекій відстані і є непроникними для злому прозорими мітками, які дозволяють швидко і легко встановлювати на неметалеві зовнішні частини транспортного засобу. Найбільш поширені RFID-мітки мають вигляд прозорих наліпок з мікро схемою. Схожий принцип дії має штрихкод, але якщо на ньому інформація зберігається в графічному вигляді, то на мітку дані заносяться і зчитуються за допомогою радіохвиль.

Загальну вартість системи ідентифікації всіх транспортних засобів зареєстрованих в Україні (без системи персоналізації) для порівняння наведено у табл. 1.

Таблиця 1 – Порівняння капіталовкладень при виборі технології системи безконтактної ідентифікації транспортних засобів

Ч.ч.	Найменування показника	Значення показника		
		Технологія відео ідентифікації WIM	Технологія RAIN RFID	Технологія GNSS
1	2	3	4	5
1	Наявність процесінгового центру	Так	так	так
2	Наявність бортового приладу	Ні	так	так
3	Кількість бортових приладів для моніторингу руху вантажних автомобілів, млн. одиниць	0	1,3	1,3
4	Капіталовкладення в бортові прилади для моніторингу руху вантажних автомобілів, млн. грн.	0	182,0	9100,0
5	Кількість бортових приладів для моніторингу руху всіх транспортних засобів, млн. одиниць	0	8,36	8,36
6	Капіталовкладення в бортові прилади для моніторингу руху всіх транспортних засобів, млн. грн..	0	1170,4	58520,0
7	Необхідність стаціонарного електричного живлення терміналу обміну даними	так	так	ні
8	Необхідність підключення до оптоволоконної мережі Інтернет терміналу обміну даними	так	так	ні
9	Кількість терміналів обміну даними, одиниць	1121	1121	0

10	Капіталовкладення в термінали обміну даними, млн. грн.	538,1	538,1	0
11	Кількість точок спостереження, одиниць	2690	2690	0
12	Капіталовкладення в складові в прилади спостереження, млн. грн.	1980,9	75,32	0
13	Всього капіталовкладень для моніторингу руху вантажних автомобілів, млрд. грн.	2,519	0,7954	9,1
14	Всього капіталовкладень для моніторингу руху всіх транспортних засобів, млрд. грн.	2,519	1,7838	58,52

Наразі в Україні не має чітких та повністю сформованих вимог, що стосувалися б безконтактної ідентифікації транспортних засобів. Поодинокі згадування можна знайти у Постанові Кабінету Міністрів України Про затвердження Порядку проведення обов'язкового технічного контролю та обсягів перевірки технічного стану транспортних засобів, технічного опису та зразка протоколу перевірки технічного стану транспортного засобу від 30.01.2012 р. №137 та у Постанові Кабінету Міністрів України про Правила дорожнього руху від 10.10.2001 р. № 1306.

Перелік необхідних даних параметрів транспортного потоку встановлюється згідно діючих стандартів та нормативних актів в сфері дорожнього господарства:

–ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина 1 Проектування;

–ДБН В.1.2-15:2009 Споруди транспорту. Мости та труби. Навантаження і впливи;

–ВБН В.2.3-218-186-2004 Дорожній одяг нежорсткого типу;

–ДСТУ 8824:2019 Визначення інтенсивності руху та складу транспортного потоку.

Термінали збору даних для обліку руху транспортних потоків – є комплекс програмно-апаратних засобів та будівельних конструкцій, які дозволяють:

– дистанційно, без зупинки руху, ідентифікувати кожний транспортний засіб, який рухається в певному напрямку;

–сповістити в Центр обробки даних про факт проходження конкретного транспортного засобу, через поперечний переріз конкретної лінійної прив'язки конкретної автомобільної дороги, в конкретний час та в конкретному напрямку.

Згідно ДСТУ 8824:2019, пункти обліку необхідно розташовувати в місцях чітко вираженої зміни інтенсивності руху:

— поза межами населених пунктів, на підходах до населених пунктів з населенням понад 20 тис. мешканців, обласних та районних центрів, адміністративних центрів, вантажо- і пасажироутворювальних комплексів;

— у місцях перетину або примикання автомобільних доріг державного значення;

— у місцях перетину з іншими автомобільними дорогами, де очікується зміна загальної інтенсивності руху транспортного потоку або складу парку на 15 % і більше.

Рисунок 1 – Карта-схема автомобільних доріг державного значення та схема терміналів збору даних в межах Тернопільської області.

На рис.1 наведено приклад розміщення терміналів збору даних, де:

– 42 – місцеположення терміналу збору даних;

– 50-81 – місцеположення терміналу збору даних на суміщених ділянках доріг;

– 41 – місцеположення терміналу збору даних на межі областей, статистично віднесений до іншої області.

Зазначену схему розташування терміналів збору даних в межах області сформовано на основі наступних правил:

–кожний термінал має унікальний номер, який починається з дох значної цифри порядкового номеру області;

–розташування та нумерація терміналів збору даних здійснюється у послідовності: М, Н, Р, Т. Тому в межах кожного індексу дороги нумерація формується від меншого номера – до більшого номера та в межах однієї дороги – за напрямком руху;

–якщо автомобільна дорога, за напрямком руху, «приходить» із суміжної області, то на даному перегоні термінал влаштовується на межі областей, статистично відноситься до області, з якої автомобільна дорога «прийшла».

–на сумісних ділянках, термінали статистично відносяться до автомобільної дороги з більш високим індексом;

–якщо на перегоні влаштовані ділянки з різною кількістю смуг руху, то термінал збору даних розташовується у місці з максимальною кількістю смуг;

–якщо довжина перегону ≤ 1 км, термінал збору даних не влаштовується, а його облікова довжина додається до будь-якого суміжного, а характеристики транспортного потоку вважаються рівними характеристикам на перегоні, що об’єднаний.

Висновки

У світовій практиці дуже широко використовуються різноманітні системи безконтактної ідентифікації транспортних засобів, які рухаються автомобільними дорогами загального користування державного значення. Вони вирішують велику кількість

різноманітних проблем від упорядкування трафіку, зняття вартості за проїзд, до виділення місць для паркування та цифрової ідентифікації. Було проведено обґрунтування принципової схеми розташування терміналів збору даних на автомобільних дорогах загального користування державного значення. Запропоновано алгоритм розрахунку різних показників інтенсивності руху та складу транспортного потоку на основі даних, які поступають з терміналів збору даних, а також алгоритму нарахування довжини пройденого шляху автомобілями різних класів вантажопідйомності та колісної формули. Впровадження технологій безконтактної ідентифікації забезпечить можливість збору достовірної та актуальної інформації про склад та інтенсивність руху транспортних потоків при запровадженні системи збору плати за використання автомобільних доріг. Збільшення надходжень до дорожнього фонду сприятиме розвитку та утриманні у належному експлуатаційному стані мережі автомобільних доріг.

Список літератури

1. Постанова Кабінету Міністрів України від 10 жовтня 2001 р. № 1306 «Про Правила дорожнього руху». Зі змінами та доповненнями.
2. ДСТУ 8824:2019 Автомобільні дороги. Визначення інтенсивності руху та складу транспортного потоку
3. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво.
4. СОУ 42.1-37641918-122:2014 Вимоги до комплексу робіт з інформаційного забезпечення. Зміна № 1.

ІНТЕГРАЦІЯ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ В ОБ'ЄДНАНУ ЕНЕРГЕТИЧНУ СИСТЕМУ УКРАЇНИ: ВПЛИВ РЕЖИМІВ ЗАРЯДЖАННЯ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ НА ЕНЕРГОЄМНІСТЬ І ВИКИДИ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ

Наталія ІВАНЕНКО[1], канд.техн.наук

[1]Інститут загальної енергетики НАН України (Україна)

Ключові слова: електричний транспорт, викиди парникових газів, викиди забруднювачів

Вступ

Наразі людство стикнулося з важливими перешкодами для свого подальшого розвитку. По-перше, технологічно досяжні обсяги викопного палива є обмеженими, по-друге, проблема глобального потепління клімату значно загострилася. Впровадження електротранспорту на різних рівнях дозволяє значно знизити нагальність цих проблем. Звичайно електроенергія частково також виробляється за рахунок спалювання органічного палива і відповідно призводить до викидів парникових газів та забруднюючих речовин в атмосферу. Але слід зазначити, що Об'єднана енергетична система України (ОЕС) включає низку джерел енергії, які не супроводжуються спалюванням палива, такі як атомні електростанції, гідроелектростанції, вітрові і сонячні електростанції тощо. В Україні такі джерела енергії виробляють до двох третин від усього обсягу електроенергії.

Обсяги використання електромобілів (ЕМ) у світі швидко зростає [1]. Кількість ЕМ на душу населення (кількість ЕМ на 1000 резидентів) значно коливається. Наприклад, у 2020 р. у Франції цей показник становив 6,5, в Германії – 8,5, у Швеції – 20,6, а в Норвегії – 81. Україна значно відстає від країн ЄС (менше одно ЕМ на тисячу жителів). Враховуючи

Європейський вектор розвитку, передбачається, що кількість ЕМ в Україні теж буде збільшуватися. Для побудови ефективних стратегій розвитку електротранспорту в Україні необхідно провести ґрунтовні дослідження впливу його впровадження на функціонування ОЕС. Досвід інших країн не може стати в нагоді, оскільки ОЕС України має свої національні особливості. Такі дослідження мають бути всебічними, але дана робота сфокусована на аналізі впливу досить специфічної риси електротранспорту. Навантаження на ОЕС від його впровадження можливо регулювати на протязі доби в залежності від режимів заряджання. Керувати режимами можна шляхом запровадження тих чи інших регуляторних та/або стимулюючих заходів на національному та/або місцевому рівнях.

Мета роботи

Мета даної роботи полягала у дослідженні впливу впровадження електротранспорту на функціонування ОЕС України, обсяги спалюваного палива, а також викиди парникових газів (ПГ) і забруднюючих речовин.

Виклад основного матеріалу дослідження

Дослідження проводилося шляхом проведення низки розрахунків параметрів функціонування ОЕС для різних режимів заряджання електротранспорту за припущення, що кількість ЕМ в Україні збільшиться в п’ять разів. Для розрахунків був використаний інформаційно-програмний комплекс, розроблений в Інституті загальної енергетики НАН України [2-4]. Цей комплекс містить інформацію про всі блоки генерації в ОЕС України (види генерації, потужності, технічні характеристики тощо). Занесені дані щодо обсягів споживання, параметрів роботи гідроелектростанцій, а також вітрових і сонячних електростанцій за 2018 р., оскільки саме для цього року доступні дизагрегована погодинна інформація.

Було розглянуто три режими заряджання електротранспорту: стандартний, рівномірний та нічний (рисунок 1).

Рисунок 1. Режими заряджання електротранспорту

Результати розрахунків розподілу об’єктів генерації ОЕС за різних режимів заряджання електротранспорту в липні наведені на рис. 2.

Рисунок 2. Структура ОЕС для різних режимів заряджання електротранспорту в липні

Рисунок 2 свідчить про те, що розподіл джерел генерації значно відрізняється в залежності від режимів заряджання. Значне збільшення частки АЕС призводить до зменшення обсягів спалювання органічного палива і відповідно до зниження викидів ПГ і забруднювачів (Таблиця1).

Таблиця 1. Обсяги спалювання палива і викиди в липні

	Стандартний	Рівномірний	Нічний
Обсяги палива, тис. туп	1063,81	1106,23	927,47
Викиди CO_2, тис. т	2673,76	2781,49	2304,62
Викиди SO_2, тис. т	7,26	7,55	6,14
Викиди NOx, тис. т	1,61	1,67	1,42
Викиди пилу, тис. т	0,38	0,40	0,32

Таким чином, використання нічного режиму заряджання електротранспорту дозволяє знизити обсяги спалювання органічного палива і викиди ПГ та забруднювачів приблизно на 15%. При цьому було розраховано роботу ОЕС для всього обсягу споживання в Україні.

Зрозуміло, що нічний режим у повному сенсі досягти практично неможливо, але результати досліджень свідчать, що доцільно максимально до нього наближатися.

Висновки

1. Впровадження електротранспорту на різних рівнях дозволяє значно знизити обсяги споживання органічного палива в ОЕС України, а також відповідні викиди парникових газів і забруднюючих речовин. Для побудови дієвих і ефективних стратегій розвитку електротранспорту в Україні необхідно дослідити його вплив на функціонування ОЕС. Навантаження на ОЕС від його впровадження можливо регулювати на протязі доби в залежності від режимів заряджання. Керувати режимами можна шляхом запровадження тих чи інших регуляторних та/або стимулюючих заходів на національному та/або місцевому рівнях.

2. Було проведено низку розрахунків функціонування ОЕС для різних режимів заряджання електротранспорту: стандартного, рівномірного та нічного. Використання нічного режиму заряджання електротранспорту дозволяє знизити обсяги спалювання органічного палива і викиди ПГ та забруднювачів приблизно на 15%. При цьому було розраховано роботу ОЕС для всього обсягу споживання в Україні. Зрозуміло, що нічний режим у повному сенсі досягти практично неможливо, але результати досліджень свідчать, що доцільно максимально до нього наближатися.

Список літератури

1. Statista database. https://www.statista.com/statistics/1256609/electric-cars-per-population-worldwide
2. Шульженко С.В. Урахування режимів експлуатації двокорпусних енергоблоків ТЕС у моделі математичного програмування оптимального завантаження електростанцій енергосистеми. Інституту загальної енергетики НАН України, Проблеми загальної енергетики, 2021, Вип. 3(66), с. 4–13, doi.org/10.15407/pge2021.03.004
3. Shulzhenko S., Turutiukov O., Bilenko M. Mixed integer linear programming dispatch model for power system of Ukraine with large share of baseload nuclear and variable renewables 2020 IEEE 7th International Conference on Energy Smart Systems (ESS). pp. 363-368
4. Шульженко С.В., Тюрютіков А.І., Іваненко Н.П. Модель математичного програмування з цілочисельними змінними визначення оптимального складу та завантаження енергоблоків теплових електростанцій та гідроагрегатів гідроакумулюючих електростанцій при покритті добового графіка електричних навантажень енергосистеми України. Проблеми загальної енергетики, 2020, Вип. 1(60), с. 14-23, doi.org/10.15407/pge2020.01.014

ON TAKING INTO ACCOUNT THE INFLUENCE OF FUZZY PERCEPTION OF THE SPEED OF THE PASSAGE OF TIME ON THE SOLUTION OF OPTIMIZATION PLANNING PROBLEMS

Євген ІВОХІН[1], д.ф.-м.н., Валерій ГАВРИЛЕНКО[1], д.ф.-м.н., проф., Катерина ІВОХІНА[1], PhD студент

[1] Національний транспортний університет (Україна)

Ключові слова: logistics problem, time passage formalization, fuzzy triangle numbers, fuzzy optimal tasks

Introduction

The behavior of people significantly depends on their emotional state. Emotions in human organisms perform the function of a local control criterion, set by some objective function, depending on specific factors influencing emotions. Emotions can “trigger” behavior corresponding to a particular situation, which is not necessarily optimal, but allows avoiding (perhaps with losses) significant consequences of exceeding some important (for example, temporal) resource [1].

On the other hand, it should be noted that the goal of building and developing set-theoretic approaches in the field of modeling human behavior has always been the desire to adapt mathematical models to real life, to be able to organically combine the potential of computational methods with the specifics of human thinking [2]. Such tasks are typical for the implementation of artificial intelligence methods and algorithms, for the development of decision support tools, for solving resource allocation problems taking into account the influence of the human factor, and the like.

As mentioned above, one of the important resources considered in processes involving a person is time. The concept of the magnitude of the time interval is necessary to describe the time intervals, the exact limits of which in this case may not be known until a specific state of the process occurs. As a consequence, each period of time is determined by some interval, the boundaries of which are currently not defined, but can be described approximately taking into account the characteristics of the flow of time. This is possible provided that information about the boundaries of the guaranteed placement of a given interval on the time scale is considered available, and the boundaries of the interval can be specified over time. The measurement of time intervals

can also be represented in the form of linguistic terms that determine the speed of the time resource, for example, a quick response, a normal time count or a long wait. Accordingly, when solving problems in which there is a need to implement verbal terms to describe the time reference, one should take into account the uneven flow of time. It is also obvious that the perception of the rate of time reference in various processes involving a person is significantly influenced by emotions.

One of the approaches for formalizing the representation of time intervals that determine different rates of time counting is the construction of time interval boundaries of two types: exact and guaranteed, for which special predicates are used [3]. In [4], an attempt was made to describe the flow of time in the form of fuzzy quantities of a special type. The representation of fuzzy terms is determined using specific membership functions of some fuzzy numbers, which are built on the basis of a body of knowledge obtained from the repository or on the basis of the results of expert information processing.

Purpose of the study

Among the tasks in which, in order to find an optimal or effective solution, it is necessary to take into account the factors influencing the emotional state of a person, and, as a result, the rate of perception of the time reference, it is necessary to single out the tasks of resource allocation, scheduling, planning, etc. In this paper, we propose to consider further detailing the methodology for formalizing the process of time flow based on fuzzy numbers and its application in solving individual fuzzy optimization problems of time distribution, taking into account the uncertainty associated with the influence of non-uniform rates of time counting.

Main materials

Definition 1[5]. A fuzzy set $\widetilde{A}$ in the universal space X is a collection of pairs of the form $\{(x, \mu_{\widetilde{A}}(x))\}$, where $x \in X$, $\mu_{\widetilde{A}}(x): X \to [0,1]$ is the membership function of the fuzzy set $\widetilde{A}$.

The value of the membership function $\mu_{\widetilde{A}}(x)$ for an arbitrary element $x \in X$ determines the degree of membership x to the fuzzy set $\widetilde{A}$. If a subset of real numbers $X \subseteq R^1$ is considered as a universal space X, the fuzzy set $\widetilde{A}$ contains a collection of pairs composed of two scalar values $x \in R^1$ and $\mu_{\widetilde{A}}(x)$.

Definition 2. [6] A fuzzy triangular number $\widetilde{b}$ is an ordered triple of numbers $\widetilde{b} = \{(a,b,c)\}$, $a \le b \le c$, for which the membership function $\mu_{\widetilde{b}}(x)$ of the form is defined:

$$\mu_{\widetilde{b}}(x) = \frac{x-a}{b-a}, x \in [a,b]; \quad \mu_{\widetilde{b}}(x) = \frac{c-x}{c-b}, x \in [b,c]; \qquad \mu_{\widetilde{b}}(x) = 0, x \notin [a,c]. \tag{1}$$

A fuzzy triangular number of the form *(a, b, b)*, called a left fuzzy triangular number [6], is determined by the membership function of the form

$$\mu_{\widetilde{A}}(x) = 0, x < a; \quad \mu_{\widetilde{A}}(x) = \frac{x-a}{b-a}, x \in [a,b]; \mu_{\widetilde{A}}(x) = 1, x > b, \tag{2}$$

and the fuzzy triangular number of the form *(b, b, c)*, called the right fuzzy triangular number, is the membership function

$$\mu_{\widetilde{A}}(x) = 1, x < b; \mu_{\widetilde{A}}(x) = \frac{c-x}{c-b}, x \in [b,c]; \ \mu_{\widetilde{A}}(x) = 0, x > c. \tag{3}$$

For a fuzzy number $\widetilde{b}$, the support $\text{supp}\ \widetilde{b} = \{x \in X : \mu_{\widetilde{b}}(x) > 0\}$ is an interval [6]. In this case, for a fuzzy triangular number $\widetilde{b} = (a,b,c)$, the support will be an interval (a,c), for a right fuzzy triangular number - an interval $[b,c)$, for a left fuzzy triangular number - an interval $(a,b]$.

Over fuzzy sets, all operations are defined that are characteristic of the traditional theory of exact sets, but, of course, with their own specifics, given by the very essence of fuzzy sets. Operations of intersection, union, complement and others for fuzzy sets are determined by known relations [5], but cannot fully provide a number of useful properties of fuzzy numbers that generalize and extend operations with ordinary (crisp) numbers.

Let us consider the problem of formalizing the influence of the subjective perception of the time reference in processes involving a person using the example of mathematical programming problems with parametric uncertainty.

Recall a typical formulation of a linear programming problem. Suppose that within the framework of a certain production process, it is planned to release various products in the amount of $x_1,...,x_n$. Denote by c_j the expected profit per unit of sold products of the type $j, j=\overline{1,n}$. For the production of any products are used the resources $b_1,...,b_m$ - the production capacities of the company, and the unit costs of the *i*-th resource $i=\overline{1,m}$, in the production of a unit of output of type *j*, $j=\overline{1,n}$ are a_{ij} units. It is necessary to find such a rational plan for the production of products of each type that provides the maximum profit for the manufacturer. The mathematical model of this problem with fixed known values of the parameters c_j, a_{ij}, $j=\overline{1,n}$, $i=\overline{1,m}$, is similar to the standard linear programming problem of the form [7]:

$$\max \sum_{j=1}^{n} c_j x_j \tag{4}$$

with constraints

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \le b_i , \quad i=\overline{1,m}, \tag{5}$$

$x \ge 0; x \in R^n$.

If the set of feasible solutions defined by the system of constraints is complete or enumerated, then we obtain a class of discrete linear programming problems [7], which includes a Boolean programming problem of the form (4), (5) with additional constraints on variables in the form $x_j = \{0,1\}$, $j=\overline{1,n}$.

One of the most well-known problems of Boolean programming is the knapsack problem, the content of which is the optimal placement of a set of a given number of objects in a knapsack of a given capacity, provided that two parameters are given for each of them - volume and value.

Suppose that V is the volume of the knapsack, each of the *n* items has a volume v_j and value c_j, $j=\overline{1,n}$, and all characteristics are given by positive numbers. One of the deliverables of the knapsack problem is to determine the set of items placed in the knapsack, the total value of which is maximum, taking into account the constraint on the size of the knapsack [7], which is written as:

$$\max \sum_{j=1}^{n} c_j x_j \tag{6}$$

$$\sum_{j=1}^{n} v_j x_j \le V , \tag{7}$$

where $x_j = \{0,1\}$, $j = \overline{1,n}$.

In practice, the parameters of optimization problems are often not known, or only intervals of possible values can be determined for them. Problems of this type are called problems with multivalued coefficients. In this case, the specification and refinement of the parameters of mathematical models is possible based on the description of the coefficients in the form of fuzzy numbers. Additional information is introduced into the model by means of membership functions of fuzzy values. These functions can be considered as a way for an expert to approximate an informal representation of the real value of a particular parameter. The value of membership functions is the weight coefficients that experts assign to different possible values of each parameter of the problem.

Let us consider the formalization of such a refinement using the example of setting a general fuzzy mathematical programming problem [8], similar to a similar standard linear programming problem of the form (4), (5). In this case, it is considered that a linear objective function of the form

$$\sum_{j=1}^{n} \tilde{c}_j x_j \to \max, \tag{8}$$

in which the values of the coefficients $\tilde{c}_j$ are presented in the form of fuzzy numbers and the constraint is given $\sum_{j=1}^{n} \tilde{a}_{ij} x_j \le \tilde{b}_i$, $i = \overline{1,m}$, $x_j \ge 0$, $j = \overline{1,n}$, where the values of the coefficients $\tilde{a}_{ij}$, $\tilde{b}_i$ are also described in the form of the corresponding fuzzy numbers. It is necessary to make a rational choice of a solution $x \in R^n$, that, in a certain sense, maximizes the given fuzzy linear form (8).

The general formulation of the fuzzy optimization problem makes it possible to determine its individual variants, which are characterized by the presence of uncertainty only in part of the parameters. In the case of a fuzzy problem of linear mathematical programming with fuzzy technological coefficients, we obtain the problem of optimizing the objective function (7) under the condition

$$\sum_{j=1}^{n} \tilde{a}_{ij} x_j \le b_i, \; i = \overline{1,m}, \tag{9}$$
$$x \ge 0; \; x \in R^n.$$

Here $\tilde{a}_{ij}, i = \overline{1,m}, j = \overline{1,n}$, are technological coefficients of the problem, given in the form of right fuzzy numbers $(a_{ij}, a_{ij}, a_{ij} + d_{ij}), i = \overline{1,m}, j = \overline{1,n}$, with membership functions:

$$\mu_{a_{ij}}(s) = \begin{cases} 1, & s = a_{ij}, \\ (a_{ij} + d_{ij} - s)/d_{ij}, & a_{ij} < s < a_{ij} + d_{ij}, \; i = \overline{1,m} \; j = \overline{1,n}, \\ 0, & s \ge a_{ij} + d_{ij} \; ma \; s < a_{ij}, \end{cases} \tag{10}$$

where $d_{ij} > 0$, $i = \overline{1,m}$ $j = \overline{1,n}$.

To find solutions to the fuzzy problem (4), (9)-(10), it is necessary to carry out its defuzzification. To do this, we calculate the optimal values of the levels of the objective function (1) Z_l and Z_u by solving two linear programming problems [7]

$$Z_l = \max_x \sum_{j=1}^{n} c_j x_j \,;\ \sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \le b_i \,,\ i = \overline{1,m}\ x \ge 0;\ x \in R^n \,, \tag{11}$$

and

$$Z_u = \max_x \sum_{j=1}^{n} c_j x_j \,;\ \sum_{j=1}^{n} (a_{ij} + d_{ij}) x_j \le b_i \,,\ i = \overline{1,m}\ x \ge 0;\ x \in R^n \,. \tag{12}$$

Assuming that both problems have a solution, we obtain that the optimal value of the objective function (4) will lie between the values Z_l and Z_u and when placing technological coefficients between the values a_{ij} and $a_{ij} + d_{ij}$, $i = \overline{1,m}$, $j = \overline{1,n}$.

Let $L = \min(Z_l, Z_u)$, $U = \max(Z_l, Z_u)$. The calculated values L and U will be, respectively, the lower and upper limits of the optimal values of the objective function.

Using the definition of a fuzzy solution as understood by Bellman-Zadeh [6], we rewrite the fuzzy linear programming problem (4), (9)-(10) in the form of a crisp optimization problem

$$\begin{gathered} \max_x \lambda \\ \sum_{j=1}^{n} c_j x_j + \lambda(U - L) \le U,\ \sum_{j=1}^{n} (a_{ij} + \lambda d_{ij}) x_j \le b_i,\ i = \overline{1,m}, \\ x \ge 0,\ 0 \le \lambda \le 1. \end{gathered} \tag{13}$$

It is necessary to designate that the subdivision of the problem (13) is to take care of the production λx_j, $j = \overline{1,n}$, , and that is not ocular. In this way, in order to solve the problem (13), it is necessary to develop methods that are recognized for the search for the solution of non-broad optimization problems.

The fuzzy problem about the knapsack as a way to find the optimal distribution of the clock resource with the fuzzy terms of the implementation (implementation).

One of the most important optimization tasks, which allows fuzzy formulation on the basis of fuzzy technological coefficients, is the task of distributing the hourly resource, which can be formalized in a look at the tasks about the knapsack.

Let's assume that it is necessary to complete N tasks Z_i, $i = \overline{1,N}$, each of which are characterized by a time of performance T_i, $i = \overline{1,N}$. It is possible that for switching from the one task to another, a necessary time interval (time of changeover) π_{ij}, $i = \overline{1,N}$, $j = \overline{1,N}$, $i \ne j$. It is important that the performance of tasks is carried out by one performer, and the time for performance of all tasks is surrounded by a certain value $\overline{T}$, $\sum_{i=1}^{N} T_i \ge \overline{T}$.

Let the variance of the skin problem be assessed according to the number of balls B_i, $i = \overline{1,N}$. For the purpose of working to achieve the highest possible score for the mind, so that the intervals of an hour for reworking the job are not insured, we can formulate the task of the most efficient hourly resource for looking at the task of a knapsack

$$W = \sum_{i=1}^{N} B_i x_i \to \max \,, \tag{14}$$

$$\sum_{i=1}^{N} T_i x_i \le \overline{T}\ , \quad i=\overline{1,N}\ ,\ x_i \in \{0,1\}\ . \tag{15}$$

Here $x_i \in \{0,1\}$, $i=\overline{1,N}$, - boolean variables whose single values correspond to the performance of the task, and zero - its non-performance.

For the formalization of the fuzzy problem, we will take into account the time resource, that the terms of completion tasks are only approximate. Let's write down the parameters of the hour, which is necessary for the work to be carried out at the sight of fuzzy triangle numbers $\tilde{T}_i = (T_i, T_i, T_i + \Delta_i)$, $i=\overline{1,N}$, де $\Delta_i \ge 0$, $i=\overline{1,N}$, - allowable delays in work carried out, depending on the conditions of the task.

Similarly, the fuzzy problem of the most efficient choice of the hourly resource can be written down in a seemingly fuzzy task about a knapsack with an objective function (15) and formally written down as an exchange

$$\sum_{i=1}^{N} \tilde{T}_i x_i \le \overline{T}\ ,\ x_i \in \{0,1\}\ ,\ i=\overline{1,N}\ , \tag{16}$$

with fuzzy defined terms, the calculation of fuzzy numbers (interpretation of unevenness (16) transfers, so that the addition of that pairing of fuzzy numbers is carried out according to the given rules for fuzzy quantities [5]).

The problem is formulated as a problem of mathematical programming with fuzzy technological coefficients. The best sum score is assigned to the value $w^o = W(x^0, \lambda^0)$ of goal function (14) on the optimal fuzzy solution (x^0, λ^0) of the optimization problem (13).

If you want to pay an hour for a changeover when switching from one job to another, the order of work becomes important. It is necessary to bring to the point of necessity the development of combinatorial optimization methods. The solution to the problem of optimal timing $\overline{T}$ will be the permutation of task numbers $p = (p_1, ..., p_m)$, $m \le N$, $p_i \in \overline{1,N}$, $i=\overline{1,m}$, as it determines the sequence of the task to work and as a solution to the problem of optimization, similar to (14), (16):

$$W = \sum_{i=1}^{m} B_{p_i} y_{p_i} \to \max\ , \tag{17}$$

$$\sum_{i=1}^{N} \sum_{\substack{j=1 \\ j \ne i}}^{N} (\tilde{T}_i + \pi_{ij}) x_{ij} \le \overline{T}\ , \tag{18}$$

where $x_{ij} \in \{0,1\}$ - variables characterizing the order of work execution (with a single value, work i is performed immediately before work j, in other cases - 0), $i, j = \overline{1,N}, i \ne j$, $y_i = \begin{cases} 1, if\ x_{ij} = 1, \\ 0, otherwise, \end{cases}$, $i=\overline{1,m}$.

It is also clear that the formulation of the task of distributing a time resource with fuzzy deadlines is associated not only with the impossibility of estimating the time of work, but also with an attempt to take into account the influence of subjective factors of perception of the time count on the speed of task completion.

For such minds, it was understood that the result of the "quick" task completion is the rest of the time, which can be further used to solve other tasks, nd the "slow" execution, on the contrary,

leads to a shortage of time, the coverage of which must be carried out at the expense of time resources allocated for the execution of further tasks. Such a correction of the execution time can lead to a change in the solutions obtained in solving optimization problems: a task that is not included in the original plan may be attached to the list, or there will not be enough time from the available actual resource $\overline{T}$ to complete the entire plan obtained.

To simulate and demonstrate the influence of time dynamics on the solution of the problem of optimal use of time $\overline{T}$, a number of numerical experiments were carried out. Formalization of the fuzzy assessment was carried out according to a simplified scheme. The result of the execution or failure of the current task was modeled randomly. At the same time, the fulfillment of the task "slowed down" the rate of decrease in the hour, and the failure to fulfill it, on the contrary, "accelerated" it. The change in speed during the calculation process was fixed as a modification of the time $\overline{T}$ allocated for the execution of all tasks: the value increased in proportion to the time of the current task completed (the effect of slowing down the rate of time flow) and decreased - if the current task was not completed (the effect of acceleration).

The results of numerical distributions of the time resource are obtained when performing a set of tasks for the case of fuzzy terms for their implementation [9].

A similar fuzzy traveling salesman problem is formulated, in which the time parameters of movement between cities are given as right fuzzy numbers, the support value in which depends on various external conditions and factors.

Conclusions

The article presents a constructive method for constructing a fuzzy set that describes changes in the speed (rate) of the passage of time. To formalize the fuzzy estimate of the time reference, the concept of triangular fuzzy numbers with a linear membership function is used. The approach is logically and mathematically justified. Optimization problems are formulated and investigated that operate with a time resource, the solution of which depends on taking into account the speed of counting time. The application of this approach allows us to solve practical problems of time resource allocation, taking into account the impact of the performance or non-performance of individual tasks on the search for effective solutions to problems.

Literature

1. Голицын Г.А. Информация - поведение – творчество / Г.А. Голицын, В.М. Петров. - М: Наука, 1991. – 223 с .
2. Golitsyn G.A. Information and Creation: Integrating the «Two Cultures»/ G.A. Golitsyn, V.M.Petrov. - Basel; Boston; Berlin: Birkhauser Verlag, 1995. – 186с.
3. Разин В.В. Представление знаний о времени с учётом неопределённости в онтологиях Semantic Web / В.В. Разин, А.Ф. Тузовский // Управление, вычислительная техника и информатика. Доклады ТУСУРа. – 2013. - №2 (28). – С. 157-162.
4. Ивохин Е.В. О подходе к построению структурированных нечетких множеств и их использовании для описания нечеткого отсчета времени/ Е.В.Ивохин, М.Ф.Махно // Проблемы управления и информатики. – 2017. – №5. – С.147-156.
5. Орловский С.А. Проблемы принятия решения при нечеткой исходной информации / С.А.Орловский. – М.: Наука, 1981. – 206с.
6. Bablu Jana, Tapan Kumar Roy. Multi-Objective Fuzzy Linear Programming and Its Application in Transportation Model/ J.Bablu, K.R.Tapan // Tamsui Oxford Journal of Mathematical Sciences. – 2005. – V.21. – No.2. – P.243-268.
7. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій / Ю.П.Зайченко. – К.: «Слово», 2006. – 815 с.
8. Zimmermman, H. J. Application of Fuzzy Set Theory To Mathematical Programming/ H. J. Zimmermman. // Information Sciences, 1985. – 36. – P. 25-58.

9. Ivohin E.V. Formalization of Influence Processes of Fuzzy Time Flow on the Solution to Time Resource Distribution Problems/ E.V.Ivohin // Cybernetics and Systems Analysis, 2021. – V.57. – Iss. 3. – 363-373.

МІСЦЕ ПОЗИЦІОНУВАННЯ ТА МОНІТОРИНГУ У ПІДВИЩЕННІ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Арсен КЛОЧАН[1], ас., Валентина ЗАВАРЗІНА[1], студентка, Павло ГОНЧАР[1], студент

[1]Національний транспортний університет (Україна)

Ключові слова: автомобільний транспорт, безпека дорожнього руху, дорожньо-транспортна система, моніторинг, позиціонування, положення в просторі, просторове положення.

Вступ

Під безпекою дорожнього руху розуміють такий його стан, який спрямований на забезпечення захисту та збереження життя та здоров'я активних і пасивних його учасників, а також на захист і збереження майна та довкілля. Рівень безпеки дорожнього руху залежить від стану дорожньо-транспортної системи (ДТС), стан якої, в свою чергу, залежить від стану її компонентів та інтерфейсів їх взаємодії. Виділяють чотири основні компоненти ДТС: середовище ДТС, суб'єкт ДТС, об'єкт ДТС, процедури ДТС та двохсторонні інтерфейси їх взаємодії: «Середовище – Суб'єкт», «Середовище - Об'єкт», «Середовище - Процедури», «Суб'єкт - Об'єкт», «Суб'єкт - Процедури», «Об'єкт - Процедури».

Під середовищем ДТС розглядається природне та антропогенне середовище, в якому відбувається дорожній рух. Під суб'єктами ДТС розглядаються активні учасники дорожнього руху – водії транспортних засобів та пішоходи. Під об'єктами ДТС розглядаються транспортні засоби, які беруть участь в дорожньому русі. Під процедурами ДТС розглядаються правила та інтерфейси взаємодії суб'єктів та об'єктів дорожнього руху. На стан середовища ДТС впливає рівень облаштованості дорожньо-транспортної мережі та транспортних засобів до умов експлуатації. На стан суб'єкту ДТС впливають психосоціальні, психологічні, фізіологічні та фізичні фактори. На стан об'єктів ДТС впливає технічний стан його систем та компонентів, його пристосованість до умов експлуатації, а також рівень його облаштованості сучасними системами контролю параметрів роботи. На стан процедур ДТС впливає рівень їх доступності, несуперечливості, інтуїтивності та відпрацьованості.

Інтерфейс «Середовище – Суб'єкт» визначає процес отримання суб'єктом ДТС інформації про стан дорожньо-транспортної мережі та вплив суб'єктів ДТС на середовище руху. Інтерфейс «Середовище - Об'єкт» визначає вплив середовища ДТС на характеристики та стан об'єктів ДТС та вплив стану об'єктів ДТС на загальний стан середовища ДТС. Інтерфейс «Середовище - Процедури» визначає вплив середовища ДТС на процедури керування транспортними засобами та вплив процедур ДТС на антропогенне середовище. Інтерфейс «Суб'єкт - Об'єкт» визначає процеси керування транспортним засобом та процеси отримання суб'єктом ДТС інформації про параметри роботи систем транспортного засобу. Інтерфейс «Суб'єкт - Процедури» визначає вплив діяльності суб'єкту ДТС на процедури ДТС та процедури виконання суб'єктом ДТС своїх функцій. Інтерфейс «Об'єкт - Процедури» визначає вплив стану об'єкту ДТС на процедури ДТС та процедури керування транспортним засобом. На стан інтерфейсів взаємодії компонентів ДТС впливають характеристики процесів їх взаємодії: експлуатаційно-технічні та ергономічні характеристики об'єктів та

середовища ДТС, доступність процедур управління транспортними засобами в різних експлуатаційних умовах та інші.

Незважаючи на вдосконалення дорожньо-транспортної мережі, підвищення надійності автотранспортних засобів (АТЗ), впровадження систем підтримки прийняття рішень та автоматизації процесів керування АТЗ, щороку в результаті дорожньо-транспортних пригод (ДТП) в Європейському регіоні гине понад 80 тисяч людей та понад 1 мільйон людей в світі [1]. Таким чином, питання дослідження напрямків підвищення безпеки руху є актуальним. Актуальність розгляду питання дослідження місця позиціонування та моніторингу у підвищенні безпеки дорожнього руху обґрунтовується необхідністю вирішення проблеми визначення відносного просторового положення учасників дорожнього руху з метою попередження виникнення ситуації просторово-часового перетину траєкторій їх руху та надання відповідних рекомендацій щодо уникнення таких ситуацій.

Серед основних напрямків підвищення безпеки дорожнього руху можна виділити наступні – підвищення безпеки доріг та дорожньої інфраструктури, підвищення безпеки АТЗ, забезпечення безпечної поведінки учасників дорожнього руху та інші. Підвищення безпеки дорожнього руху завдяки позиціонування та моніторингу складають окремий напрямок, який на даний момент не має широкого застосування. До існуючих систем, які реалізують даний напрямок можна віднести застосування GPS-систем та далекомірів в поєднанні з бортовими комп'ютерами. При цьому відбувається визначення лише положення АТЗ без врахування напрямку вектору його руху та не забезпечується формування сигналів доуправління для попередження та уникнення ДТП. Таким чином, невирішеним залишається питання значення визначення взаємного просторового положення учасників дорожнього руху та здійснення процесів позиціонування та моніторингу на АТ для забезпечення підвищення безпеки дорожнього руху, вирішенню яких і присвячуються дана робота.

Мета роботи полягає в обґрунтуванні необхідності визначення взаємного просторового положення учасників дорожнього руху з метою підвищення безпеки дорожнього руху, визначенні понять позиціонування та моніторингу на автомобільному транспорті (АТ), а також в визначенні місця процесів позиціонування та моніторингу на АТ для забезпечення підвищення безпеки дорожнього руху.

Виклад основного матеріалу дослідження

У відповідності до звітів Директорату з безпеки на транспорті по аналізу аварійності на транспорті України [2], [3] АТ характеризується найвищим рівнем аварійності. При цьому за останні роки спостерігається незначне зменшення як кількості самих аварійних подій, так і кількості загиблих та травмованих. У відповідності до звіту Державної служби України з безпеки на транспорті по аналізу стану безпеки руху та аварійності на наземному транспорті, основними причинами виникнення ДТП є порушення правил маневрування, недотримання безпечної дистанції та інтервалів руху та перевищення безпечної швидкості руху, а основними видами ДТП – попутне та бокове зіткнення. Основними передумовами до виникнення зазначених причин виникнення ДТП є неправильне визначення взаємного просторового положення транспортних засобів відносно елементів дорожньо-транспортної інфраструктури та один відносно одного, а також неврахування параметрів їх взаємного руху. Однією з основних причин зустрічного, бокового та попутного зіткнення є просторово-часовий перетин траєкторій руху АТЗ, зумовлений недостатньою точністю визначення взаємного просторового положення транспортних засобів та параметрів їх взаємного руху.

Одним з основних напрямків підвищення безпеки руху на АТ має стати розробка та впровадження системи попередження про зіткнення, робота якої має ґрунтуватись на визначенні відносного просторового положення об'єктів та параметрів їх відносного руху. Розробка зазначеної системи передбачає виконання наступних кроків: розробити новий або вдосконалити існуючий підхід до визначення параметрів відносного просторового положення об'єктів з високою точністю та чутливістю; забезпечити високу достовірність інформації про відносне просторове положення об'єктів, яка надходитиме в систему підтримки прийняття рішення; розробити алгоритм визначення оптимальних траєкторій руху

транспортних засобів для попередження виникнення та уникнення ДТП; розробити систему підтримки прийняття рішення; та виконання інших кроків.

Робота зазначеної системи попередження про зіткнення тісно пов'язана з процесами позиціонування та моніторингу. Під позиціонуванням розуміють процес визначення положення об'єкту відносно визначеної системи координат. При цьому, процес позиціонування включає визначення положення центру мас об'єкту в визначеній системі координат та визначення положення осей зв'язаної системи координат об'єкту відносно відповідних осей визначеної системи координат. Під моніторингом розуміють процес систематичного або безперервного контролю якісних чи кількісних показників, які характеризують певний об'єкт з метою запобігання виникнення критичної або небезпечної ситуації. Під позиціонуванням на АТ будемо розуміти процес визначення параметрів положення транспортних засобів відносно елементів транспортної інфраструктури та відносно інших транспортних засобів з врахуванням їхнього просторового положення. Під моніторингом на АТ будемо розуміти процес систематичного контролю зміни характеристик руху АТЗ та параметрів їх відносного руху з метою попередження виникнення ДТП.

При визначенні положення та параметрів руху об'єктів в три-координатному просторі розглядають три лінійних та три кутових степенів свободи, які визначають лінійні та кутові параметри положення та руху. Лінійні степені свободи визначають рух центру мас об'єкту, а кутові – його рух відносно власного центру мас. Визначення лінійних параметрів положення застосовуються в процесі навігації, а кутових – в процесі управління. Визначення лінійно-кутових параметрів положення АТЗ, тобто його позиціонування, дозволяє визначати відстань до точки зіткнення. Визначення динаміки зміни лінійно-кутових параметрів положення АТЗ, тобто моніторинг, дозволяє визначити час руху до точки зіткнення. Позиціонування та моніторинг на АТ з врахуванням технічних обмежень АТЗ на динаміку зміни параметрів свого руху дозволяє завчасно сформувати сигнали доуправління з метою попередження та уникнення ДТП.

Висновки

В роботі було показано, що основною причиною виникнення ДТП є просторово-часовий перетин траєкторії рух АТЗ, а основною передумовою виникнення ДТП - неправильне визначення взаємного просторового положення транспортних засобів відносно елементів дорожньо-транспортної інфраструктури та один відносно одного. Для підвищення безпеки руху на АТ в роботі було запропоновано розробку та впровадження системи попередження про зіткнення, робота якої ґрунтується на проведенні процесів позиціонування та моніторингу. В роботі було визначено, що під позиціонуванням на АТ розуміють процес визначення положення в просторі та просторового положення АТЗ відносно інших учасників дорожнього руху та елементів дорожньо-транспортної мережі, а під моніторингом – процес систематичного контролю параметрів положення та руху АТЗ з метою попередження виникнення ДТП. Також в роботі було показано, що позиціонування на АТ дозволяє визначити відносне положення АТЗ та запас відстані до точки умовного перетину траєкторій руху та точки ДТП, а моніторинг на АТ дозволяє визначити параметри руху АТЗ та запас часу руху до точки умовного перетину траєкторії руху та точки ДТП. Проведення позиціонування та моніторингу на АТ, також, дозволяє сформувати сигнали доуправління з метою попередження та уникнення ДТП, які можуть надходити в систему автоматичного управління чи через систему підтримки прийняття рішення надходити водієві.

Результатом розгляду питання підвищення безпеки руху на АТ має стати розробка та впровадження системи попередження про зіткнення. А перспективним напрямком подальших досліджень у даному напрямку є розробка підходу до визначення параметрів відносного просторового положення об'єктів з високою точністю та чутливістю.

Список літератури

1. Доклад о состоянии безопасности дорожного движения в Европейськом регионе ВОЗ 2019. [Електронний ресурс]. Режим доступу:

https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/ 10665/333758/9789285055154-rus.pdf. Дата звернення Жов. 27, 2022.

2. Аналіз аварійності на транспорті України за 2018-2019 рр. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://mtu.gov.ua/files/bezpeka/Стан%20аварійності%20на%20транспорті%20%20за%202019%20рік.pdf. Дата звернення Жов. 27, 2022.

3. Аналіз аварійності на транспорті України за 2020 рік. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://mtu.gov.ua/files/bezpeka/Аналіз%20аварійності%20на%20транспорті%20України%20за%202020%20рік.pdf. Дата звернення Жов. 27, 2022.

4. Аналіз стану безпеки руху та аварійності на наземному транспорті за 2021 рік. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://dsbt.gov.ua/sites/default/files/imce/Bezpeka_DTP/2022/analiz_avariynosti_2021.pdf. Дата звернення Жов. 27, 2022.

КООРДИНАЦІЯ ДІЙ УЧАСНИКІВ ДОРОЖНЬОГО РУХУ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЙОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ

Олександр ЛАНОВИЙ[1], д-р техн. наук, професор

[1]Національний транспортний університет (Україна)

Ключові слова: транспортний шлях, транспортна маса, транспортний час, транспортна робота, транспортна продуктивність, тріада дорожнього руху, супротив руху. координація дій учасників дорожнього руху

Вступ

На відміну від попередніх досліджень, що базувалися на вивченні витратних механізмів оцінки дорожніх умов і транспортних потоків, що рухаються автомобільними дорогами, а також знань, отриманих щодо забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху, що ґрунтувалися на визначенні вигод від роботи автомобільних доріг на макро- та мікрорівні їх функціонування [1], у цьому дослідженні умови руху оцінюються через визначення попиту водіїв транспортних засобів на рух автомобільними дорогами, дорожні умови яких мають забезпечувати цей попит. Тобто, попит водіїв на рух автомобільними дорогами повинен бути задоволений відповідними транспортно-експлуатаційними характеристиками автомобільних доріг, що забезпечують потрібні умови руху транспортних потоків.

Мета роботи

Метою роботи є розробка новітнього підходу щодо оцінки умов руху. Новітній показник «Тріада дорожнього руху» дозволить оцінити функціонування та забезпечити раціональне управління будь-якою транспортною системою з акцентом на задоволення потреб користувачів автомобільних доріг – учасників дорожнього руху.

Виклад основної частини

Яким чином багатьом мільйонам людей вдається досягти надзвичайної злагоди своїх дій, характерної для сучасних індустріальних країн? Яким чином вони можуть координувати свої зусилля з таким значним ступенем доцільності, що забезпечує виробництво великої кількості складних речей? І чому сьогодні в Україні такий спад життєвого рівня, а також і всього, що з цим пов’язане?

Ми недостатньо часто задаємо собі ці запитання. Ті чудеса злагоди і координації (коли вони тільки ще виникають) у нашому суспільстві, завдяки яким ми задовольняємо наші

повсякденні потреби і можемо мати насолоду від чудових речей, ми приймаємо як таке, що повинно бути. Тому більшість людей не цікавляться, яким чином вони виникають, і не бачать, що у цьому немає нічого автоматичного чи неминучого.

Злагода у таких величезних масштабах може бути досягнута, якщо до цього є вагомі передумови. У своїй неосвіченості ми часом знищуємо ці передумови чи не даємо їм розвитку. А тому не можемо зрозуміти, наприклад, чому наша сильна, за часів Радянського Союзу, економіка, раптом «розвалилася»!?

Принципи суспільної координації приносять користь на будь-якому рівні управління (від підприємства до уряду, чи навпаки, рядової сім'ї до суспільства загалом) в першу чергу через те, що вона може пояснити ці процеси координації у суспільстві та виявити передумови, які дозволяють їм з успіхом розвиватися, чи навпаки, виявити ті небезпечні тенденції, що зможуть зашкодити і, таким чином, задовольнити вимоги доцільності існування (сім'ї, підприємства, держави чи суспільства загалом).

При написанні «Ефективності дорожнього руху» головна мета полягала у тому, щоб викласти понятійний апарат, який допоможе розібратися, яким чином і чому досягається злагода між мільйонами людей, навіть незнайомих між собою, а також, чому такої злагоди іноді досягти не вдається.

Якщо ті, хто керує суспільством, не мають таких знань, існує велика небезпека хаосу та лихих часів.

Таким чином, хотілося би, щоб ця праця допомогла кращому розумінню тих інститутів, які забезпечують злагоду у суспільстві і, тим самим, сприяла би досягненню розквіту, свободи і гармонії у суспільстві.

Координація дій усіх учасників дорожнього руху, включаючи систему управління рухом, спрямована на досягнення відповідності вимог водіїв транспортних засобів до умов руху через формування попиту на необхідні дорожні умови. Застосування показника «Координація дій» має призвести до оцінки подолання «Супротиву дорожньому рухові» (раніше запропонований новітній показник). Це дозволить зробити оцінку ефективності дорожнього руху, таким чином, надаючи пріоритет забезпечення попиту учасників руху в удосконаленні умов дорожнього руху над рішеннями та діями (пропозицією) організацій, відомств і держави в цілому, які повинні забезпечувати існування дорожнього руху, у тому числі, при застосуванні в інтелектуальних транспортних системах.

Відомо [2] , що «Дорожня обстановка – це сукупність факторів, що характеризуються дорожніми умовами, наявністю перешкод на певній ділянці дороги, інтенсивністю і рівнем організації дорожнього руху (наявність та стан дорожньої розмітки, дорожніх знаків, дорожнього обладнання, світлофорів), які повинен ураховувати водій під час вибору швидкості, смуги руху та прийомів керування транспортним засобом».

Водіїв транспортних засобів слід вважати суб'єктами дорожнього руху. Таким чином, під їхнім керуванням формується транспортна маса (M) (об'єм руху, об'єм транспортного потоку) – це кількість досліджуваних транспортних одиниць. Цей вимірник може бути скаляром або вектором. Скалярна транспортна маса складається з одиниць, що знаходяться в спокої чи у русі, для яких нічого невідомо про напрямок наміченого переміщення чи переміщення, що вже відбувається, та які математично характеризуються лише визначеною величиною. Векторна транспортна маса має просторово-часову інформацію про джерело та стік (пункти призначень), а у більшості випадків – і про визначений момент часу перевезення. Це така транспортна маса, перевезення якої або вже здійснюється, або є відповідне на те розпорядження. Векторне поняття транспортної маси не містить у собі ще нічого про дійсно пройдений шлях та необхідного для цього часу, і тому є статичною величиною.

Щоб автомобільна дорога змогла б виконати своє призначення – а саме забезпечити умови безперервного, безпечного та зручного руху [1, 3], маємо застосувати надалі поняття «Транспортний шлях» (L) – це не тільки відстань між початковим пунктом чи пунктом зародження перевезення, тобто джерелом і своїм кінцевим пунктом чи пунктом призначення,

але одночасно є також і своїм напрямком. Таким чином, з позицій математики транспортний шлях є вектором. Шлях від пункту *A* до пункту *B* не ідентичний шляху від *B* до *A*. Одиницями виміру транспортного шляху є метр, кілометр, миля чи будь-яка інша міра довжини.

Окремим оціночним параметром, який характеризує вибір водія для подальшого користування мережею автомобільних доріг, слід вважати «Транспортний час» (*T*) – це проміжок часу, необхідний для процесу перевезень, він дорівнює часу перебування транспортного засобу в дорозі.

Останнє дійсно може бути найголовнішим показником щодо перебування водія та його автомобіля в стані дорожнього руху. Окрім того, завдяки цьому показнику, є можливість порівнювати та приймати рішення щодо вибору маршруту, а також оцінювати опосередковано умови руху, у тому числі, дорожні умови.

Транспортна робота ML визначається як скалярний добуток вектора транспортної маси *M* та вектора шляху *L* [4-6]. Таким чином, *ML* є скаляром і може підсумовуватися. Ця величина не віднесена до визначеного проміжку часу. При визначенні *ML* перший зі співмножників може бути узятий у дійсних чи в тарифних одиницях маси, а другий – як дійсно пройдений шлях чи як тарифна відстань. Це дає чотири можливості інтерпретації добутку *ML* [7].

Необхідно відразу застерегти від змішання понять транспортної роботи, що представляє собою в основному статистичну величину, і механічної роботи, що робить автомобіль завдяки силі тяги, що розвивається ним, на визначеному шляху. Механічна робота визначається при розрахунках часу руху й може бути завжди виражена витратою енергії, наприклад, у літрах витраченого пального. Математично механічна робота є скалярним добутком вектору сили, що діє в напрямку руху, та вектору шляху. Інакшим є випадок транспортної роботи, один компонент якої, хоча і є вектором у напрямку шляху, але, ні в якому разі, не виражає силу, необхідну для його подолання.

З погляду статистики байдуже, проходить автомобіль вагою в 10 т на відрізку 100 км на підйом чи під ухил, тому що транспортна робота в обох випадках дорівнює 1000 т-км. Звичайно, із погляду механіки існує велике розходження між цими двома випадками, тому що при русі на підйом автомобіль має виконувати роботу, а при русі під похил може існувати надлишок енергії, що має бути погашений гальмуванням. Тому звичайний зв’язок між витратою енергії та транспортною роботою має тільки статистичний, а не фізичний зміст.

Обидві одиниці виміру, тобто тонно-кілометр і пасажиро-кілометр, відомі кожному фахівцю з транспорту. Одиниці т-км та інші повинні записуватися, у всякому разі, як добуток, а не як дріб т/км, тобто не як відношення двох основних вимірників, що часто присутнє навіть у службовому вживанні.

Транспортна робота (*ML*) може також називатися перевізною роботою, транспортною чи перевізною продукцією.

Транспортна продуктивність (*ML / T*) визначається добутком транспортної маси *M* і транспортного шляху *L*, віднесеним до транспортного часу *T*. Вона може бути також підрахована як транспортна робота *ML*, віднесена до часу *T*, або як добуток транспортної маси *M* та швидкості *L / T*, або ж як інтенсивність транспортного потоку *M / T* помножена на шлях *L*. Уже ці три визначення транспортної продуктивності вказують на можливість застосування цього поняття. Іноді транспортна продуктивність виражається в невірних одиницях виміру, а саме в одиницях транспортної роботи, тобто при цьому відсутнім є зв’язок із часом.

У разі потреби робиться розходження між транспортною продуктивністю у вантажних перевезеннях (наприклад, брутто ткм/рік чи нетто ткм/рік), продуктивністю перевезень у пасажирському сполученні (пасажиро-км/рік) і транспортною (чи краще експлуатаційною) продуктивністю (авт-км/рік). В СРСР продуктивність транспорту у вантажних перевезеннях мала назву вантажообігу [8]. Відношення до визначеного інтервалу часу є обов’язковим у

всіх цих випадках. Для того щоб одночасно врахувати масу, шлях і швидкість, уводиться показник транспортної дії ML^2 / T як добуток транспортної роботи ML і швидкості L / T чи ж як продуктивність транспорту ML / T, помножена на шлях L. На залізницях Радянського Союзу ця величина використовувався як показник порівняння роботи в диспетчерській службі [9]. Показники, позначені там як транспортні одиниці, порівнюються із собівартістю і дозволяють швидко визначати економію. Показник транспортної дії виправдав себе також при порівняльному розгляді транспортних літаків [10] і при порівнянні ефективності різних транспортних засобів. Його можна використовувати при оцінці заходів щодо раціоналізації роботи [11].

Однією з головних умов використання автомобільним транспортом мережі автомобільних доріг є рух нею з достатньо високими швидкостями. Якщо раніше [12] для автомобільних доріг максимумом показника ефективності вважали досягнення інтенсивності транспортного потоку значення пропускної здатності автомобільної дороги, то зараз, ураховуючи суспільно-економічну значимість мережі автомобільних доріг, пропонується використовувати критерієм ефективності показник продуктивності роботи дороги, що найкраще відповідає руху великих за обсягами транспортних потоків із достатньо великими швидкостями руху за умови необхідного рівня безпеки дорожнього руху. Головною перевагою цього показника є урахування швидкості руху транспортного потоку поряд з урахуванням його інтенсивності. Продуктивність роботи дороги визначається як добуток швидкості руху на об'єм транспортного потоку:

$$\Pi = \bar{V} \cdot N, \tag{1}$$

де Π – продуктивність роботи автомобільної дороги; $\bar{V}$ – середня швидкість руху; N – об'єм транспортного потоку.

Зниження швидкості руху транспортних засобів із ростом об'єму руху дозволяє припустити, що на графіку залежності продуктивності від щільності руху буде спостерігатися максимальне значення продуктивності роботи дороги.

Оптимізація роботи транспортної системи полягає в максимізації продуктивності дороги за умов досягнення необхідної швидкості руху, а також забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків. Усе це має бути оцінено досягненням суспільно-економічної ефективності роботи автомобільної дороги [11].

Зворотним показником до продуктивності є економічна категорія «Трудомісткість». Аналогом останньої щодо оцінки умов руху транспортних потоків автомобільними дорогами слід вважати «Працездатність дороги».

Працездатність дороги – це потенційна здатність дороги як інженерної споруди виконувати максимально можливий обсяг транспортної роботи з належною ефективністю протягом заданого транспортного часу.

Ще можна казати, що «Працездатність автомобільної дороги» – це її транспортно-експлуатаційний стан, при якому вона здатна виконувати функції щодо забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних засобів із наданням рівномірного наземного доступу в будь-які місцевості країни переміщення людей і транспортування вантажів з належною ефективністю.

Таким чином бачимо, що чим вище працездатність дороги, тим менше потрібно транспортного часу на виконання транспортної роботи. Щоб більше підкреслити саме транспортну складову функціонування дороги надаємо нову назву показнику працездатності дороги – показник «Супротив руху».

Отже, «Супротив руху» – величина обернено зворотна транспортній продуктивності. Вона може бути також підрахована як транспортний час T віднесений до транспортної роботи ML, або як відношення темпу руху T / L до транспортної маси M, або ж як щільність транспортної маси у часі T / M віднесена до транспортного шляху L. Уже ці три визначення показника супротиву руху вказують на можливість застосування цього поняття і потребують

визначення його як «Тріада дорожнього руху».

Загалом «Тріада» (грец. Τριάς) – єдність, поняття утворене трьома роздільними членами або частинами. Діалектична тріада в філософії (матеріалістичної діалектиці) – потрійний ритм руху, буття і мислення. Тріада – в кельтської міфології троїчність жіночої природи (дівчинка, мати, стара) в культах богині-матері і троїчність часу (минуле, сучасне, майбутнє) та їх взаємопов'язана єдність, без початку і кінця. У матеріалістичній діалектиці поширена так називана діалектична тріада «теза – антитеза – синтез». Під «тезою» мається на увазі деяка ідея, теорія або рух. Як опозиція до себе, теза, викликає негативне твердження – «антитеза». Протилежність тези і антитези триває до тих пір, поки не знаходиться таке рішення, яке виходить за рамки і тези, і антитези, визнаючи, однак, їх відносну цінність і намагаючись зберегти гідності і уникнути недоліків. Це рішення, яке є третім діалектичним кроком, називається «синтезом». Одного разу досягнутий синтез, в свою чергу, може стати першою сходинкою нової діалектичної тріади.

Тріада дорожнього руху – це виникнення транспортного попиту (теза) через вибір окремими водіями конкретного транспортного шляху як транспортної пропозиції (антитеза) з боку мережі автомобільних доріг в обраний транспортний час (синтез). Досягнутий синтез, в свою чергу, стає наступною сходинкою нової діалектичної тріади дорожнього руху.

Поняття «Тріада дорожнього руху» має бути застосована при функціональному тестуванні транспортного районування з отриманням усіх співвідношень: транспортної маси руху, транспортного шляху та відповідного їм транспортного часу.

Висновки

Загалом по роботі можна зробити такі висновки.

Залучені до розгляду показників «Тріади дорожнього руху» мають такий смисл. «Транспортний попит» – це *транспортний шлях*, виражений у кількості кілометрів, яким бажатиме й матиме можливість рухатися водій одного автомобіля з відповідним значенням *транспортного часу.* «Величина транспортного попиту» – величина *транспортного часу,* що відповідає конкретній величині транспортного шляху, вираженому у кількості кілометрів, яким бажатиме й матиме можливість рухатися водій одного автомобіля. «Транспортна пропозиція» – векторна *транспортна маса*, яку здатен забезпечити *транспортний шлях* довжиною один кілометр із відповідною величиною *транспортного часу.* «Величина транспортної пропозиції» – величина *транспортного часу*, що відповідає відповідній кількості автомобілів, що складають векторну транспортну масу, перепуск якої здатен забезпечити *транспортний шлях* довжиною один кілометр.

Новітній підхід «Тріада дорожнього руху» дозволить оцінити функціонування та забезпечити раціональне управління будь-якої транспортної системи з акцентом на задоволення потреб користувачів автомобільних доріг – учасників дорожнього руху.

Список джерел

1. Лановий О.Т. Теоретичні основи та практичні методи забезпечення умов безперервного, безпечного та зручного руху транспортних потоків мережею автомобільних доріг. [Текст] : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук : спец. 05.22.01 «Транспортні системи» / О. Т. Лановий – К., НТУ, 2017. – 399 с.

2. Про Правила дорожнього руху. Постанова КМУ від 10 жовтня 2001 р. № 1306. Київ.

3. Закон України від 08.09.2005 р. №2862-IV «Про автомобільні дороги». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2862-15.

4. Lehner F. Menge, Arbeit, Leistung und Wirkungsgrad im Verkehr / Lehner F. – VuT 2 (1949) H. 8, S. 155-167.

5. Mayr R. Definitionen strabenverkehrstechnischer Begriffe, Nahverkehrs / Mayr R. – Praxis 3 (1955) H. 2, S. 46-48.

6. Potthoff G. Der stabile Fahrplan / Potthoff G. – ZVMEV 83 (1943) H. 25, S. 343-354.

7. Schumann C. Die Auswirkungen der technisch-okonomischtn Bedingungen des Wagenladungs-Knotenverkehrs auf die Preisbildung im Gutertarif / Schumann C. – Diss. HfV Dresden, 1966.
8. Аксенов И. Ю. Производительность железнодорожного транспорта / Аксенов И. Ю. – М. : Трансиздат, 1962.
9. Koroljowa K. P. Erfahrungen mit dem beschleunigten Durchlauf der Zuge / Koroljowa K. P. – Leipzig : Fachbuchverlag, 1952.
10. Kaptick K. Gewichtsaufteilung und Transportarbeit moderner Verkehrsflugzeuge / Kaptick K. – Techn. 13 (1958) H. 10, S. 673-680.
11. Jaworski R. Betriebstechnische Aspekte des Schienenschnellverkehrs / Jaworski R. – Verkehrsann. 15 (1968) H. 3, S. 262-306.
12. Полищук В. П. Автоматизированное управление движением на автомобильных дорогах [Текст]: дисс. ... докт. техн. наук : 05.22.01 / Полищук Владимир Петрович. – К. : УТУ, 1996. – 467 с.

ПРОБЛЕМНІ АСПЕКТИ МОДЕЛЮВАННЯ ПОТОКОВИХ ПРОЦЕСІВ У НАСИЧЕНИХ ТРАНСПОРТНИХ МЕРЕЖАХ

Сергій ЛИФЕНКО[1], аспірант (PhD студент)

[1] Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова (Україна)

Ключові слова: пропускна здатність, час поїздки, затримки руху, рівноважний розподіл, заповнення

Вступ

Процес урбанізації на тлі розвитку автомобілізації населення призводить до формування низки транспортних проблем, які найбільш гостро відчуваються мешканцями значних та найзначніших міст. Розвиток транспортної інфраструктури за темпами відстає від все більш зростаючого попиту на перевезення. За умов наближення інтенсивності транспортних потоків до пропускної здатності елементів вулично-дорожньої мережі процес руху транспортних засобів стає насиченим, що супроводжується виникненням транспортних заторів та тягне за собою низку негативних наслідків. Поряд з цим, переповнення громадського транспорту стає дедалі все більш гострою проблемою, що має прояв у незадоволеності пасажирами рівнем обслуговування. Сучасний підхід до вирішення транспортних проблем міст передбачає широке застосування методології транспортного моделювання, що дає змогу відтворювати наслідки впровадження різних проектних рішень, проводити їхній порівняльний аналіз з метою вибору найбільш доцільних. Разом з цим, слід зазначити, що моделювання потокових процесів у насичених мережах стикається з певними складнощами, які насамперед пов’язані з необхідності адекватного відображення поведінки користувачів транспортної системи та наслідків взаємодії транспортного попиту та пропозиції.

Мета роботи

Метою роботи є встановлення проблемних аспектів моделювання потокових процесів у насичених транспортних мережах.

Виклад основного матеріалу

Згідно з працею [1], транспортна модель міста має складатися з моделей попиту та пропозиції. Транспортна пропозиція передбачає моделювання в електронному вигляді набору графів існуючих транспортних та маршрутних мереж з усіма притаманними їм атрибутивною інформацією (довжина, пропускна здатність, дозволена швидкість, тип регулювання, зупинки маршрутного пасажирського транспорту, місця паркування тощо). Модель попиту надає інформацію про кількість пересувань між найменшими одиницями простору у місті, якими виступають транспортні райони. Широкого застосування щодо формування транспортного попиту набула 4-х крокова модель (4-stage model). До переваг використання цієї моделі серед інших слід віднести більш точний опис всіх етапів формування попиту на пересування та можливість роботи з агрегованими даними без витрат якості результатів моделювання.

Основним проблемним аспектом транспортного моделювання є відтворення поведінки користувачів транспортної системи та тих рішень, які вони приймають під час здійснення пересувань. Процес ухвалення рішення може бути представлений як дію щодо оцінювання множини альтернатив та вибору найкращої. Слід зазначити, що критерії оцінки відрізняється в різних країнах і залежить від розвитку суспільства, соціально-економічних категорій населення та параметрів самої транспортної системи. З історичної точки зору, найдавнішим, а в країнах, що розвиваються все ще найважливішим оціннім показником транспортної системи є наявність можливостей (наявність транспортної інфраструктури, доступність систем громадського транспорту тощо). Тобто йдеться про можливість транспортної системи задовольняти попит на пересування у межах певного періоду часу та в заданому напрямку. До інших оцінних показників відносять витрати часу пересування, надійність та комфортабельність обслуговування тощо.

Процес моделювання потокових процесів у насичених транспортних мережах може бути представлений у вигляді схеми, що зображена на рис. 1.

Рисунок 1 – Схематичне представлення процесу моделювання потокових процесів у насичених транспортних мережах

Для опису процесу формування потоків у насичених транспортних мережах використовується метод рівноважного розподілу. Згідно до цього методу потоки у мережі розподіляються таким чином, що жоден користувач не може зменшити власні витрати часу на пересування завдяки зміни шляху його здійснення [1]. Реалізація методу рівноважного розподілу передбачає врахування взаємозв’язків між характеристиками транспортного попиту та пропозиції. Урахування зазначених обставин досягається завдяки застосування методу «обмеження за пропускною (провізною) здатністю» (capacity restraint method) [2]. Сутність цього методу полягає у врахуванні того, що зі зростанням попиту на користування певної альтернативи її характеристики погіршуються. У свою чергу це призводить до

перерозподілу кореспонденцій у мережі. У практиці моделювання транспортних потоків широкого застосування знайшла так звана BPR (Bureau of Public Roads) функція. Ця функція враховує зменшення швидкості транспортних потоків зі зростанням інтенсивності руху. Налаштування параметрів BPR функції має виконуватись залежно від класифікації груп (типів) відрізків, які містять певний, однаковий набір параметрів (відповідну категорію доріг, пропускну здатність, максимальну дозволену швидкість руху, кількість смуг руху тощо) [3].

Елементами, що лімітують пропускну здатність ділянок вулично-дорожньої мережі є перехрестя. Рух через перехрестя пов'язаний з додатковими затримками, що позначаються на зростанні часу пересування. У багатьох випадках тривалість затримок руху зумовлена імовірнісним характером прибуття транспортних засобів до перехресть, параметрами циклу світлофорного регулювання, диференціацією насиченості транспортного потоку тощо [4]. Під час моделювання затримки руху поділяють на два типи: статичні та динамічні. Статична затримка є фіксованою для кожному підходу до перехрестя і не залежить від рівня його завантаженості. Динамічна затримка навпаки визначається залежно від інтенсивності транспортних потоків та наявних параметрів роботи світлофорного об’єкту.

Пасажиропотоки у маршрутній системі міського пасажирського транспорту формується в результаті рішень, які приймають пасажири щодо вибору шляху пересування. Вибір шляху пересування зазвичай описується за допомогою ймовірнісних моделей дискретного вибору та теорії випадкової корисності. Сутність моделей полягає в тому, що ймовірність вибору шляху пов'язана з функцією корисності, яка відображає відносну вартість обраного шляху, серед усіх альтернативних. У функції корисності можуть бути враховані такі характеристики, як: витрати часу пересування за його складовими, грошові витрати, штрафи за пересадку, часовий проміжок бажаного часу відправлення або прибуття. Тим не менш, врахування ефекту надмірного заповнення маршрутного пасажирського транспорту, що впливає на комфортабельність здійснення поїздки, регулярність обслуговування та виникнення відмов пасажирам у посадці під час моделювання може взагалі ігноруватись, або розглядатись не повною мірою.

Щільність пасажирів, що здійснюють поїздку стоячі є об’єктивним показником рівня заповнення салону міського пасажирського транспорту. Однак стандарти, що визначають допустимий рівень заповнення, відрізняються у різних країнах. Наприклад, 4 пас./м² є нормативною величиною для країн Європи. В США цей показник має значення 5 пас./м^2, а в секторі автобусних перевезень у Китаї він сягає 8 пас./м^2 [5-8]. Незважаючи на встановленні стандарти, у багатьох системах транспорту спостерігається надмірне заповнення (переповнення), що призводить до погіршення умов перебування в транспортною засобі, які в результаті впливають на вподобання пасажирів при виборі шляху пересування. За даними праці [9], вартість часу поїздки в переповненому транспортному засобі (6 пас./м^2) є вдвічі вищою ніж у транспортному засобі із наявними місцями для сидіння. Врахування обмежень провізної здатності реалізується за допомогою застосування двох підходів: явного (implicit approach або fail to board approach) та неявного (explicit approach або soft capacity constraint approach) [10-11]. При неявному підході пропускна здатність не обмежується фіксованим граничним значенням, а визначається за допомогою функції, яка залежить від вартості часу здійснення поїздки та рівня заповнення салону транспортного засобу. Однією з найбільш відомих є нелінійна функція DB, яка була розроблена представниками німецької залізниці [11]. При явному підході обмеження пропускної здатності задаються номінальною пасажиромісткістю, у разі перевищення якої відбуваються відмови пасажирам у посадці, що в свою чергу, впливає на час очікування транспортного засобу.

Послідовність здійснення посадки пасажирів на зупинках міського пасажирського транспорту може бути врахована кількома способами, зокрема [12]: правилами пріоритету в посадці «перший прийшов – перший обслугований» (First-In-First-Out) або процесом змішування, де правила пріоритету в посадці відсутні і пасажири, що приєднуються до залишкової черги, мають приблизно таку ж ймовірність посадки, що й інші.

Окрім цього, слід враховувати, що рівень заповнення салону транспортного засобу впливає на регулярність руху та час очікування пасажирів на зупинках. Час простою транспортного засобу на зупинці, пов'язаний з кількістю пасажирів, які здійснюють посадку та висадку. Згідно даних праці [12] час на виконання посадки та висадки пасажира в звичайних умовах знаходяться в діапазоні 2-4 с/пас., у той час як в умовах переповнення салону транспортного засобу, цей час може зростати до 6 с/пас.

Проведення розподілу кореспонденцій з урахуванням методів обмежень пропускної здатності, має виконуватись відповідно до ітераційної процедури. На кожній ітерації відбувається розподіл певної частки загальної кореспонденції. Відповідно до встановленого співвідношення величини потоків та пропускної (провізної) здатності елементів транспортної мережі визначаються характеристики пересування альтернативними шляхами. Розподіл кореспонденцій за ітераційним процесом виконується до тих пір, доки не настане рівновага в коливаннях завантаження мережі потоками. При застосуванні такого способу, математична модель може краще відобразити дійсність, однак ціною більш тривалого розрахунку [9].

Висновки

Враховуючи темпи розвитку урбанізації та автомобілізації населення, використання методології транспортного моделювання є необхідною умовою успішного планування транспортних систем міст. У моделі має бути адекватно відображено взаємодію між характеристиками транспортного попиту та пропозиції, враховано чутливість поведінки користувачів транспортної системи до зміни параметрів транспортного обслуговування. Врахування ефекту обмеження пропускної (провізної) здатності елементів транспортної системи дозволить отримати більш точні результати моделювання, а отже сприятиме прийняттю більш обґрунтованих проектних рішень.

Список літератури

1. *Методичні рекомендації з моделювання транспортних потоків під час оцінювання ефективності проєктних рішень щодо дорожньої інфраструктури (перша редакція)*, МР Б.2.2-37641918-928:202X, Державне підприємство «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна», Київ, 2022. [Онлайн]. Доступно: https://dorndi.org.ua/files/upload/МР%20перша%20редакція.pdf

2. Д. Понкратов та Г. Фалецька, *Вибір пасажирами шляху пересування у містах*. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015.

3. *Автомобільні дороги частина I. Проектування частина II. Будівництво*, ДБН В.2.3-4:2015, Державне підприємство «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П. Шульгіна», Київ, 2015. [Онлайн]. Доступно: http://kbu.org.ua/assets/app/documents/dbn2/74.1.%20ДБН%20В.2.3-4~2015.%20Автомобільні%20дороги..pdf

4. L. Vien Leong, "Delay functions in trip assignment for transport planning process", *AIP Conference Proceedings*, т. 1892, № 060006, 2017. [Онлайн]. Доступно: https://doi.org/10.1063/1.5005717

5. UITP, "Bus systems an efficient mode of transport", International Association of Public Transport, 2009.

6. J. Diec, S. Coxon та A. de Bono, "Designing a public train station shelter to minimise anti-social behaviour and crime in Melbourne‘s metropolitan rail environment.", у Canberra, Australia. Australasian Transport Research Forum, 2010.

7. "Using Archived AVL-APC Data to Improve Transit Performance and Management", National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, Washington, TCRP Report 113, 2006. [Онлайн]. Доступно: https://doi.org/10.17226/13907

8. AQSIQ, "Safety Specifications for Power Driving Vehicles Operating on Road", General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, 2004.

9. M. Batarce, J. C. Muñoz, J. d. D. Ortúzar, S. Raveau, C. Mojica та R. A. Ríos, "Valuing Crowding In Public Transport Systems Using Mixed Stated/Revealed Preferences Data: The Case Of Santiago", у Washington, USA, 11–15 листоп. 2015.

10. A. Nuzzolo, U. Crisalli та L. Rosati, "A schedule-based assignment model with explicit capacity constraints for congested transit networks", Transportation Research Part C: Emerging Technologies, т. 20, № 1, с. 16–33, лют. 2012. [Онлайн]. Доступно: https://doi.org/10.1016/j.trc.2011.02.007

11. *PTV Visum 2022 Manual*. Karlsruhe: PTV AG, 2021

12. G. Gentile, M. Florian, Y. Hamdouch, O. Cats та A. Nuzzolo, "The Theory of Transit Assignment: Basic Modelling Frameworks", у *Modelling Public Transport Passenger Flows in the Era of Intelligent Transport Systems*. 2016, с. 287–386.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЧАСУ ПОДОЛАННЯ АВТОМОБІЛЯМИ ДІЛЯНОК МІЖ СВІТЛОФОРНИМИ ОБ'ЄКТАМИ НА МІСЬКИХ МАГІСТРАЛЯХ

Євген ЛЮБИЙ[1], канд. техн. наук, Катерина ДІДЕНКО[1], магістр

[1]Харківський національний автомобільно-дорожній університет (Україна)

Ключові слова: додаткові автомобілі, зелена хвиля, план координації, прискорення автомобілів, транспортний потік

Вступ

Проблема управління конфліктуючими потоками учасників дорожнього руху є і залишається актуальною в усьому світі, і не має повністю прийнятного рішення навіть при розгляді тільки транспортних потоків. Дуже актуальною ця проблема є для міст, де на багатьох ділянках вулично-дорожньої мережі спостерігається інтенсивний рух і немає можливості забезпечити безперервний потік учасників дорожнього руху, які рухаються в різних напрямках, на всіх перехрестях. Основним способом організації дорожнього руху на найнавантаженіших перехрестях є світлофорне регулювання. Зрозуміло, що за умови близького розташування світлофорів один до одного, то доброю практикою є їх координація, що сприяє організації найбільш плавного руху потоку транспортних засобів, тобто запровадження так званої «зеленої хвилі».

Слід відзначити, що методи координації світлофорів беруть свій початок ще з 1960-х років, але і на сьогодні вони не є досконалими, оскільки не враховують всіх особливостей руху транспортних засобів навіть у найпростішому випадку традиційної координації на одній вулиці або її ділянці. Зокрема, це стосується такого невирішеного проблемного питання, як поява додаткових транспортних засобів, які виїжджають з другорядних напрямів і створюють черги на наступних перехрестях на координованій магістралі при червоному сигналі світлофора для основного напрямку руху. Такі транспортні засоби слід вважати невід'ємною частиною потоку на магістралі, оскільки їх можна усунути лише шляхом заборони руху на тих перехрестях, для яких розроблено план координації. Якщо така заборона десь і зустрічається, то це рідкісна практика, яка не має широкого розповсюдження, а тому наявність декількох транспортних засобів перед стоп-лінією координованого перехрестя під час прибуття пачки зеленої хвилі є найбільш імовірною ситуацією протягом більшості годин доби.

Зрозуміло, що на відміну від пачкових транспортних засобів головного напряму, які можуть прибути до наступного координованого перехрестя із заданою швидкістю, додаткові

транспортні засоби з другорядних напрямів, як правило, повинні починати рух з нульової швидкості та потребують певного часу для того, щоб досягти швидкості руху пачки. Визначення умов, необхідних для належної взаємодії транспортних засобів з другорядних та головних напрямів у системі координованого регулювання, є важливим питанням, вирішення якого полегшить проектування планів координації на магістралях та підвищить ефективність самої координації.

Загальною ідеєю руху транспортних засобів на координованій магістралі є просування з постійною швидкістю, що добре ілюструється просторово-часовою діаграмою [1]. Ця постійна швидкість включається в розрахунок зміщення на кожному координованому світлофорі. Зрозуміло, що насправді рух транспортних засобів не є таким ідеальним, як показано на просторово-часовій діаграмі, через різні стилі водіння учасників дорожнього руху, але це не повинно бути проблемою. Основним завданням плану координації є лише створення безперешкодних умов просування координованою ділянкою, а тому рівномірний рух транспортних засобів, що мається на увазі при розрахунку зміщення, є цілком прийнятним.

Але завдання забезпечення безперешкодного просування пачки транспортних засобів у випадку, коли на кожному наступному перехресті координованої магістралі стоять у черзі додаткові транспортні засоби з другорядних напрямів, є набагато складнішим, ніж завдання за відсутності цих транспортних засобів. Для вирішення цієї проблеми необхідно завчасно вмикати дозволяючий сигнал для головних напрямків руху, щоб надати можливість додатковим транспортним засобам розігнатися з нульової швидкості до швидкості руху. Час для забезпечення завчасного ввімкнення зеленого сигналу (час випередження) повинен збільшити тривалість циклу за рахунок зміщення початку зеленого сигналу, призначеного на основі зміщення [2].

Зрозуміло, що час випередження, необхідний для забезпечення безперешкодного просування пачки транспортних засобів координованою магістраллю, є випадковою величиною. Також випадковість в цю величину вносять індивідуальні стилі водіння водіїв, поведінка яких значною мірою залежить від поведінки інших водіїв, якщо вони перебувають у щільному потоці. Крім того, різні технічні характеристики додаткових транспортних засобів призводять до їх різного прискорення, а прискорення останнього транспортного засобу в черзі залежить навіть від черговості різних водіїв у цій черзі.

Очевидним є той факт, що чим більше додаткових транспортних засобів стоїть у черзі пере стоп-лінією перехрестя, тим більше часу потрібно для того, щоб вони могли розігнатися до швидкості просування пачки транспортних засобів. Ця властивість часу випередження значно спрощує його оцінку, особливо якщо метою є отримання найменшої оцінки, тобто для одного додаткового транспортного засобу або першого транспортного засобу в черзі – на цю оцінку не впливають стилі водіння (поведінка) інших водіїв. При цьому вплив особистого стилю водіння водія, який є першим (або єдиним) у черзі, можна вважати автоматично врахованим, оскільки режим розгону першого (або єдиного) транспортного засобу в черзі можна вважати усередненим через циклічність роботи світлофорів, що спричиняє численні розгони протягом доби або навіть однієї години.

Питанням, яке заслуговує на увагу і потребує вирішення, є те, що на сьогоднішній день прискорення автомобіля, який стартує з місця (коли швидкість автомобіля дорівнює нулю) і рухається в умовах вільного потоку (які є умовами для першого автомобіля в черзі), не має загальноприйнятого довідникового значення. У джерелах, присвячених цьому питанню, дослідник може знайти різні середні значення прискорення, але діапазон цих значень занадто широкий, щоб беззастережно покладатися на нього. Так, у HCM [2] наведено діапазон прискорень легкових автомобілів (1-4) м/с^2, тоді як у посібниках з організації дорожнього руху інших країн такі діапазони взагалі відсутні. Інші еталонні значення прискорень, представлені в зелених книгах Американської асоціації держслужбовців автомобільних доріг і транспорту, справедливо критикуються автором [3], який запропонував моделі для розрахунку прискорення з урахуванням його лінійного зменшення зі збільшенням швидкості,

і ці моделі залишаються актуальними та застосовними до теперішнього часу [4]. Результати Лонга [3] можуть бути використані як основа для оцінки часу випередження, щоб зробити цю оцінку більш достовірною. Для цього доцільно застосовувати два підходи до розрахунку прискорення, які полягають у наступному:

- використання середнього постійного прискорення до певної швидкості – цей підхід є більш простим і поширеним;
- використання моделі лінійно спадаючого прискорення, яку можна вважати більш адекватною.

Вона дозволить отримати подвійну оцінку часу випередження, що зробить висновки на її основі більш достовірними.

Мета роботи

В рамках даної роботи розглядатиметься можлива процедура отримання значення середнього постійного прискорення автомобіля на координованих ділянках магістралей, що і є метою дослідження.

Виклад основного матеріалу дослідження

Для збору інформації про рух транспортних засобів на магістральних ділянках було використано натурний метод дослідження. Натурні дослідження полягають у фіксації конкретних умов та показників дорожнього руху, що відбуваються протягом даного періоду часу. Для обстеження даним методом було використано пишучий відеореєстратор, що знаходиться в автомобілі, для безперервної роботи під час його руху. Обробка відзнятого матеріалу полягає в фіксації часу руху автомобіля, який перший стоїть в черзі перед стоп-лінією (наш або поряд, якщо можна відстежити його рух) та починає свій рух на зелений сигнал світлофору і безперервно проїжджає стоп-лінію наступного перехрестя. Недоліком цього методу є те, що не завжди виходить стати першим перед стоп-лінією, коли загорається червоний сигнал світлофору, бо тоді результат буде недійсним.

В рамках даної роботи об’єктами експериментальних досліджень стали наступні магістральні ділянки міста Харкова: пр. Науки – вул. Мінська; пр. Науки – вул. Новгородська; пр. Науки – вул. Космічна; пр. Науки – вул. Бакуліна; пр. Науки – вул. Культури; пр. Науки – пр. Незалежності; вул. Героїв Праці – пров. Лазківський; вул. Шевченка – Пляжний міст.

На даний час вдалось отримати результати 29 замірів часу подолання ділянок між світлофорними об’єктами. На основі цих даних та довжини відповідних ділянок визначено швидкість транспортного засобу, з якою він її долає, а також відповідне значення прискорення при розгоні до цієї швидкості (таблиця 1).

Таблиця 1 – Результати натурних спостережень

Довжина ділянки, м	Час подолання ділянки, с	Швидкість руху, м/с	Прискорення автомобіля, м/с^2
340,85	32,08	10,63	0,33
340,85	27	12,62	0,47
340,85	29	11,75	0,41
340,85	32	10,65	0,33
340,85	34	10,03	0,29
286,00	27,02	10,58	0,39
442,09	29	15,24	0,53
442,09	30	14,74	0,49
407,04	29,34	13,87	0,47
407,04	31	13,13	0,42
407,04	28,34	14,36	0,51
407,04	26	15,66	0,60
407,04	50	8,14	0,16
442,09	44	10,05	0,23

340,85	31,43	10,84	0,35
340,85	30	11,36	0,38
344,89	25,14	13,72	0,55
344,89	23,45	14,71	0,63
344,89	24,18	14,26	0,59
344,89	22,48	15,34	0,68
344,89	23,37	14,76	0,63
344,89	22,89	15,07	0,66
344,89	22,53	15,31	0,68
159,27	11,16	14,27	1,28
159,27	12,38	12,87	1,04
159,27	14,23	11,19	0,79
159,27	10,57	15,07	1,43
159,27	11,25	14,16	1,26
159,27	12,61	12,63	1,00

З отриманих даних також встановлено, що найбільші значення прискорення характерні для ділянок довжиною до 200 м. Пояснення цього факту можуть бути різні, по-перше, стиль водіння, час замірів (наприклад, рух вранці на роботу), а також потужність транспортного засобу; по-друге, при русі на доволі протяжних ділянках можна спостерігати зменшення або стабілізацію швидкості руху водіями.

В рамках даного дослідження також проведено статистичну оцінку прискорення автомобілів на ділянках між світлофорними об’єктами. В результаті чого встановлено, що прискорення транспортних засобів при розгону з місця розподіляється за логнормальним законом розподілу з параметрами: середнє 0,61 та середньоквадратичне відхилення 0,101 (рисунок 1). Отримані результати не протирічать існуючим світовим дослідженням в галузі динаміки руху автомобілів на міських магістралях [3, 5].

Рисунок 1 – Логнормальний закон розподілу прискорення транспортних засобів при старті від стоп-лінії перехрестя

Отримані результати можуть бути використані для визначення нижньої межі часу випередження включення зеленого сигналу світлофора для розгону додаткових автомобілів до швидкості руху пачки транспортних засобів, тобто для одного додаткового транспортного засобу або першого транспортного засобу в черзі.

Висновки

Для визначення комфортного діапазону варіації швидкості необхідно вивчити ставлення водіїв до необхідності прискорення та уповільнення при русі по координованому коридору з різною інтенсивністю руху. Дослідження такого типу надасть цінну інформацію для розробників планів координації та відповідного програмного забезпечення, а також дозволить удосконалити підходи до розрахунку зміщень і, відповідно, ефективності координації.

Наступними кроками дослідження є розширення вибірки досліджуваних показників та корегування отриманих результатів, а також розробка моделі лінійно спадаючого прискорення при розгоні автомобіля з місця, в основу якої закладено принципи дослідження прискорення, описані в [3].

Список літератури

1. TRB, 2015. Signal Timing Manual. 2nd ed. Washington: The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/22097.

2. TRB, 2000. Highway Capacity Manual, Washington: National Research Council.

3. Long, G., 2000. Acceleration Characteristics of Starting Vehicles. Transportation Research Record 1737(1), 58-70. DOI: https://doi.org/10.3141/1737-08.

4. Washburn, S.S., Shastri, A., Centurion, A., 2020. Interchange Design to Accommodate Ramp Metering System, Final Report BDV31-977-92. University of Florida Transportation Institute, Gainesville. https://fdotwww.blob.core.windows.net/sitefinity/docs/default-source/research/reports/fdot-bdv31-977-92-rpt.pdf?sfvrsn=bf6af2f9_2.

5. Bogdanović, V., Ruškić, N., Papić, Z., Simeunović, M., 2013. The Research of Vehicle Acceleration at Signalized Intersections. Promet – Traffic&Transportation, 25(1), 33-42. https://doi.org/10.7307/ptt.v25i1.1245.

ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ ПРИ УПРАВЛІННІ ТРАНСПОРТНИМИ ПОТОКАМИ

Людмила НАГРЕБЕЛЬНА [2], доктор філософії , Аліна КОРЧЕВСЬКА[1], старший викладач, Інна ВИГОВСЬКА[1], асистент, В’ячеслав ШЕЛЕСТ[1], студент

[1]Національний транспортний університет (Україна)

[2] Державне підприємство «Державний дорожній науково-дослідний інститут ім. М.П. Шульгіна (ДП «ДерждорНДІ») (Україна)

Ключові слова: дорожній рух, інтелектуальна транспортна система, транспортні потоки.

Вступ

Стрімкий розвиток технологій призводить до необхідності адаптування всіх сфер господарювання до нових умов, і транспорт не є винятком. Ефективне функціонування транспортної системи у містах неможливо забезпечити без упровадження сучасних розумних технологій. Швидке зростання чисельності транспортних засобів призвело до значного

збільшення інтенсивності руху, що впливає на кількість дорожньо-транспортних пригод (ДТП) і рівень їхньої ваги, що характеризується загибеллю й пораненням людей, матеріальними збитками від пошкоджень у ДТП транспортних засобів, вантажів та інше.

Для досліджень дорожнього руху застосовуються безліч різних методів, починаючи від найпростіших, доступних одній людині і закінчуючи складними методами, що вимагають застосування сучасної електронної апаратури і пересувних лабораторій. Наукові дослідження і практична інженерна діяльність дозволили розробити комплекс специфічних інженерних рішень, що дозволяють одержати бажаний результат при масовому русі транспортних засобів і пішоходів. Найголовніший недолік існуючої транспортної мережі району полягає у тому, що її планувальні параметри не відповідають сучасним вимогам міського руху: пропускна здатність транспортних вузлів, що мають примикання та перехрещення в одному рівні обмежена, безпека руху транспорту й пішоходів у достатньому ступені не забезпечена. Дослідження є найважливішою і невід'ємною частиною процесу управління, без них неможливе нормальне функціонування і розвиток дорожнього руху. Для прийняття оптимального рішення необхідно мати повну і достовірну інформацію, яка може бути отримана тільки в результаті досліджень. Інтелектуальні транспортні системи (ІТС) з'являються як рішення для адекватного контролю та управління інформацією на дорогах, пропонуючи водіям та пасажирам безліч нових послуг, орієнтованих на поліпшення водіння, особливо тих, що стосуються безпеки руху. Сучасні ІТС змінюють спосіб доступу людей до програм та послуг, пов'язаних з дорожнім рухом, підвищуючи ефективність водіння та комфорт водіїв і пасажирів. Оскільки, дорожній рух в даний час необхідно розглядати як одну з найскладніших складових соціально-економічного розвитку міст і регіонів, то повинні використовуватися найсучасніші технології збору та оброблення інформації про параметри транспортних потоків, а саме: щільності, швидкості, складу транспортних потоків з метою забезпечення постійного руху вулицями і дорогами.

Мета роботи

Метою даної роботи є аналіз та дослідження впливу інтелектуальних систем на дорожній рух (ДР). Інтелектуальні транспортні системи - це система, яка використовує інноваційні розробки в моделюванні транспортних систем і регулюванні транспортних потоків, являє собою єдиний комплекс автоматизованих систем, які розроблені спеціально для вирішення транспортних завдань [1]. ІТС призначені для збору, обробки і передачі інформації про роботу і стан транспортних засобів, а також для обміну інформацією між користувачами і керуючими структурами в режимі реального часу і управління наземним транспортом.

Організувати дорожній рух – це означає за допомогою інженерно-технічних і організаційних заходів створити на існуючій вулично-дорожній мережі умови для досить швидкого, безпечного та комфортного руху транспортних засобів і пішоходів, а для ефективного управління транспортними потоками необхідно впроваджувати інтелектуальні транспортні системи.

Виклад основного матеріалу дослідження

Основним керуючим елементом в системі дорожнього руху є водії транспортних засобів, які самостійно визначають напрямок руху, прокладають маршрут та обирають безпечну швидкість руху транспортних засобів. За допомогою технічних засобів організації дорожнього руху до яких відносяться дорожні знаки, дорожня розмітка, світлофори, інформаційні табло здійснюється інформування водія про дорожню обстановку. Чим більш повно і чітко налагоджена інформація водіїв про умови і необхідні режими руху, тим більш точними і безпомилковими є керуючі дії водіїв, а отже, підвищується безпека дорожнього руху. Але не слід забувати, що надмірна кількість інформації погіршує умови роботи водія.

Управління транспортними потоками (ТП) є типовою проблемою, в якій, з одного боку, виступають паралельність, динаміка, децентралізація, а з іншої - широта діапазонів додатків, для яких вона є ключовою. Розробка і дослідження ефективності різних методів управління ТП вимагає знання закономірностей поведінки ТП на вулично-дорожній мережі міста -

інтенсивності руху ТП, щільності ТП, розподіли інтервалів між транспортними засобами в потоці в заданому перерізі, часі проїзду по деякому перегону віддаленому руху засобів, транспортних затримок тощо.

Завдання управління ТП можна вирішувати у рамках функціонування систем управління транспортною інфраструктурою: інтелектуальних транспортних систем (ІТС). Системний підхід до рішення завдань управління транспортною інфраструктурою великого міста чи надто завантажених ділянок доріг забезпечується розробленням і використанням ІТС. Впровадження ІТС має практично необмежену масштабованість і інтегрується з існуючими інформаційними системами та базами даних державних органів, у тому числі - служб дорожнього патруля та правопорядку. На рисунку 1 показано автоматизовану систему управління дорожнім рухом.

Рисунок 1 – ІТС, автоматизована система управління дорожнім рухом

Застосування ІТС сприяє вирішенню проблем щодо забезпечення безпеки дорожнього руху, планування роботи громадського транспорту, ліквідації заторів у транспортних мережах, підвищенню продуктивності транспортних підприємств, а також вирішенню проблем пов'язаних із забрудненням навколишнього середовища.

Впровадження ІТС в транспортну інфраструктуру дозволяє підвищити ефективність управління транспортним господарством за рахунок отримання своєчасної і точної інформації, виконує функції прийняття та аналізу оперативних рішень, здійснення безперервного централізованого моніторингу, формування стратегічно сталого економічного та соціального розвитку, управління транспортними потоками на основі отриманих аналітичних даних [2].

Основні різновиди керування транспортними потоками:

1. Керування сигналами світлофорів – це основний елемент системи керування ДР. У розвинених країнах використовуються всі основні методи керування в таких системах:

- локальне керування, при якому цикл роботи світлофора зміюється на основі інтенсивності ДР на підходах до перехрестя;

- магістральне керування, при якому зрушення фаз сигналів світлофорів на наступних перехрестях визначаються шляхом порівняння інтенсивності руху транспортних засобів в обох напрямках;

- мережне керування, при якому сигнали світлофорів в 2-х мірній дорожній мережі керуються централізовано відповідно до умов руху на всіх перехрестях мережі.

2. Рекомендації швидкості руху за допомогою керованих табло змінної інформації – зазвичай використовується разом із системами керування світлофорів.

3. Рекомендована швидкість вибирається й відображається на табло для водіїв таким чином, щоб автомобілі як можна рідше зустрічали при русі червоні сигнали світлофорів. Цим самим скорочуються затримки руху (розгін, гальмування), витрати пального, знос автомобілів, втома водіїв та зменшуються кількість шкідливих викидів в атмосферу. Крім того, використовується обмеження швидкості руху на ділянках доріг для інформування водіїв про безпечну швидкості у випадку ДТП, заторів, ожеледі, туману та іншого.

4. Обмеження доступу транспортних засобів в райони затору. Якщо транспортний попит перевищує максимальну інтенсивність, знижується швидкість руху, збільшується щільність транспортного потоку, виникає заторовий стан. Тому, часто використовується метод обмеження в'їзду в район затору за допомогою сигналів світлофорів.

5. Рекомендації й призначення маршрутів руху. Цей метод полягає або в примусі водіїв прийняти об'їзний маршрут руху, або в рекомендації їм найкращого маршруту до точки призначення. Для цих цілей використовуються спеціальні керовані дорожні знаки. Автоматизовані системи керування найбільш перспективні для розвитку технологій ITC . Сучасні системи засновані на адаптивному керуванні, коли програма координації визначається відповідно до фактичних умов руху в реальному масштабі часу, з використанням ЕОМ. [5].

Особливі зміни в методи досліджень параметрів дорожнього руху і їх використання вносять інтелектуальні транспортні системи (ITC). Вони дозволяють в автоматичному режимі збирати і обробляти великий об'єм інформації про стан транспортних потоків і здійснювати їх моніторинг.

Перші спроби створення систем адаптивного регулювання відносяться до кінця другого десятиліття XX ст. у 1928 р. в Нью-Йорку було введено в дію перший автоматичний пристрій регулювання дорожнього руху, обладнаний датчиками педального типу для реєстрації транспортних засобів . На сьогоднішній день існують десятки різних реалізацій адаптивних систем управління транспортом, а найбільш поширеним є SCATS [3]. Незважаючи на велике число реалізацій адаптивних систем, алгоритми, на яких заснована їх робота, можна розділити на три групи: алгоритми, що передбачають перемикання сигналів світлофора за інформацією про стан перехрестя в даному циклі регулювання; алгоритми статистичної оптимізації, що дозволяють за інформацією про стан перехрестя в даний момент визначити параметри управління на наступний момент часу на основі імовірного прогнозування цього стану; алгоритми випадкового пошуку, при яких параметри управління змінюються випадково з одночасним аналізом критерію ефективності. Сучасні досягнення в області ITC дозволяють значно розширити поточні можливості адаптивного управління транспортом і створити більш досконалі системи.

Рисунок 2 – V2I взаємодія

Існує етап, який тільки починає розвиватися і полягає в більш широкому поширенні і експлуатації бездротових телекомунікацій. Мережі найбільш короткого радіуса використовуються для організації обміну даними між пристроями всередині автомобіля. Типове застосування для них-це бездротовий зв'язок між смартфоном водія і системами автомобілю. Взаємодія V2V включає обмін даними з автомобілями, що проходять поруч та підтримка зв'язку з автомобілями, що рухаються по одному маршруту. Взаємодія V2I (рисунок 2) використовує придорожню інфраструктуру для обміну даними та мережевої взаємодії з автомобілями. Об'єднання цих різних типів мережевих взаємодій в єдину інфраструктуру є однією з головних цілей в найближчому майбутньому в цій області.

Створення інтелектуальної транспортної системи є вкрай важливим і актуальним питанням на рівні країни. Його рішення вимагає комплексного підходу, який включає в себе державне регулювання, створення базової дорожньої інфраструктури та безпосередньо «інтелектуальну» надбудову, засоби управління транспортними мережами.

Починаючи з 80-х рр.. більшість країн Європи, Азіатсько-Тихоокеанського регіону і США цілеспрямовано і систематично просувають ІТС в якості центральної теми в здійсненні транспортної політики.

У США розвиток ІТС базується на національних програмах, що реалізуються Міністерством транспорту. У 1991 р. Конгрес США законом ISTEA вперше заснував, розроблену Мінтрансом США, Федеральну програму - П'ятирічний національний програмний план розвитку ІТС. У 1996 р. почалася розробка програми стандартів ІТС за списком критичних інтерфейсів.

Таким чином, в США створена система постійно оновлюваних офіційних стратегічних і програмних документів з розвитку ІТС, яка охоплює всі рівні планування - від стратегічного до поточного, гарантуючи на законодавчому рівні участь держави в дослідженнях, розробках і розгортанні ІТС.

Розвиток ІТС в Китаї здійснюється на плановій основі під повним контролем держави. Відповідні завдання на розробку і впровадження ІТС-сервісів відображаються в п'ятирічних планах розвитку економіки.

Спроби впровадження ІТС в Україні почалися в 2008 році, коли мер Києва заявив про створення системи «Розумні світлофори». Для створення системи «Розумні світлофори» місто залучило кредит у розмірі 30 млн євро від Європейського банку реконструкції та розвитку (ЄБРР).

Такі світлофори оснащені автоматизованою системою управління, яка зможе реагувати на ситуацію на дорозі. Суть системи - створення "зеленої хвилі" для групи авто, які

рухаються з однаковою швидкість. На перехресті для них горить дозволений сигнал. І такий коридор створюється далі по ходу руху. Система модернізована так, що вона буде відстежувати рух транспортних засобів в реальному часі і залежно від ситуації перемикати сигнал світлофора. Спеціальні датчики будуть зчитувати кількість транспорту, і визначати його тип.

ІТС має безліч переваг, висока точність визначення місця положення транспортних засобів для управління ними в реальному часі, навігаційне обслуговування аварійного транспорту, проте створення безперервного сталого навігаційного сервісу в умовах тунелів і багатоповерхових міських забудов - не може бути забезпечений можливостями сучасних супутникових систем навігації. Для реалізації цих вимог потрібно інтеграція технологій позиціонування з технологіями бездротового зв'язку в цілях створення безперервної

Висновки

Більшість існуючих методів адаптивного управління транспортом ґрунтуються на технологіях, доступних вже кілька десятиліть. Існує велика перспектива створення нових транспортних систем, елементи яких стають все більш автономними, інтелектуальними і здатними до взаємодії один з одним. Адаптивні системи нового покоління, здатні збирати детальний опис транспортних потоків, включаючи інформацію про маршрут, швидкість та положення окремих автомобілів, і мають можливість передавати цим автомобілям індивідуальні команди, дозволять транспортним системам міст справлятися з постійним зростанням числа автомобілів і обсягів перевезень, що спостерігається по всьому світі.

ІТС є новим типом систем управління на транспорті, що поступово заміщують автоматизовані системи управління. Вони орієнтовані на моделювання різних подій та прогнозування небезпечних ситуацій і служать інструментом ухвалення рішень в умовах великої складності і великих обсягів даних.

ІТС є важливою складовою сучасного комплексного підходу до підвищення ефективності функціонування транспортної системи країни за рахунок розширення їх інформаційної інфраструктури: автоматизованого збору даних про стан системи в масштабі реального часу, моделювання та прямого й опосередкованого оперативного впливу на формування і зміну транспортних потоків.

Список літератури

1. *Троицкая Н.А.* Единая транспортная система: Учебник для студентов учреждений сред. проф. образования. - М.: Издательский центр "Академия", 2003. - 240 с.

2. А. Р. Гайков Інтелектуальні транспортні системи в Україні /, А. Р. Гайков О. П. Євсєєва, О. В. Баранов, В. Ю. Баранов // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Автомобіле- та тракторобудування. – Х. : НТУ «ХПІ», 2014. – № 9 (1052). – С. 106-112. – Бібліогр.: 3 назв. – ISSN 2078-6840.

3. Електронний ресурс: https://studfile.net

4. Климович О.М., Рищук О.С., Шуть В.М./Сучасні підходи та алгоритми керування транспортними потоками //Вісник Херсонського національного технічного університету №3. – Херсон, 2015. – С.252–256.

5. Розумний транспорт і логістика для міст : навчальний посібник / [авт. колектив: О. О. Лобашов, М. В. Ольхова, А. С. Галкін та ін.] – Житомир : «Житомирська політехніка», 2021. – 609 с.

ТЕПЛОВА СТІЙКІСТЬ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПРОВОДІВ АВТОМОБІЛЯ

Степан НЄМИЙ[1], канд. техн. наук, доцент, І. СВІНТАЛЬСЬКИЙ[1], магістрант

[1]Національний університет «Львівська політехніка»

Ключові слова*:* нагрівання проводів, пожежа на автомобілі, пожежна безпека, коротке замикання, електрична мережа автомобіля, електричні проводи.

Вступ. Статистичні дані свідчать, що виникнення пожеж на автомобільних транспортних засобах у всьому світі постійно зростає. Пожежі на пасажирських транспортних засобах супроводжуються багато чисельними травмуваннями і загибеллю людей. Це свідчить про актуальність теоретичних і експериментальних досліджень, спрямованих на підвищення пожежної безпеки автомобілів.

Основною причиною виникнення аварійних режимів у електричній мережі автомобілів є, її незадовільний технічний стан через неякісне технічне обслуговування, порушення кріплення проводів і їх механічні та температурні пошкодження, використання запобіжників невідповідного номіналу тощо. Горючими матеріалами, що спричинюють виникнення і розвиток пожежі на автомобілях є пальне і експлуатаційні рідини, що підтікають на поверхню двигуна і елементів моторного відсіку та горючі конструкційні матеріали.

Мета роботи. Дослідження теплової стійкості проводів електричної мережі автомобілів в аварійних режимах і її потенційного впливу на пожежну безпеку автомобіля.

Виклад основного матеріалу дослідження. У процесі експлуатації автомобілів можуть виникнути аварійні режими функціонування проводів їх електричної мережі, що призводять до значних струмових перевантажень проводів. При струмовому перевантаженні проводів можуть виникнути два характерних види їх аварійного стану: коротке замикання (КЗ) на «масу» із виникненням потужної електричної дуги, що руйнує контакт у місці КЗ, або нагрівання,впродовж певного, часу жили проводу до високої температури, що перевищує теплову стійкість ізоляції із подальшим її оплавленням, тобто руйнуванням і оголенням жили проводу. У першому випадку потужна електрична дуга здатна запалити розташовані поряд горючі матеріали. У другому – нагріта до високої температури оголена жила проводу теж здатна запалити горючі матеріали із якими вона контактує. Крім цього, оголена жила проводу у подальшому, як правило, неминуче контактує із «масою», що призводить на певних відстанях між місцем КЗ і джерелом живлення до виникнення електричної дуги [1]. У будь якому випадку вказані аварійні стани проводів є основною причиною виникнення пожеж при експлуатації автомобілів.

Найбільш ефективним конструктивним захистом від аварійних режимів у електричній мережі автомобілів є система захисту запобіжниками. Однак у цьому випадку проблемою є чутливість запобіжників, тобто величина струму перевантаження і час протягом якого вони спрацьовують при вказаних аварійних станах проводів. При раптовому виникненні КЗ із електричною дугою плавкі і біметалеві запобіжники спрацьовують практично миттєво. При тривалому перевантаженні проводу до температури оплавлення ізоляції при певному струмі перевантаження (коефіцієнт струмового перевантаження при «нечутливості» автомобільних запобіжників становить 1,3 – 1,7 [2]) запобіжник може не спрацювати і це практично призводить у більшості випадків до виникнення КЗ.

На рис. 1 [1] показано, що для кожного проводу, в залежності від площі його перерізу і довжини існує дві характерні зони (ділянки). При малій довжині проводу, меншій від певної величини (крива на рис.1), при КЗ виникає потужна електрична дуга, внаслідок якої відбувається розплавлення і вигоряння металу в зоні контакту та самоліквідація КЗ. При довжині проводу більшій від вказаної межі, перехідний контакт є стійким, струм у колі збільшується до певної величини, струмове перевантаження відбувається тривалий час, що може призвести до значного нагріву жили проводу і її оголення через оплавлення ізоляції.

Рис. 1. Межа між зонами виникнення електричної дуги і повного КЗ з оплавленням ізоляції, у залежності від площі перерізу і довжини проводу

Малі довжини проводів між джерелами електроживлення і точками КЗ характерні для проводів електромережі, прокладеної на незначній відстані від акумуляторної батареї – переважно у моторному відсіку. У цьому випадку незадовільний технічний стан автомобіля – підтікання пального і оливи на нагрітий корпус двигуна і його систем, особливо покритих шаром пилу, стає ідеальним середовищем для займання

Були проведені відповідні випробування проводів перерізом 1,0, 1,5 і 2,5 мм2. Оскільки експериментально встановлено (рис.1) [1], що при малих довжинах проводів у момент КЗ виникає потужна електрична дуга і контакт у місці КЗ руйнується, то з метою збереження цілісності проводів їх довжина кожного перерізу була прийнята однаковою – 5 м. Записи досліджуваних параметрів здійснювалися методом осцилографування і містили визначення наступних величин: струм і напруга у процесі КЗ в проводі до оплавлення ізоляції по всій його довжині на 80 – 90 %; час тривалості КЗ до вказаного ступеню оплавлення ізоляції. Початкова температура досліджуваних проводів прийнята рівній температурі оточуючого повітря + 27 °С.

Температура жили випробовуваних проводів T визначалася виходячи із відомої залежності:

$$R_T = R_{T_1}[1 + \alpha(T - T_1)], \tag{1}$$

звідки

$$T = \frac{R_T}{\alpha R_{T_1}} - \frac{1}{\alpha} + T_1 = \frac{1}{\alpha}\left(\frac{R_T}{R_{T_1}} - 1\right) + T_1, \tag{2}$$

де R_T– змінний опір жили проводу у процесі КЗ: R_{T1}– опір жили проводу при оточуючій температурі перед проведенням експерименту; α – температурний коефіцієнт опору (прийнято для міді при T_1=27 °С – α = 0,004 [2]); T –змінна температура жили проводу при КЗ: T_1 – температура оточуючого середовища.

Результати випробувань наведено у табл. 1.

Таблиця 1.Показники КЗ у залежності від перерізу проводів

Площа перерізу проводу, S мм^2	Напруга у момент КЗ $U_{кз}$, В	Струм на початку КЗ $I_{кз}$, А	Напруга у момент оплавлення ізоляції $U_{оп}$, В	Струм у момент оплавлення ізоляції $I_{оп}$, А	Тривалість КЗ до моменту оплавлення ізоляції t, с

1,0	11,8	135	12,0	50	105
1,5	11,6	200	11,8	73	80
2,5	11,2	310	11,6	110	50

У результаті обробки осцилограм побудований графік залежності температури нагрівання жили проводу від часу (рис. 2). Лінія А на рис. 2 відділяє період початку оплавлення ізоляції, тобто втрати її цілісності. Період до оплавлення ізоляції на 80 – 90 % по всій довжині проводу прийнятий як тривалість КЗ до моменту руйнування ізоляції.

Як бачимо на рис. 2, для всіх випробовуваних проводів, при глухому КЗ їх ізоляція руйнується при температурі нагрівання жили проводу при 460 – 510 °С впродовж 50 – 100 с. Цілком очевидно, що у подальшому їх температура буде зростати до досягнення рівноваги між величиною нагрівання і розсіянням тепла (передачу) у навколишнє середовище або розплавлення жили проводу при малій його довжині. Це з огляду на пожежну небезпеку, навіть при відсутності КЗ із виникненням електричної дуги, є неприпустимим, оскільки температура займання деяких експлуатаційних і конструкційних матеріалів не перевищує 450 °С [3].

Рис.2. Залежність температури нагрівання проводів від часу і площі їх перерізу при глухому КЗ: 1 –1,0 мм²; 2 – 1,5 мм²; 3 – 2,5 мм²

Залежність динаміки збільшення нагрівання проводу при КЗ ΔT від площі його перерізу S і динаміки зміни струму у колі ΔI на основі формул (1 і 2) можна виразити за рівнянням

$$\Delta T = \frac{1}{\alpha}\left(\frac{U_{\text{аб}}}{R_{T_1}\Delta I} - 1\right) + T_1 = \frac{1}{\alpha}\left(\frac{U_{\text{аб}}S}{\rho_1 l \Delta I} - 1\right) + T_1, \quad (3)$$

де ρ_1 – питомий опір жили проводу при температурі оточуючого середовища.

Із залежності (3) слідує, що інтенсивність нагрівання проводу залежить насамперед від співвідношення S/l, тобто від геометричних складових опору проводу. При цьому слід врахувати те, що при малих довжинах проводів між місцем КЗ і акумуляторною батареєю може взагалі не відбуватися нагрівання до оплавлення ізоляції, а миттєво виникає потужна електрична дуга (рис.1) [4].

Із аналізу графіку (рис. 2) випливає, що час нагріву проводу до руйнування ізоляції, з достатньою для практичних цілей точністю, можна визначити за лінеаризованою емпіричною залежністю

$$t = l(A + BS)/S, \quad (4)$$

де l– довжина проводу, м; А і В постійні коефіцієнти; S – площа перерізу проводу, мм^2.

Для нашої групи досліджуваних автомобільних проводів довжиною 5 м A = 18, B = 3,2, тобто $t = 5(18 + 3{,}2S)/S$.

При КЗ всередині функціональних апаратів електрообладнання та при загальмовуванні пошкодженими елементами конструкції чи сторонніми предметами електродвигунів (склоочисник, вентилятор опалювача тощо) перехідний опір зони КЗ може бути значно меншим від опору ділянки проводу між місцем КЗ і акумуляторною батареєю, або струм у колі електродвигуна зросте настільки, що спричинить перегрівання і оплавлення ізоляції.

Висновки. 1. При КЗ час до початку оплавлення ізоляції проводу зменшується із зменшенням його опору.

2. У процесі експлуатації автомобілів можливі випадки КЗ через внутрішні замикання у функціональних апаратах електрообладнання із малим перехідним опором. У цьому випадку вирішальне значення має опір проводу живлення між місцем КЗ і акумуляторною батареєю.

Список літератури:

1. Нємий С. В. Електрична мережа автомобіля як джерело пожежної небезпеки /С. В. Нємий, Т. В. Ребот //Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності: Зб. наукових праць – Львів. ЛДУ БЖД, 2015. – № 26. – С. 116 – 121.

2. Исхаков Х. И. Пожарная безопасность автомобилей /Х. И. Исхаков, А. В. Пахомов, Я. Н. Каминский. – М.: Транспорт, 1987. – 87 с.

3. Хасанов Р. Х. О повышении противопожарной безопасности автомобилей /Р. Х. Хасанов, Е. С. Сидорин//Вестник Оренбургского гос. ун-та. – Оренбург, 2011, № 10 (129). – с. 70 – 75.

ОЦІНКА ВПЛИВУ ВЕЛОІНФРАСТРУКТУРИ НА РУХ НА МІСЬКІЙ МАГІСТРАЛІ

Володимир ПОЛІЩУК[1], д-р техн. наук, проф., Аліна КОРЧЕВСЬКА[1], ст. викл.,
Інна ВИГОВСЬКА[1], ас., Тетяна ДОЛІНСЬКА[1], магістр

[1]Національний транспортний університет, (Україна)

Ключові слова: велосипедист, велоінфраструктура, мобільність, транспортні потоки, безпека дорожнього руху.

Вступ

Щорічно в Україні збільшується кількість велосипедистів. Тенденція швидкого росту, насамперед, була зумовлена запровадженням карантину у 2020 році, коли по всьому світу почала поширюватися коронавірусна інфекція. Це стало поштовхом до більшого розвитку сегменту служби доставок. «Укрпошта», «Нова Пошта», Zakaz.ua, Glovo, Ракета, Bolt Foods зробили стрибок вперед за рахунок того, що люди довгий час не готові були виходити на вулицю і взаємодіяти один з одним. Ця тенденція відповідає світовій, де люди також розпочали віддавати перевагу велосипедам через часткове або повне припинення роботи громадського транспорту чи з метою мінімізувати контакти. [1]

Велосипедний транспорт є одним із елементів досягнення сталої мобільності, оскільки має багато переваг, таких як: відсутність потреби пального, у порівнянні з автомобільним транспортом, створює менше проблем при паркуванні, відсутність викидів парникових газів, доступний для більшості людей, а також позитивно впливає на здоров'я людей, якість життя у містах і безпеку дорожнього руху. Україна є кандидатом вступу до ЄС, в якому мобільність – це одна із основних вимог.

Мета роботи

Безпека є першим фактором, що зумовлює розвиток вело інфраструктури. Для того, щоб місто було більш безпечним для велосипедистів необхідно інженерно та інфраструктурно забезпечити мінімізацією кількості та тяжкості ДТП. Вирішенням є відокремлені делініаторами чи бортами велосипедні доріжки, а також грамотне проектування велоінфраструктури, якщо на ВДМ не має велодоріжки, і немає можливості її там облаштувати, можна запровадити зниження швидкості руху автомобілів, що зробить ділянку більш безпечною.

Виклад основного матеріалу дослідження

Більшість країн у світі вже давно зрозуміли, що необхідно робити акцент на влаштуванні безпечної дорожньої інфраструктури. Адже люди завжди помилялись і будуть помилятись. Тому не можна сподіватись на досконалу поведінку людей і винуватити лише їх за те, що вони спричиняють ДТП. Необхідно організувати дорожній рух таким чином, щоб помилки людей не приводили до смертельних наслідків.

У столиці Норвегії – Осло (населення близько 670 тис.) за 2019 рік внаслідок ДТП не загинуло жодного пішохода, велосипедиста або дитини. Єдиним, хто загинув в дорожньому русі в Осло в 2019 році, був дорослий чоловік, який автомобілем зіткнувся з забором. Тобто, на прикладі інших міст можна побачити, що зменшити кількість дорожньо-транспортних пригод на дорогах можливо.

За різними даними, в Україні за 2020 рік сталося від 1768 до 2097 ДТП за участю велосипедиста. Щонайменше 235 з них загинуло і 1610 – травмовані. Часто причина таких ДТП – відсутність велоінфраструктури та висока швидкість автомобілів. [2]

Безпечні міста для велосипедистів – це ті, що є лідерами рейтингу комфортних міст в Україні. У 2020 році таким містом визнали – Вінницю, де якраз розвинена система громадського транспорту та велоінфраструктура.

Київ, намагається наздогнати Вінницю, Івано-Франківськ та Львів, але у міста інші масштаби. З 2014 кількість ДТП за участю велосипедистів в Києві збільшилася в середньому на 57% порівняно із попередніми роками. Це можна пов'язувати зі щорічним приростом кількості велосипедистів в середньому на 10% щороку. Водночас, з 2015 року спостерігається зниження тенденції ДТП за участі велосипедистів.

6 липня 2017 року Київською міською радою було прийнято рішення від № 724/2886 «Про затвердження Стратегії розвитку міста Києва до 2025 року», яке включає в себе

Концепцію реалізації завдань цієї стратегії в сфері діяльності міського транспорту. Концепція зазначає, що розподіл поїздок за видами транспорту має значний потенціал до збільшення частки велосипедного транспорту (рис. 1) [3]

Рисунок 1 - Очікуваний розподіл поїздок за видами транспорту до 2025 року

Схему велосипедних маршрутів було розроблено громадською організацією «Асоціація велосипедистів Києва» у кілька етапів із залученням міжнародних консультантів, міських чиновників в галузі транспортної інфраструктури та велосипедистів Києва.

Основними шляхами для велосипедистів в містах є:

1) велосипедна доріжка – ділянка з покриттям поза межами проїзної частини вулиці та/або дороги, розташована окремо чи суміжно з тротуаром або пішохідною доріжкою, що призначена для руху на велосипедах, інвалідних колясках, немоторизованих засобах пересування і позначена відповідними дорожніми знаками та дорожньою розміткою;

2) велосипедна смуга - смуга, призначена для руху велосипедистів в межах проїзної частини вулиці та/або дороги, яка виділена за допомогою дорожньої розмітки або конструктивно.

Велосипедні доріжки влаштовують переважно односторонніми з обох боків вулиці. За наявності забудови з одного боку вулиці влаштовують велосипедну доріжку з двостороннім руху на забудованій стороні. Велосипедні смуги проектуються лише для одностороннього руху. На вулицях з одностороннім рухом транспортних засобів велосипедний рух слід передбачати в обох напрямках.

Безпека та привабливість велосипедного руху відіграє важливу роль в управлінні попитом на транспортні послуги. Велосипедні доріжки – це фізичний захід, який підвищує безпеку і комфорт для велосипедистів та узаконює їх місце на дорозі. Вони найпотрібніші на вузьких завантажених автомагістралях, де вища ймовірність зіткнення з автомобілями. [3] В умовах Києва на практиці підтверджено, що будівництво інфраструктури значно покращує показники користування велосипедним транспортом, зокрема у висновках транспортної моделі. Тому якщо вулиця є частиною велосипедного маршруту, то доцільно будувати велосипедну інфраструктуру [4].

Проте рух велосипедистів в умовах інтенсивних ТП на вулицях більшості міст також може становити досить значну потенційну небезпеку для них як з точки зору можливості виникнення ДТП, так і у зв'язку зі значним рівнем загазованості атмосферного повітря на окремих ділянках ВДМ міста.

Тому раціональна організація велосипедного руху в місті в загальному випадку передбачає вирішення наступних основних задач:

• створення умов для необхідного відокремлення та захисту від автомобільного руху;

• забезпечення достатньої пропускної здатності велосипедних смуг (доріжок) (оскільки потік велосипедистів за характером руху багато в чому подібний ТП, для теоретичного аналізу цілком обґрунтовано застосовувати поняття динамічного габариту та пропускної здатності; теоретичну пропускну здатність смуги велосипедної доріжки в умовах безперервного колонного руху можна приймати рівною 1000 од / год);

• облаштування безпечної взаємодії транспортного потоку на переїздах та перехрестях на одному рівні;

• інформаційне забезпечення велосипедистів щодо напрямків та режимів їх руху;

• виділення та облаштування місць для тимчасового зберігання велосипедів біля об'єктів тяжіння (це є важливим, оскільки кожному велосипедисту гарантуються збереження і можливість швидкого виявлення свого велосипеда; для цього необхідні спеціальні пристрої, що дають змогу компактно і надійно розташовувати велосипеди, а також забезпечити зручний доступ до них власників).

Для аналізу велосипедного руху було застосовано за допомогою транспортного мікро-моделювання в програмному забезпеченні PTV Vissim. Це інструмент імітаційного моделювання, який дозволяє оцінити транспортну ситуацію на ділянках ВДМ, обрати оптимальну схему управління ДР, визначити пропускну спроможність, оптимізувати роботу сигнальних установок, а також провести аналіз.

Для аналізу безпеки велосипедного руху у програмі PTV Vissim було змодельовано дві ситуації:

- рух велосипедистів велосипедною смугою, що розташована збоку проїзної частини;
- рух велосипедистів в транспортному потоці.

Рисунок 2 – Результати моделювання руху велосипедистів в транспортному потоці

Велосипедні смуги – це спеціальні смуги руху для одностороннього руху велосипедистів, які позначають дорожнім знаком 4.14 «Доріжка для велосипедистів». Рух автотранспорту по велосипедних смугах заборонений, однак їх дозволено перетинати для виконання поворотів, а також для заїзду чи виїзду з парковок. Велосипедні смуги відділяють від проїзної частини (смуги для стоянки) за допомогою розмітки 1.1 (суцільної лінії шириною 0,25 м). Там, де цю лінію можна перетинати (наприклад, у зонах перехрещень зі смугами руху) використовується пунктирна лінія із співвідношенням 0,5 м / 0,5 м; на примиканнях другорядних вулиць та виїздів з прилеглої території – пунктирна розмітка (0,50 м / 0,25 м). У проблемних зонах велосипедну смугу рекомендовано відділяти за допомогою дорожньої розмітки 1.15. (зафарбовується як правило, у червоний колір).

Моделювалась ділянка вулично-дорожньої мережі за конфігурацією Т-подібне перехрестя на головній дорозі по дві смуги для руху в кожному напрямку, а на другорядній по одній смузі для руху. Ширина проїзної частини головної дороги складає 15 метрів (по дві

смуги для руху в кожному напрямку шириною 3,75 метри). Ширина проїзної частини другорядної дороги складає 8,4 метри (по одній смузі для руху в кожному напрямку шириною 4,2 метри).

При моделюванні враховувались інтенсивність руху, швидкість та склад транспортного потоку. Інтенсивність руху на головній дорозі в межах 1200-1600 авт/год, на другорядній дорозі - 570-800 авт/год. Склад транспортного потоку переважно легковий – 77%, 10% – вантажні автомобілі, 8% – автобуси і 5% - велосипедисти.

Для підкреслення цільового призначення велосипедної смуги зазвичай достатньо нанести на покриття піктограму «Велосипед»; також можливе маркування символом дорожнього знаку «Велодоріжка».

Велосипедна смуга, включно з лініями дорожньої розмітки (0,25 м), повинна мати ширину 1,85 м (може бути збільшена до 2,00 м). Суміжні смуги руху для транспортних засобів повинні мати ширину принаймні 2,75 м (стандартна ширина таких смуг складає 3,25 м).

Між велосипедними смугами і суміжними смугами для стоянки завжди має бути виділена розділювальна смуга безпеки, що також відокремлена за допомогою лінії розмітки шириною 0,25 м. З метою безпеки руху велосипедні смуги не повинні прокладатись праворуч від паркувальних місць.

Рисунок 3 – Результати моделювання руху велосипедистів велосипедною доріжкою, що розташована збоку проїзної частини

Порівняльний аналіз двох варіантів рух велосипедистів в транспортному потоці та рух велосипедистів велосипедною смугою, що розташована збоку проїзної частини включає середній час затримки, середню кількість зупинок та середню швидкість транспортних засобів.

Для поточного варіанту рух велосипедистів в транспортному потоці середній час затримки складає 120.17, середня швидкість – 35.87 км/год та середній час простою на ТЗ – 12. 3 с.

Після реалізації запропонованого варіанту руху велосипедистів велосипедною доріжкою, що розташована збоку проїзної частини середній час затримки склав –70.14 с, середня швидкість збільшилась до 45.2 км/год та середній час простою транспортних засобів зменшився до 5,7 с. Порівняння даних наведено на рисунку 4.

Рисунок 4 – Результати моделювання

Для поліпшення умов велосипедного руху на перехрестях також можуть додатково застосовуватись деякі спеціальні алгоритми світлофорного регулювання.

Використання спільної вело-пішохідної доріжки є виправданим лише там, де обидва види руху є не надто інтенсивними.

Висновки

Отже, з результатів моделювання видно, що з подальшим ростом велосипедного руху транспортна проблематика стане більш гострою. Виникне необхідність у розділенні автомобільних та велосипедних потоків з метою підвищення безпеки та швидкості руху для кожної з цих груп учасників дорожнього руху.

Список літератури

1. Бегерський Д.Б., Вітюк І.В., Бегерська Т.С. Використання велотранспорту у Житомирі. Проблеми і перспективи / Д.Б. Бегерський, І.В. Вітюк, Т.С. Бегерська // Державний університет «Житомирська політехніка» [Електронний ресурс] – 2022р. – режим доступу https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/06/1-2.pdf

2. Українська правда. Електронні ресурси в науці, культурі та освіті [Електронний ресурс] – 2022р. – режим доступу https://life.pravda.com.ua/society/2021/10/1/246082/

3. Інструкція з управління попитом на транспортні послуги «Кліматично сприятлива концепція стійкої мобільності в українських містах» за підтримки Німецького Федерального міністерства навколишнього середовища, охорони природи та безпеки реакторів на підставі рішення Німецького Бундестагу / Відділ 44. Вода, енергія та транспорт // [Електронний ресурс] – 2022р. – режим доступу https://dei.kyivcity.gov.ua/content/strategiya-rozvytku-mista-kyieva-do-2025-roku-nova-redakciya1.html

4. Департамент економіки та інвестицій виконавчого органу київської міської державної адміністрації [Електронний ресурс] – 2022р. – режим доступу https://dei.kyivcity.gov.ua/content/strategiya-rozvytku-mista-kyieva-do-2025-roku-nova-redakciya1.html

5. Компанія Беспалов ЛАБ [Електронний ресурс] – 2022р. – режим доступу https://b-lab.pro/ptv-visum/

6. Розумний транспорт і логістика для міст : навчальний посібник / [авт. колектив: О. О. Лобашов, М. В. Ольхова, А. С. Галкін та ін.] – Житомир : «Житомирська політехніка», 2021. – 609 с.

УПРАВЛІННЯ ШВИДКІСТЮ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ВРАЗЛИВИХ УЧАСНИКІВ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Володимир ПОЛІЩУК[1], д-р техн. наук, проф., Сергій ЯНІШЕВСЬКИЙ[1], канд. техн. наук, доц., Оксана БІЛОНОГ[1], канд. техн. наук, доц.

Національний транспортний університет (Україна)

Ключові слова: дорожній рух, мобільність, безпека, аварійність, вразливі учасники руху, швидкість

Вступ

Безпека дорожнього руху (БДР) є ключовим елементом розвитку будь–якого сучасного суспільства. Тому наразі в світі приділяють значну увагу розробленню та здійсненню практичних заходів з БДР, спрямованих на запобігання дорожньо–транспортному травматизму.

Сучасний рівень смертності та травматизму внаслідок ДТП в Україні є достатньо високим, а рівень управління БДР залишається низьким, про що у своїх звітах неодноразово наголошували експерти ВООЗ, Світового банку та інших міжнародних інституцій. Для вирішення вказаної проблеми у 2020 році була прийнята «*Стратегія підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2024 року*» [1].

Значну увагу при розробці цієї Стратегії було приділено питанням поліпшення безпеки **вразливих учасників руху** – пішоходів, велосипедистів, осіб, що здійснюють рух на двоколісних мопедах або мотоциклах, дітей, людей старшого (похилого) віку та людей з інвалідністю [2] (зауважимо, що в нормативній та спеціальній літературі також застосовується близьке за своєю сутністю поняття **маломобільних груп населення** – осіб, які відчувають труднощі при самостійному пересуванні, одержанні послуги, необхідної інформації або при орієнтуванні у просторі).

Оскільки швидкість руху транспортних засобів (ТЗ) на практиці є одним з ключових факторів БДР, проблема пошуку ефективних шляхів управління нею для зменшення потенційних ризиків мобільності вразливих учасників руху є актуальною та соціально значимою.

Мета роботи

Загальною метою дослідження, за результатами якого підготовлені тези, є аналіз інженерно–планувальних рішень, організаційних та управлінських заходів для поліпшення безпеки руху вразливих його учасників в Україні з урахуванням специфічних особливостей забезпечення їх мобільності та прогресивних світових практик.

Виклад основного матеріалу дослідження

Безпека є одним з базових критеріїв оцінки функціонування будь-якої транспортної системи та забезпечення мобільності населення. Так, наприклад, за даними консалтингової фірми McKinsey & Company**,** фахівці якої у 2018 році проводили комплексне дослідження впливу транспортних систем на якість життя в 24 містах світу (з чисельністю населення агломерації понад 5 млн. жителів), саме **фізична безпека** була визнана **ключовим аспектом системи міського транспорту** (як на думку експертів, так і за результатами опитування жителів), випередивши за ступенем важливості всі інші показники основних груп факторів якості (фізична доступність; фінансова доступність; ефективність; зручність) [3].

Під БДР розуміють такий стан процесу (системи) дорожнього руху, що визначає ступінь (рівень) захищеності його учасників від ДТП та їх наслідків [2]. Тому з метою загальної оцінки фактичного стану БДР для вразливих учасників руху був проведений **статистичний аналіз дорожньо–транспортної аварійності та травматизму в Україні за останні 7 років** (2015–2021), вихідними даними для якого стала інформація зі щорічних звітів Національної поліції України (таблиця 1).

Таблиця 1 – Дорожньо–транспортна аварійність в Україні [4]

Рік	Загалом в Україні	Наїзд на пішохода		Наїзд на велосипедиста		ДТП за участю дітей	
		Всього	Частка, %	Всього	Частка , %	Всього	Частка, %
ДТП з постраждалими							
2015	25493	8734	34,3	1732	6,8	3577	14,0
2016	26782	9103	34,0	1661	6,2	3757	14,0
2017	27220	9338	34,3	1668	6,1	4135	15,2
2018	24294	8190	33,7	1496	6,2	3739	15,4
2019	26052	8612	33,1	1526	5,9	3903	15,0
2020	26140	7641	29,2	1768	6,8	3574	13,7
2021	24521	7509	30,6	1355	5,5	3691	15,1
Кількість загиблих у ДТП осіб							
2015	4003	1449	36,2	270	6,7	216	5,4
2016	3410	1261	37,0	239	7,0	181	5,3
2017	3432	1274	37,1	241	7,0	175	5,1
2018	3350	1237	36,9	218	6,5	176	5,3
2019	3454	1261	36,5	223	6,5	164	4,7
2020	3541	1198	33,8	235	6,6	168	4,7
2021	3238	1148	35,5	195	6,0	193	6,0
Кількість травмованих у ДТП осіб							
2015	31600	8067	25,5	1569	5,0	3907	12,4
2016	33613	8546	25,4	1500	4,5	3998	11,9
2017	34677	8787	25,3	1495	4,3	4483	12,9
2018	30884	7591	24,6	1347	4,4	4059	13,1
2019	32736	8005	24,5	1392	4,3	4435	13,5
2020	31974	6959	21,8	1610	5,0	3957	12,4
2021	29738	6849	23,0	1208	4,1	4160	14,0

Як бачимо, **частка ДТП за участю вразливих учасників руху** (наїздів на пішоходів та велосипедистів) в нашій країні за останні 7 років залишається значною (36÷41 %), аналогічним чином характеризується **рівень тяжкості** таких ДТП (насамперед – щодо загиблих осіб, частка яких за останні роки стабільно перевищує 40 %).

Для порівняння (див. рисунок 1):

– у Німеччині за 2021 рік частка ДТП за участю пішоходів та велосипедистів складала 24,2% (5,2% та 19,0% відповідно), частка загиблих та травмованих внаслідок цих пригод – відповідно 27,9% (13,4% та 14,5%) та 32,9% (7,0% та 25,9 %) від загальної їх кількості [5];

– в Польщі за 2021 рік за участю пішоходів та велосипедистів було скоєно близько третини всіх ДТП (частка таких пригод становила 20,0% та 15,4% відповідно), частка загиблих в цих аваріях склала 31,2 % (23,0 % та 8,2 %), травмованих – 28,4 % (16,3 % та 12,1%) від загальної їх кількості [6].

Рисунок 1 – Відносні показники дорожньо–транспортної аварійності за участю вразливих учасників руху (2021 рік)

Актуальною проблемою також є **дитяча аварійність** в Україні – відносні показники тяжкості наслідків ДТП серед дітей віком до 18 років теж суттєво перевищують аналогічні показники Німеччини та Польщі (зокрема, за кількістю загиблих на 36% та 62% відповідно – див. рисунок 2).

Рисунок 2 – Відносні показники тяжкості наслідків ДТП за участю дітей (2021 рік)

Таким чином, за участю вразливих учасників руху в Україні протягом останніх років скоюється близько **половини всіх ДТП з постраждалими**, і стійкої тенденції щодо зменшення цієї частки не спостерігається. При цьому особливе занепокоєння викликає **значна смертність серед пішоходів та дітей**, яка суттєво перевищує відповідний рівень в країнах Європи.

Наїзди на пішоходів, як і інші види ДТП, не є фатальними подіями, оскільки їх можна і спрогнозувати, і попередити. Основні **фактори ризику** для пішоходів добре відомі: **небезпечна поведінка водіїв** (насамперед, в частині **порушення швидкісного режиму** та управління ТЗ в стані сп'яніння); незадовільний **стан пішохідної інфраструктури** (наприклад, відсутність тротуарів, переходів чи належного їх облаштування); **недоліки конструкції ТЗ** в частині їх пасивної безпеки. Актуальною для України також є проблема несвоєчасного (неякісного) **надання невідкладної медичної допомоги** пішоходам, які були травмовані.

Одним з найбільш ефективних способів підвищення безпеки вразливих учасників руху є **зниження швидкості ТЗ** (вона є ключовим фактором не лише **ризику скоєння наїздів** на них, але і **тяжкості наслідків** таких ДТП). Тому одночасно з заходами, що зменшують імовірність контактування таких учасників руху з рухомими ТЗ, необхідно також **управляти швидкісним режимом** останніх.

Особливо важливим є забезпечення низької швидкості руху автомобілів **в місцях інтенсивного руху дітей** (зі збільшенням швидкості ТЗ поле зору водія звужується, ускладнюючи їм можливості своєчасного виявлення маленьких дітей чи реагування на їх раптовий вихід на проїзну частину).

Інженерно–технічний підхід до **управління швидкістю ТЗ** передбачає багато заходів, спрямованих на її обмеження (насамперед – регламентація максимальних значень та заспокоєння дорожнього руху), а також заходи психологічного впливу. Всі вони мають не лише забезпечити доцільне обмеження швидкості, а і сприяти деякому зменшенню інтенсивності руху ТЗ. Під **засобами заспокоєння** (*traffic calming means*) розуміють конструктивні елементи дороги (вулиці) або технічні засоби, які призначені для зниження швидкості дорожніх ТЗ та підвищення уважності всіх учасників руху [7].

Об'єми впровадження заходів щодо обмеження швидкості ТЗ можуть варіюватись від локальних удосконалень на місцевих вулицях до масштабних перебудов і модифікацій на значній території. Результати численних досліджень демонструють зниження кількості ДТП за участю пішоходів після реалізації **заходів з заспокоєння** дорожнього руху (спорудження острівців безпеки, влаштування підвищених пішохідних переходів та звужень проїзної

частини перед ними, застосування штучних перешкод та нерівностей покриття), а також комплексної модифікації перехресть. Найбільший ефект дає **поєднання** декількох видів заходів (в ідеалі, їх слід застосовувати на різних вулицях в масштабах всього району).

Вибір заходів має бути продиктований особливостями **місцевих умов**, тому дуже важливо застосовувати окремі з них на таких типах елементів інфраструктури (переходах, перехрестях, ділянках вулиць чи житлових районів, тощо), для яких вони призначені. Крім того, також дуже важливо заздалегідь визначити, що є **основним завданням** – зниження швидкості руху транспорту, зменшення його інтенсивності або ж вирішення обох цих задач. Штучні нерівності покриття (дорожні пагорби), кільцеві пересічення та інші заходи з обмеження швидкості автомобілів сприймаються деякими фахівцями, місцевими жителями і представниками ЗМІ як перешкоди для «нормального» дорожнього руху, в результаті може виникати протидія цим заходам. Тому вже на етапі планування таких заходів для досягнення відповідного консенсусу можуть знадобитися участь місцевих жителів.

Самі по собі заходи щодо обмеження швидкості та інтенсивності руху **не гарантують** повної безпеки для вразливих його учасників. Необхідно одночасно вирішувати й **інші завдання** (наприклад, посилювати контроль дотримання законів і Правил дорожнього руху, забезпечити ефективне зовнішнє освітлення ділянок в темну пору доби, тощо). Загальні **рекомендації** щодо умов та наслідків застосування таких заходів наведені у таблиці 2.

Таблиця 2 – Заходи для зниження швидкості та інтенсивності руху ТЗ, їх використання та імовірні результати [8]

Найменування заходу	Можливість використання для зменшення швидкості		Вплив на інтенсивність руху
	магістральні вулиці	місцеві вулиці	
Штучні нерівності покриття проїзної частини (дорожні пагорби)	Ні	Так	Можливий
Локальні підвищення рівня проїзної частини (в т.ч. – в зоні перехресть)	З обережністю	Так	Можливий
Підвищені пішохідні переходи	Так	Так	Можливий
Тактильні елементи на тротуарах	Так	Так	Можливий
Шумові смуги на покритті перед пішохідними переходами	Так	Так	Відсутній
Заміна світлофорного регулювання на перехрестях кільцевим рухом (міні–кільця)	Ні	Так	Можливий
Кільцеві пересічення в одному рівні	Так	Так	Малоймовірний
Перепланування Т–подібних перехресть	Так	Так	Можливий
Зменшення радіусу повороту на перехресті	Так	Так	Можливий
Облаштування центрального острівця безпеки на пішохідному переході	Так	Так	Можливий
Зменшення довжини пішохідного переходу (облаштування чокерів)	Так	Так	Можливий
Звуження проїзної частини (зменшення числа смуг руху чи їх ширини)	Так	Так	Наявний
Введення обмеження швидкісного режиму	Так	Так	Відсутній
Проектування ділянки вулиці (дороги) з урахуванням її сприйняття водієм (перцепційний дизайн)	Так	Так	Можливий
Встановлення попереджувальних дорожніх знаків	Так	Так	Відсутній
Перекриття руху на половині проїзної частини	Так	Так	Наявний
Діагональний поділ зони перехрестя непроїзним бар'єром	Так	Так	Наявний
Створення на штучних поворотів (шикан)	Так	Так	Відсутній
Бар'єри уздовж розділової смуги	Так	Ні	Наявний

Диференціація швидкісного режиму на окремих ділянках мережі	Так	Ні	Відсутній
Координоване світлофорне управління рухом	Так	Ні	Відсутній

Висновки

За участю вразливих учасників дорожнього руху в Україні протягом останніх років скоюється близько половини всіх ДТП з постраждалими, і стійкої тенденції щодо зменшення цієї частки не спостерігається. Особливе занепокоєння викликає значна смертність серед пішоходів та дітей, яка суттєво перевищує відповідний рівень в країнах Європи.

Вирішення проблеми безпеки мобільності вказаних груп населення передбачає подальше удосконалення просторового устрою та планувального рішення шляхів їх пересування, які повинні бути доповнені необхідними заходами щодо управління рухом ТЗ для забезпечення пріоритету саме вразливих учасників руху.

Швидкість руху ТЗ є ключовим фактором не лише ризику ДТП за участю вразливих учасників руху, але і тяжкості їх наслідків. Управління цією швидкістю для підвищення рівня БДР передбачає, зокрема, регламентацію максимальних значень та заспокоєння руху, комплексну модифікацію перехресть, а також заходи психологічного впливу. В роботі наведені відомості про конкретні заходи (рішення) для зниження швидкості та інтенсивності руху, які базуються на багаторічному світовому досвіді та мають більш масово розповсюджуватись в Україні.

Список літератури

1. Стратегія підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2024 року (Електронний ресурс). Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1360–2020

2. Проект Закону України від 26.09.2016 № 5184 «Про дорожній рух та його безпеку» (Електронний ресурс). Режим доступу: https://ips.ligazakon.net/document

3. Транспортные системы 24 городов мира: составляющие успеха // McKinsey Center for Future Mobility Июнь 2018 г. © 2018 McKinsey & Company www.mckinsey.com

4. Статистика ДТП в Україні // Департамент патрульної поліції НП України (Електронний ресурс). Режим доступу: http://patrol.police.gov.ua/statystyka

5. Tabellen: Polizeilich erfasste Unfälle im Straßenverkehr; Beteiligte und Verunglückte (Електронний ресурс). Режим доступу: https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft–Umwelt/Verkehrsunfaelle

6. Wypadki drogowe w Polsce w 2021 roku (Електронний ресурс). Режим доступу: https://statystyka.policja.pl/st/ruch–drogowy/76562,wypadki–drogowe–raporty–roczne.html

7. Безпека дорожнього руху. Засоби заспокоєння руху. Загальні технічні вимоги: ДСТУ 4123:2020. – [Чинний від 2020–11–01] – К., ДП «УкрНДНЦ», 2020. – 15 с. – (Національний стандарт України)

8. Безопасность пешеходов. Руководство по безопасности дорожного движения для руководителей и специалистов © ВООЗ, 2013 год (Pedestrian safety: a road safety manual for decision–makers and practitioners. Handbook. I. World Health Organization. II. FIA Foundation for the Automobile and Society. III. Global Road Safety Partnership. IV. World Bank. ISBN 978–924–450–535–9.

ПРОБЛЕМИ ОБЛІКУ ТА НАЛІЗУ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД В УКРАЇНІ

Олександр РЯБУШЕНКО[1], канд. техн. наук, доц., Сергій ДАНЕЦЬ[2], канд. техн. наук.

[1] Харківський національний автомобільно-дорожній університет (Україна)
[2] Харківський науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України (Україна)

Ключові слова: дорожній рух, безпека дорожнього руху, облік ДТП, аналіз ДТП, коефіцієнт пригод,

Вступ.

Сучасний стан безпеки дорожнього руху в Україні за показниками аварійності та смертності внаслідок ДТП, нажаль, не може бути визнаний задовільним. Наприклад, число загиблих на 100 тис. жителів в Україні в три рази вище, ніж у Великобританії і Швеції, в два рази, чим в Німеччині, Данії і Канаді. Тяжкість наслідків ДТП в Україні в 5-10 разів перевищує значення цього показника в інших країнах Європи [1]. Ситуація в дорожній галузі, таким чином, ставить під загрозу забезпечення економічної, соціально-демографічної і інших видів національної безпеки країни та вимагає планування та реалізації ефективних заходів з підвищення рівня безпеки дорожнього руху.

Мета роботи.

В сучасних умовах, коли основні кошти держава змушена витрачати на оборону від військової агресії та подальшу відбудову суспільного господарства, ще більшу актуальність набуває проблема раціонального планування першочергових заходів з поліпшення організацію дорожнього руху. Значну роль в її розв'язанні займає використання ефективної методики визначення небезпечних ділянок доріг та місць концентрації ДТП, що є значним резервом економії суцільних витрат для власників автомобільних доріг. Тому, вдосконалення існуючої в Україні система обліку та аналізу ДТП є важливим завданням, що потребує уваги науковців.

З точки зору статистики, одна з причин складності аналізу ДТП є їх низька частота. Більш того, оскільки ДТП є рідкісними подіями, ми спостерігаємо, що на більшості ділянок дороги ДТП можуть взагалі не відбуватися протягом періоду аналізу. Таким чином, проблема дослідження ефективних методів пошуку та аналізу місць концентрації ДТП на ділянках ВДМ міст зберігає свою актуальність.

Виклад основного матеріалу дослідження.

На даний час облік ДТП в Україні має здійснюватися на основі Правил ведення обліку дорожньо-транспортних пригод, що були затверджені постановою Кабінету Міністрів України від 22 травня 2019 р. № 424 (далі – Правила) [2]. Правила прийшли на заміну Порядку обліку дорожньо-транспортних пригод (постанова Кабінету Міністрів України від 30 червня 2005 р. № 538) (далі – Порядок), який наразі втратив чинність.

Якщо провести співставлення двох зазначених документів, можна побачити кілька важливих відмінностей, що можуть бути ранжуванні за критеріями:

1. *Стосовно концепція обліку ДТП.* Якщо Порядок визначав процедуру єдиного обліку ДТП на всій території України, то Правила визначають порядок ведення обліку дорожньо-транспортних пригод в єдиній інформаційній системі МВС. Внаслідок цього, статистичні дані ДТП були видалені з офіційного сайту Державної служби статистики України та єдиним джерелом такої інформації залишається сайт Патрульної поліції.

2. *Стосовно мети обліку ДТП.* У Порядку метою зазначалося одержання об'єктивних статистичних даних для оцінки стану аварійності на дорогах України, аналізу причин виникнення цих пригод і вжиття заходів до їх запобігання. У Правилах робиться наголос на автоматизації процесів проведення оцінки стану аварійності, аналізу обставин, причин і умов, що сприяли виникненню ДТП.

3. *Стосовно переліку даних.* Згідно Порядку, відомості про ДТП вносилися до єдиної централізованої бази даних із зазначенням обставин пригоди, даних про транспортні засоби, загиблих і потерпілих. В Правилах було розширено та конкретизовано перелік даних про ДТП, що мають бути зафіксовані, але, разом з тим було скасовано поняття єдиної бази даних.

4. *Стосовно процедури.* Згідно Порядку, облік ДТП поділявся на загальнодержавний і відомчий, при цьому для загальнодержавного обліку був розгорнуто прописаний порядок його проведення. В Правилах лише зазначається, що відповідні методики мають затверджуватися МВС за погодженням з Мінінфраструктури та МОЗ. Оскільки такі методики, вочевидь, є внутрішньо-міністерськими документами, сама процедура внесення даних про ДТП до інформаційній системі МВС наразі стає непрозорою, що виключає можливість для будь-якої оцінки її досконалості.

5. *Стосовно доступу до інформації.* У Порядку зазначалося, що Підрозділи Державтоінспекції зобов'язані повідомляти про ДТП засоби масової інформації з метою інформування громадськості про їх наслідки, обставини і причини. Крім того, облікові дані про ДТП і потерпілих мали надаватися підприємствам та організаціям на їх запити або на підставі договорів. У Правилах лише вказується, що шляхи отримання уповноваженими органами безпосереднього доступу до інформації в єдиній інформаційній системі МВС встановлюються у визначеному законодавством порядку. Практично, таке формулювання виключає доступ до даних про ДТП сторонніх юридичних та фізичних осіб, зокрема наукових установ, громадських організацій, ЗМІ, окрім тієї інформації, що оприлюднюється самими органами МВС.

Далі розглянемо існуючі в Україні проблеми аналізу ДТП.

Незважаючи на те, що ДТП є однією з основних причин загибелі людей в усьому світі, тим не менш, з просторово-часової точки зору вони є рідкісною подією. Впровадженню ефективних заходів профілактики ДТП в містах передує аналіз рівня концентрації ДТП. Концентрація ДТП означає, що на порівняно невеликій ділянці вулично-дорожньої мережі (ВДМ) відбувається велика кількість пригод, коли можна припустити, що провідну роль в цьому відіграє навколишнє середовище. У разі, якщо аварії розосереджені по місту в цілому - найбільший вплив робить фактор водія. Таким чином, первинним етапом при вирішенні проблеми безпеки дорожнього руху на вулицях та дорогах є аналіз існуючого стану аварійності та виявлення місць концентрації ДТП (топографічний аналіз). Це завдання може бути реалізоване лише при наявності достовірних статистичних даних про всі події, що трапилися в досліджуваному регіоні протягом якнайменш календарного року з їх прив'язкою до місцевості.

Вченими і дослідниками в усьому світі були проведені численні дослідження для визначення просторових закономірностей ДТП і розробки методів визначення місць, схильних до аварійності, з використанням сучасних методів аналізу, таких як, метод Байєса або метод інтелектуального аналізу даних [3]. Розповсюдженим інструментом для аналізу місць зосередження ДТП (а також інших просторово розподілених подій) є теплова карта.

В нормативній базі України порядок визначення концентрації ДТП наведено у галузевому стандарті ГСТУ 218-03450778.090-2001 "Безпека дорожнього руху. Автомобільні дороги загального користування. Порядок визначення ділянок і місць концентрації дорожньо-транспортних пригод" (далі - Стандарт), який установлює порядок визначення та обліку ділянок і місць концентрації ДТП на автомобільних дорогах загального користування [4]. Стандарт розділяє поняття «ділянка концентрації ДТП» та «місце концентрації ДТП», критеріями виявлення яких є одночасно певна кількості подій протягом звітного періоду та коефіцієнт пригод $K_{пр}$.

Новітнім нормативним документом, що регулює аналіз концентрації ДТП в Україні, є Порядок виявлення аварійно-небезпечних ділянок та місць концентрації дорожньо-транспортних пригод (далі – Порядок виявлення), затверджений Наказ Міністерства інфраструктури України від 12 серпня 2022 року № 598, який зовсім нещодавно набув чинності [5]. Оскільки зазначається, що цей Порядок встановлює процедуру виявлення,

взяття на облік, оцінювання та зняття з обліку аварійно-небезпечних ділянок та місць (ділянок) концентрації дорожньо-транспортних пригод на автомобільних дорогах загального користування та на вулицях і дорогах міст та інших населених пунктів, даний документ має замінити Стандарт.

На відміну від Стандарту, згідно Порядку виявлення умовою встановлення ділянки або місця концентрації ДТП є лише кількість ДТП із загиблими та/або травмованими. А показник $K_{пр}$ виступає лише в якості критерія оцінки ступеня їх небезпеки, який має враховуватися при плануванні заходів з підвищення безпеки дорожнього руху на ділянках та місцях концентрації ДТП. При цьому $K_{пр}$ визначається як:

$$K_{пр} = \frac{10^6 \cdot Z}{t \cdot 365 \cdot N \cdot L}, \quad (1)$$

Z - кількість ДТП із загиблими та/або травмованими на місці чи ділянці концентрації ДТП.;

t - кількість років спостереження за розподілом ДТП із загиблими та/або травмованими;

N - середньорічна добова інтенсивність руху за попередній рік періоду спостереження за розподілом ДТП із загиблими та/або травмованими на ділянці автомобільної дороги (колісних транспортних засобів на добу);

L - довжина ділянки концентрації ДТП, км. Якщо ділянка має протяжність менш ніж 1 км, то показник L приймається рівним одиниці.

Такий підхід можна вважати обгрунтованим, оскільки з точки зору негативних соціальних наслідків ДТП переважне значення має лише кількість подій.

За ступенем небезпеки місце (ділянка) концентрації ДТП в залежності від значення $K_{пр}$ поділяються на типи: малонебезпечні ($K_{пр}$=0,41-0,80); небезпечні ($K_{пр}$=0,81-1,2); дуже небезпечні ($K_{пр}$>1,2). Кількість років спостереження при визначенні місць та ділянок концентрації ДТП становить від 1 до 3 років.

Тепер потрібно вказати на істотні недоліки зазначеної методики аналізу аварійності.

Перш за все слід відзначити, що короткі періоди часу, такі як дані про ДТП за один рік, на нашу думку, не повинні використовуватися в якості основи для прийняття рішення про впровадження заходів з підвищення БДР. Оскільки ДТП є відносно рідкісними подіями, їх велика кількість за рік на конкретній ділянці ВДМ може бути випадковим коливанням навколо більш низького довгострокового середнього значення на цій ділянці. У наступному році або за кілька років частота ДТП може знизитися без будь-яких заходів. Це явище називають регресією до середнього [6]. Його можна мінімізувати, використовуючи дані, зібрані за більш тривалий період часу, наприклад, за 3 роки або більше.

Крім регресії до середнього, є кілька інших недоліків використання кількості ДТП в якості єдиного засобу оцінки БДР. По-перше, висока частота пригод не обов'язково означає, що об'єкт дійсно потребує впровадження заходів. При ранжируванні за кількістю ДТП, ділянки ВДМ з великими інтенсивностями потоків з більшою ймовірністю можуть опинитися у верхній частині списку. По-друге, кількісний метод не враховує ступінь тяжкості ДТП. Відсутність обліку тяжкості може привести до фіксації ділянок з великою кількістю незначних аварій, при ігноруванні ділянок з меншими, але більш серйозними подіями. Такий підхід призводить до неможливості визначити місця, на яких користувач дороги має більший ризик для життя та здоров’я.

Також ряд недоліків має метод коефіцієнтів пригод. По-перше, його використання для ранжирування ділянок з різним обсягом руху вимагає припущення, що кількість ДТП та інтенсивність руху мають лінійну залежність, але дослідження показують, що це не так [7]. Зазвичай результати досліджень показують, що очікувана кількість ДТП збільшується по мірі збільшення інтенсивності руху. Це означатиме, що ділянки з великою інтенсивністю руху мають меншу ймовірність конфліктів, ніж ділянки з меншою інтенсивністю.

Ігнорування цього факту може привести до того, що перехрестя з низьким обсягом руху можуть здаватися менш безпечними, ніж аналогічне з великими інтенсивностями. Це можна пояснити за допомогою простого прикладу. На рис. 1 наведені результати розрахунків коефіцієнтів пригод для двох умовних ділянок з різною кількістю пригод та інтенсивностями. Формальне використання методики, встановленої в «Порядку виявлення» вимагатиме вживання першочергових заходів підвищення БДР на ділянці №1, однак використавши просту логіку, можна побачити, що більш раціональним рішенням буде вживання заходів на ділянці №2. Оскільки на ділянці №2 кількість ДТП є більшою, за умови усунення всіх факторів небезпеки та однаковій тяжкості подій, мі потенційно врятуємо більше життів.

Ділянка №1

$Z_1 := 15$ *подій* $\quad t := 3$ *роки*

$N_1 := 10000$ *авт/доб* $\quad L := 1$ *км*

$$K_{пр1} := \frac{10^6 \cdot Z_1}{t \cdot 365 \cdot N_1 \cdot L} = 1,3699$$

дуже небезпечна

Ділянка №2

$Z_2 := 20$ *подій*

$N_2 := 16000$ *авт/доб*

$$K_{пр2} := \frac{10^6 \cdot Z_2}{t \cdot 365 \cdot N_2 \cdot L} = 1,1416$$

небезпечна

Рисунок 1 – Результати оцінки ступеню небезпеки умовних ділянок концентрації ДТП

По-друге, коефіцієнт аварійності, як і кількість ДТП, не враховує серйозність наслідків. На ділянках з високим коефіцієнтом аварійності може бути відносно невелика кількість пригод зі смертельними наслідками та травмами. Нарешті, оскільки коефіцієнт аварійності розраховується на основі статистики ДТП, яка коливається навколо довгострокового середнього значення і відчуває регресію до середнього значення, ділянка ВДМ може отримати високе місце в списку через нещодавній період з незвичайно великою кількістю ДТП. Якщо коефіцієнт аварійності використовується для відбору потенційно небезпечних ділянок впровадження заходів ОДР, потрібно розраховувати його значення за більш тривалий період часу (від 3 до 5 років).

Якісне проведення топографічного аналізу ДТП нерозривно пов'язане з необхідністю точного позиціонування місця ДТП на карті місцевості. Але, нажаль, в Україні прив’язка ДТП до місцевості у населених пунктах досі здійснюється за адресою найближчої споруди або перетину вулиць (в разі ДТП на перехресті). Точність подібної прив'язки як правило обмежується довжиною житлового будинку. У ряді випадків така неточність досягає декількох сотень метрів. Нерідкі випадки, коли прив'язка ДТП, що сталися на різних дорогах, відбувається до одного житлового будинку. З огляду на невисоку максимальну довжину ділянки концентрації ДТП, можна з упевненістю сказати, що подібна похибка може мати суттєвий вплив на результати аналізу. На нашу думку, саме мінімізація участі людини в процесі прив'язки місця скоєння ДТП до місцевості є одним із заходів підвищення точності позиціювання і, відповідно, ефективності топографічного аналізу. Подібний захід може бути реалізовано за рахунок автоматичної прив'язки геоданих про місцезнаходження об'єктів до фотографій. Ця функція існує в більшості сучасних електронних пристроїв.

Для визначення поточного місцезнаходження також можуть використовуватися прилади, що мають в своєму складі модуль-приймач сигналу GPS. На сьогоднішній день подібний модуль встановлюється в більшості смартфонів, планшетів, навігаторів і фотоапаратів. З кожним роком точність системи позиціонування об'єктів збільшується, і на сьогоднішній день на відкритій місцевості похибка не перевищує 5 м. Необхідно відзначити, що всі сучасні геоінформаційні системи, такі як ArcGIS, Google Maps, Google Earth, що дозволяють проводити топографічний аналіз, використовують для позиціонування об'єктів саме географічні координати. Даний факт значною мірою зумовлює доцільність

використання саме координатного способу прив'язки об'єктів в якості основного. Крім того, однаковість формату геоданих дозволяє проводити нанесення міток на інтерактивній карті в автоматичному режимі, що в значній мірі полегшує процес визначення ділянок аварійності.

Висновки.

На даний час діюча в Україні система обліку та аналізу ДТП спирається на спеціальні нормативні документи, що містять єдині для всіх органів влади та господарюючих суб'єктів інструкції. Єдиним джерелом статистичної інформації про ДТП зараз є база даних Національної поліції, де містяться відомості про всі зареєстровані події, але методика обліку, має певні недоліки.

Прості критерії оцінки місць та ділянок концентрації аварійності, такі як кількість ДТП та коефіцієнти пригод, можуть забезпечити простий і швидкий спосіб діагностики потенційної проблеми безпеки дорожнього руху, але вони не враховують нелінійність залежності кількості ДТП від завантаження дороги та випадкові коливання в статистичних даних. В цілому такі підходи, при розвитку сучасних інформаційних технологій та засобів моніторингу можна вважать застарілими.

Недоліки в методах проведення топографічного аналізу ДТП, особливо для міст України, можна подолати шляхом застосування сучасних методів та технічних засобів при обліку та аналізу статистичних даних ДТП.

Список літератури.

1. Доповідь щодо ситуації з правами людини в Україні / Управління Верховного комісара Організації Об'єднаних Націй з прав людини. 2020. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.ohchr.org/Documents/Countries/UA/29thReportUkraine_UA.pdf

2. Про затвердження Правил обліку дорожньо-транспортних пригод. Кабінет міністрів України. Постанова від 3 серпня 1993 р. №595. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/595-93-п#Text

3. Abdullah S. Alotaibi. Density-based clustering for road accident data analysis. *International Journal of Advanced and Applied Sciences*, 5(8) 2018, Pages: 113-121.

4. Про затвердження галузевого стандарту України. Міністерство транспорту України. Наказ №839 від 29.11.2001. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0839361-01#Text

5. Деякі питання ведення обліку дорожньо-транспортних пригод. Кабінет міністрів України. Постанова від 22 травня 2019 р. № 424. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/424-2019-п#Text

6. A. Laureshyn, A. Svensson, C. Hydén. *Evaluation of traffic safety, based on micro-level behavioural data: Theoretical framework and first implementation. Accident Analysis & Prevention*. Volume 42, Issue 6, 2010, Pages 1637-1646. DOI:10.1016/j.aap.2010.03.021.

7. Behram Wali, Asad J. Khattak, Jim Waters, Deo Chimba, Xiaobing Li. Development of Safety Performance Functions: Incorporating Unobserved Heterogeneity and Functional Form Analysis. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board.* Volume 2672, Issue 30. DOI: 10.1177/0361198118767409.

МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ НА РЕГУЛЬОВАНОМУ ПЕРЕХРЕСТІ З ВИКОСТАННЯМ СИСТЕМИ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ КОЛОМОГОРОВА

Анатолій СОХАЦЬКИЙ[1], д-р техн. наук, проф.

[1]Університет митної справи та фінансів

Ключові слова: транспорт. транспортні потоки, інтенсивність транспортних потоків, числове моделювання. диференціальні рівняння Колмогорова.

Вступ

Зростання автомобільного парку і об'єму перевезень веде до збільшення інтенсивності руху, що в умовах міста призводить до виникнення транспортної проблеми. Особливо гостро вона проявляється у вузлових ділянках дорожньої мережі,особливо на перехрестях. Збільшуються транспортні затримки, утворюються черги і затори, що викликає зниження швидкості транспортного потоку, зростає кількість дорожньо-транспортних пригод , в яких гинуть і отримують поранення люди. Забезпечення швидкого і безпечного руху в сучасних містах вимагає застосування комплексу заходів, які сприяють впорядкуванню руху на вулично-дорожній мережі. Тобто з розвитком автомобільного транспорту стали виникати проблеми з необхідністю забезпечення безпечного руху транспортних потоків. . Для забезпечення швидкого і безпечного руху в сучасних містах вимагається застосування цілого комплексу заходів, які сприяють впорядкуванню руху на вулично-дорожній мережі. Проведення експериментальних досліджень динаміки транспортних потоків є надзвичайно складною задачею , крім того пов’язано неможливістю забезпечити безпеку учасників. У зв’язку з викладеними вище проблемами математичне моделювання дозволяє вивчити параметри динаміки транспортних потоків та розробити комплекс підходів для підвищення інтенсивності транспортних потоків та забезпечення безпеки учасникам руху .

Мета роботи

Моделювання переїзду перехрестя транспортним потоком є важливим, оскільки затори автомобільних транспортних засобів утворюються в більшості випадків на перетині доріг. Часто пропускна спроможність перехрестя виявляється незадовільною. Задача пошуку оптимального алгоритму організації переїзду через перехрестя доріг розглядається в цілому ряді робіт [1,2,]. Пропонуються різноманітні варіанти організації дорожнього руху. Проте проблема і на сьогодні залишається актуальною. Метою роботи є розробка методики розрахунку руху транспортного потоку через регульоване перехрестя доріг.

Постановка задачі

Розглядається задача переїзду транспортним потоком багатосмугового регульованого перехрестя. Математична модель базується на використанні теорії систем масового обслуговування (СМО). Причому інтенсивність обслуговування є не стала і може змінюватися.

Приймається, що в період, коли проїзд заборонений, тобто горить червоний сигнал світлофора, інтенсивність обслуговування дорівнює нулю. Числом обслуговуючих каналів m є кількість смуг для проїзду перехрестя в одну сторону $(m = 1, 2, 3)$. Як модель системи масового обслуговування вибирається система з обмеженою чергою, тоді кількість місць в черзі n дорівнює кількості автомобілів, які помістяться по смузі руху упродовж відведеного відрізку дороги. Таким чином

$$n = m\,L/l \tag{1}$$

де L - довжина відведеного відрізку дороги, l - довжина транспортного засобу разом динамічними габаритами.

Числове моделювання

Як показують спостереження, зазвичай значення кількості місць в черзі складає 10-30 автомобілів. При такому підході передбачається, що машина, яка під'їхала в мить, коли увесь відведений відрізок дороги "забитий", покидає систему. Можна також розглянути, як модель, систему з необмеженою чергою. Проте, в реальності черги перед світлофорами обмежені. Для спрощення моделі будемо вважати, що потік транспортних засобів, що поступає, є найпростішим з інтенсивністю λ авт./с.

Завдання полягає в дослідженні залежності довжини черги від інтенсивності вхідного потоку, а також в знаходженні оптимального режиму роботи світлофора при заданих інтенсивностях вхідного потоку транспортних засобів.

Як критерії оптимальності можуть бути вибрані:

- середня довжина черги або середній час очікування в черзі,
- ймовірність того, що кількість машин в черзі перевищить задане значення і т.п

Для розрахунку характеристик переїзду перехрестя транспортним потоком як СМО при русі автомобілів в один бік по одній смузі можна використати одноканальну модель системи масового обслуговування з обмеженою чергою. Нехай Т - довжина повного циклу світлофора, а зелена фаза, складає половину довжини циклу $\tau = 1/2T$. Інтенсивність обслуговування *μ (t)* можна задати періодичною функцією з періодом Т:

Як показують спостереження, зазвичай значення кількості місць в черзі складає 10-30 автомобілів. При такому підході передбачається, що машина, яка під'їхала в мить, коли увесь відведений відрізок дороги "забитий", по кидає систему. Можна також розглянути, як модель, систему з необмеженою чергою. Проте, в реальності черги перед світлофорами обмежені. Для спрощення моделі будемо вважати, що потік транспортних засобів, що поступає, є найпростішим з інтенсивністю λ авт./с.

Завдання полягає в дослідженні залежності довжини черги від інтенсивності вхідного потоку, а також в знаходженні оптимального режиму роботи світлофора при заданих інтенсивностях вхідного потоку транспортних засобів.

Як критерії оптимальності можуть бути вибрані:

- середня довжина черги або середній час очікування в черзі,
- ймовірність того, що кількість машин в черзі перевищить задане значення і т.п

Для розрахунку характеристик переїзду перехрестя транспортним потоком як СМО при русі автомобілів в один бік по одній смузі можна використати одноканальну модель системи масового обслуговування з обмеженою чергою. Нехай Т - довжина повного циклу світлофора, а зелена фаза, складає половину довжини циклу $\tau = 1/2T$. Інтенсивність обслуговування *μ(t)* залається відповідною періодичною функцією з періодом Т. Інтенсивність обслуговування є функцією від часу :

При досить великих значеннях числа *n* місць в черзі показники роботи системи з обмеженою чергою будуть близькі до показників системи з необмеженою чергою.

Приймемо позначення станів, що розглядається СМО:

$S_i^{(1)}$ – відсутність автомашин в цьому напрямі ,безпосередньо перед стоп-лінією,

$S_i^{(2)}$ – одна автомашина здійснює проїзд,

$S_i^{(3)}$ – одна автомашина здійснює проїзд перехрестя і одна знаходиться перед ним і так далі,

$S_i^{(n)}$ – усі місця в черзі зайняті, тобто увесь відрізок дороги заповнений автомашинами.

Граф станів такої системи представлений на рис. 1.

Рисунок 1 – Граф станів системи

У відповідності з теорією марківських ланцюгів з безперервним часом, система диференціальних рівнянь Колмогорова буде мати вигляд

$$\begin{aligned}
&\frac{dp_1}{dt} = -\lambda_{1,2}(t)p_1 + \mu_{2,1}(t)p_2\,,\\
&\frac{dp_2}{dt} = \lambda_{1,2}(t)p_1 - \mu_{2,1}(t)p_2 - \lambda_{2,3}(t)p_2 + \mu_{3,3}(t)p_3\,,\\
&\frac{dp_3}{dt} = \lambda_{2,3}(t)p_2 - \mu_{3,2}(t)p_3 - \lambda_{3,4}(t)p_3 + \mu_{4,3}(t)p_4\,,\\
&\ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ ,\\
&\frac{dp_{n-1}}{dt} = \lambda_{n-2,n-1}(t)p_{--2} - \mu_{n-1,n-2}(t)p_{n-1} - \lambda_{n-1,n}(t)p_{n-1} + \mu_{n-1,n}(t)p_n\,,\\
&\frac{dp_n}{dt} = \lambda_{n-1,n}(t)p_{n-1} - \mu_{n,n-1}(t)p_n\,.
\end{aligned} \tag{2}$$

де $p_i(t)$– ймовірність того, що у момент часу *t* система знаходиться в стані S_i, $\lambda_{i,j}(t)$ – інтенсивність надходження заявок, $\mu_{j,i}(t)$– інтенсивність обслуговування $\mu_{j,i}(t)$

Вказана система диференціальних рівнянь є незамкнутою. Для її замикання необхідно добавити нормовочну умову

$$p_0(t) + p_1(t) + p_2(t) + \ldots + p_{n-1}(t) + p_n(t) = 1. \tag{3}$$

Система рівнянь (2) є перевизначеною. У зв'язку з цим розроблена відповідна методика розв'язування такої перевизначеної системи диференціальних рівнянь.

Для отримання скінченного-різницевого аналогу системи диференціальних рівнянь необхідно скористатися рознесенням функції $p_i(t)$ в ряд Тейлора за часом

$$p = p_0 + \frac{1}{1!}\frac{dp}{dt}\Delta t + \frac{1}{2!}\frac{d^2p}{dt^2}(\Delta t)^2 + \ldots + \frac{1}{(n-1)!}\frac{d^{n-1}p}{dt^{n-1}}(\Delta t)^{n-1} + \frac{1}{2!}\frac{d^np}{dt^n}(\Delta t)^n \tag{4}$$

$$\frac{dp}{dt} = \frac{p - p_0}{\Delta t} + R_n\,, \tag{5}$$

де залишковий член складає

$$R_n = \frac{1}{2!}\frac{d^2p}{dt^2}(\Delta t) + \ldots + \frac{1}{(n-1)!}\frac{d^{n-1}p}{dt^{n-1}}(\Delta t)^{n-2} + \frac{1}{2!}\frac{d^np}{dt^n}(\Delta t)^{n-1}\,.$$

Розв’язування вихідної системи рівнянь (2,3) можна проводити явним або неявним методом.

Явні методи мають суворе обмеження за величиною кроку за часом.

Неявні методи мають менш суворі обмеження за величиною кроку за часом.

В загальному вигляді система рівнянь матиме вигляд

$$\begin{aligned}
&a_{1,1}p_1^k + a_{1,2}p_2^k + a_{1,3}p_3^k + \ldots + a_{1,n-1}p_{n-1}^k + a_{1,n}p_n^k = b_1,\\
&a_{2,1}p_1^k + a_{2,2}p_2^k + a_{2,3}p_3^k + \ldots + a_{2,n-1}p_{n-1}^k + a_{2,n}p_n^k = b_2,\\
&a_{3,1}p_1^k + a_{3,2}p_2^k + a_{3,3}p_3^k + a_{3,4}p_4^k + \ldots + a_{3,n-1}p_{n-1}^k + a_{3,n}p_n^k = b_3,\\
&\ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ ,\\
&a_{n-1,1}p_1^k + a_{n-1,2}p_2^k + \ldots + a_{n-1,n-2}p_{n-2}^k + a_{n-1,n-1}p_{n-1}^k + a_{n-1,n}p_n^k = b_{n-1},\\
&a_{n,1}p_1^k + a_{n,2}p_2^k + \ldots + a_{n,n-1}p_{n-1}^k + a_{n,n}p_n^k = b_n.
\end{aligned} \tag{6}$$

У векторному вигляді система рівнянь запишеться

$$A \times P = B, \tag{7}$$

де

$$A = \begin{vmatrix} a_{1,1},\ a_{1,2},\ a_{1,3},\ \ldots\ldots\ldots, a_{1,n-1},\ a_{1,n} \\ a_{2,1}, a_{2,2}, a_{2,3}, \ldots\ldots\ldots\ldots, a_{2,n-1}, a_{,n} \\ a_{3,1},\ a_{3,2},\ a_{3,3}, \ldots\ldots\ldots,\ a_{3,n-1}, a_{3,n} \\ \ldots, \ldots, \ldots, \ldots,\ \ldots,\ \ldots,\ \ldots,\ \ldots,\ \ldots, \\ a_{n-1,1}, a_{n-1,2}, a_{n-1,3}, \ldots, a_{n-1,n-1}, a_{n-1,n} \\ a_{n,1}, a_{n,2}, a_{n,3}, \ldots,\ \ldots\ldots, a_{n,n-1}, a_{n,n} \end{vmatrix},\quad P = \begin{vmatrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \\ \ldots \\ p_{n-1} \\ p_n \end{vmatrix},\quad B = \begin{vmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ \ldots \\ b_{n-1} \\ b_n \end{vmatrix}.$$

Таким чином ми отримали систему лінійних рівнянь з тридіагональною матрицею

Коефіцієнти при невідомих запишуться:

$$\begin{aligned}
&a_{1,1} = \left(1 + \lambda_{1,2}(t)\Delta t\right), a_{1,2} = -\mu_{2,1}(t)\Delta t, a_{1,3} = 0, \ldots,\ a_{1,n} = 0,\\
&b_1 = p_1^{k-1},\\
&a_{2,1} = -\lambda_{1,2}(t)\Delta t p_1^k + a_{2,2} = \left(1 + \mu_{2,1}(t)\Delta t + \lambda_{2,3}(t)\Delta t\right), a_{2,3} = -\mu_{2,3}(t)\Delta t p_3^k, a_{2,n} = 0\\
&b_2 = p_2^{k-1},\\
&a_{3,1} = 0, a_{3,2} = -\lambda_{2,3}(t)\Delta t p_2^k + a_{3,3} = \left(1 + \mu_{3,2}(t)\Delta t + \lambda_{3,4}(t)\Delta t\right)p_3^k - \mu_{4,3}(t)\Delta t p_4^k\\
&b_3 = p_3^{k-1},\\
&\ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ ,\\
&a_{n-1,1} = 0, a_{n-2,1} = 0,\\
&a_{n-1,n-2} = -\lambda_{n-2,n-1}(t)\Delta t p_{n-2}^k + a_{n-2,n-2} = \left(1 + \mu_{n-1,n-2}(t)\Delta t + \lambda_{n-1,n}(t)\Delta t\right)p_{n-1}^k - \mu_{n-1,n}(t)\Delta t p_n^k\\
&bn-1 = p_{n-1}^{k-1},\\
&a_{n,1} = 0, a_{n,n-2} = 0, a_{n,n-1} = -\lambda_{n-1,n}(t)\Delta t p_{n-1}^k + a_{n,n} = \left(1 + \mu_{n,n-1}(t)\Delta t p_n^k\right)\\
&b_n = p_n^{k-1}.
\end{aligned}$$

Усі коефіцієнти матриці А, які знаходяться вище наддіагоналі та нижче піддіагоналі дорівнюють нулю.

Розв'язування системи рівнянь (7) проводиться методом прогонки.

Розроблено алгоритм та програмне забезпечення для розв'язування даної задачі як явним та і неявним методами. з урахуванням нормовочної умови (3).

Задача розв'язувалась за наступних параметрів транспортного потоку: інтенсивність вхідного потоку – λ =0,2 авт./с; середній час перетину перехрестя – 2 с.; тривалість повного циклу світлофора – 60 с.; тривалість зеленої фази – 30 с.; допустима довжина черги – 30 автомобілів.

Система рівнянь (2.3) розв'язувалась числовим методом. Комплекс програм розроблено на мові програмування FORTRAN–90.

На рис. 2 представлена залежність середньої довжини черги $r(t)$ від часу для тих же значень параметрів системи:

$$r(t) = \sum_{k=1}^{n} k\, p_{n+1}(t). \tag{8}$$

Результати числового моделювання

На графіку (рис. 2) добре видно, що досліджувані параметри роботи системи наближаються до періодичних функцій. Середня довжина черги наближається до періодичної функції і стабілізується в інтервалі 6-7 авт.

Рисунок 2 – Середня довжина черги

Висновки

В роботі представлено розроблену методику для моделювання перетину перехрестя транспортним потоком. Побудовано математичну можель, розроблено алгоритм, та програмне забезпечення для числового моделювання. Таким чином за допомогою розробленого числового моделювання можна вивчати закономірності динаміки транспортних потоків: наприклад залежності середньої довжини черги від інтенсивності вхідного потоку і режиму роботи світлофора. Коректне розв'язування вихідних диференціальних рівнянь Колмогорова дає можливості для встановлення залежностей шуканих параметрів від часу та величини інтенсивності вхідного потоку.

Список літератури

1. Дрю Д. Теория транспортных потоков и управление ими: монография / Д.Дрю. – М. : изд-во «Транспорт», 1972. – 424 с.

2. . Kerner B. S. Introduction to modern traffic flow theory and control. The long road to three – phase traffic theory. Springer, 2009

ПРО ВИКОРИСТАННЯМ ТРОЛЕЙБУСІВ З АВТОНОМНИМ ХОДОМ У МІСТІ ДНІПРО

Олександр ФІРСОВ[1], канд. фіз.-мат. наук, доцент, Сергій РАЗГОНОВ[1], канд.техн.наук

[1]Університет митної справи та фінансів (Україна)

Ключеві слова: тролейбус; автономний хід; перевозки пасажирів; собівартість перевезення пасажирів; техніко-експлуатаційних показники.

Вступ.

Підвищення ефективності роботи міського електротранспорту у місті Дніпро з використанням тролейбусів з автономним ходом це актуальна тенденція сьогодення.

У роботі наголошено про розробку транспортно-логістичної схеми перевезення пасажирів в місті Дніпро тролейбусними маршрутам з використання тролейбусів з автономним ходом. В роботі проводиться аналіз тролейбусів з автономним ходом, оцінка їх властивостей, особливості використання та порівняння з іншими видами тролейбусів. Також порівнюється діючі тролейбусні маршрути з можливими маршрутами, де використовуються тролейбуси з автономним ходом. Розраховуються техніко-експлуатаційні та техніко-економічні показники роботи транспорту, визначаються витрати на організацію перевезення пасажирів. У результаті виконання проводиться розрахунок виручки від перевезення пасажирів тролейбусами з автономним ходом по маршрутам міста Дніпро.

Мета роботи.

Ефективність пасажирського транспорту не використовується на максимально можливу потужність у наш час. За допомогою підвищення цієї самої ефективності населення великих міст зможе вирішити багату купу проблем з якими люди зустрічаються кожен день при переміщенні по місту. Прикладом можуть бути: постійні затори, брак паркувальних місць, відсутність місць для переміщення велосипедистів та пішоходів, збільшення порушення ПДР, тощо [1, 2].

Робота присвячена питанню підвищення ефективності пасажирського виду транспорту. А саме, використанню тролейбусів з автономним ходом по маршрутам міста Дніпро. Крім того в роботі розглянуто особливості використання тролейбусів, які підходять краще всього для перевезення пасажирів, та як підвищити ефективність самих маршрутів у місті Дніпро і розраховано техніко-експлуатаційні і техніко-економічні показники роботи тролейбусного транспорту за маршрутами.

Виклад основного матеріалу.

Тролейбус, як і автобус, рухається по автомобільній дорозі з твердим покриттям, що дозволяє використовувати існуючу дорожню мережу без переобладнання, але потребує більш якісних доріг. В Україні тролейбус повинен експлуатуватися на дорогах категорій Т або П з покриттям капітального типу, згідно ДСТУ. Ми визначимось з ефективністю тролейбусних маршрутів з використанням тролейбусів з автономним ходом у місті Дніпро, а також розрахуємо техніко-експлуатаційні та техніко-економічні показники роботи тролейбусів існуючими та розробленими маршрутами. Для вибору автотранспортного засобу для перевезення пасажирів було проаналізовано певний ряд тролейбусів.

Прийнято, що тролейбус “Дніпро Т203” буде розглядатися як основний вид тролейбусного транспортного засобу з автономним ходом у місті Дніпро. Також він буду розглядатися для порівняння ефективності сьогоднішньої системи тролейбусних маршрутів з можливою перспективною, та для порівняння їх економічної вигідності у результаті.

Тролейбусний рух у місті Дніпро здійснюється до 23:55 у будні дні, у святкові та вихідні дні деякі маршрути працюють за скороченим графіком. Кількість маршрутів – 21,

довжина мережі – 187,8 км., кількість тролейбусів – 194 (4 службових), кількість тролейбусних парків – 2.

Розглянемо діючий рухомий склад. 20 січня 2018 року до міста Дніпро надійшов перший тролейбус марки БКМ 321 з 13 замовлених у ході тендеру, який відбувся у серпні 2017. Головна його особливість - наявність системи автономного ходу від акумуляторів на дальність до 15-20 кілометрів.

Для розрахунку техніко-експлуатаційних та техніко-економічних показників роботи тролейбусного транспорту, між існуючою системою тролейбусних маршрутів з використанням існуючого складу депо, та можливої систем маршрутів з використання тролейбусного парку лише з тролейбусів з автономним ходом («Дніпро Т203»), будемо користуватися існуючим розкладом та планом тролейбусних маршрутів міста Дніпра (див. рис.1), а також використовувати схему перспективного розвитку тролейбусних маршрутів з офіційного міського сайту [16] та створену власноруч.

Таблиця 1 - Наявний рухомий склад тролейбусного депо м.Дніпро станом на 1 березня 2021 р.

№ п/п	Пасажирські тролейбуси		
	Модель	Кількість, шт.	з них працюють
1	Дніпро Т203	47	45
2	ЮМЗ Т2	41	38
3	БКМ 321	38	36
4	ЮМЗ Т1Р (Т2П)	36	26
5	Дніпро Т103	11	11
6	ЗіУ-682Г	8	6
7	ЮМЗ Т1	6	2
8	ЮМЗ Т2М	1	1
9	ЮМЗ Е186	1	0
10	ЗіУ 683Б (Б00)	1	1
	Всього	190	167
	Службові тролейбуси		
11	КГТ-1	4	4
	Всього	4	4

Розглянемо деякі маршрути:

Маршрут 22 - Пл.Старомостова - Лівобережний 3.

Маршрут 23 - Калиновський - Парус-2.

Маршрут В (кільцевий) - початкова/кінцева зупинка ЮМЗ (Титова).

Маршрут Г (кільцевий) - початкова/кінцева зупинка Універсам (Перемога).

Визначимо, що технологічний процес перевезення пасажирів складається з таких складових:

- визначення маршрутів (відстань, час, тощо);
- вибір рухомого складу;
- формування маршрутів перевезення пасажирів з найефективнішим результатом;
- процес перевезення пасажирів до пунктів призначення та складання розкладу і графіків руху транспортних засобів і водіїв.

Рисунок 1 – Схема перспективного розвитку тролейбусних маршрутів м.Дніпро.

Позначення:

- зеленим, існуючі маршрути.
- жовтим, частина нового маршруту з використанням контактної мережі.
- червоним, частина маршруту без використання контактної мережі, використовується система автономного ходу.

Ефективність перевезення та транспортні витрати залежать від продуктивності організацій роботи на маршруті та структури усього процесу.

Відомо, що при використанні автомобільного транспортного засобу при перевезенні пасажирів враховують такі техніко-експлуатаційні показники використання транспортних засобів (надалі - ТЗ): загальний пробіг; технічна швидкість руху; експлуатаційна швидкість руху; час в наряді; виконана транспортна робота.

В роботі було проведено інженерні та техніко-економічні розрахунки використання ТЗ на прикладі маршруту №1. Для усіх інших маршрутів за аналогічною многофакторною методою були також визначені основні показники. Визначено загальний пробіг тролейбусів за маршрутом з урахуванням сучасних даних реконструкції вулиць. Визначена технічна швидкість руху по перегонам, включаючи затримки часу які пов'язані з регулювання дорожнього руху та з урахуванням впливу конструктивних особливостей тролейбусу, його тягової і гальмової якості, керованості, стійкості, маневреності, надійності, умов роботи, типу дорожнього покриття, ширини проїзної частини, інтенсивності руху, кліматичних і метеорологічних умов, кваліфікації водіїв та інше. Також розрахована експлуатаційна швидкість на лінії, враховуючи різні простої та тривалість перебування в наряді. Результати розрахунків техніко-експлуатаційних показників роботи транспорту зведені в єдину табличну форму для подальшого аналізу та прийняття управлінських рішень.

Окремо було розраховано техніко-експлуатаційні показники роботи транспорту з автономним ходом на базі можливої системи маршрутів (рис. 1). Результати розрахунків також зведені в єдину таблицю.

Відомо, що економічні витрати мають важливе значення для підвищення ефективності роботи транспорту. В подальшому в нашої роботи проведено оцінку планових та розраховано фактичні витрати для всіх діючих та перспективних маршрутів як для «традиційних» тролейбусів , так і для тролейбусів з автономним ходом.

Також, відомо, що при розрахунку собівартості перевезень пасажирів враховуються витрати за різними статями: заробітна плата персоналу з організації та здійснення перевозок (зарплата водіїв, керівників, фахівців і службовців); відрахування на бюджетні та позабюджетні фонди від коштів оплати праці; загальногосподарські або накладні витрати (на утримання і ремонт будівель, інвентарю, канцелярські та інші витрати); амортизація основних засобів і нематеріальних активів (при нарахуванні лінійним способом); технічне обслуговування і поточний ремонт рухомого складу (включаючи заробітну плату ремонтних і допоміжних робітників); паливо; мастильні та інші експлуатаційні матеріали; відновлення зносу і ремонт автомобільних шин. У собівартість перевезень також включаються податки і платежі відповідно до чинного податкового та бюджетного законодавства. Усі розрахунки здійснені для усіх діючих маршрутів місту з використанням діючого рухомого складу тролейбусного депо та окремо для тролейбусів з автономним ходом на базі можливої системи маршрутів.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі.

У результаті аналізу роботи тролейбусного парку міста Дніпро та порівнянні існуючу схему маршрутів рухомого складу з можливою схемою маршрутів з використанням тролейбусів з автономним ходом, відмічається, що схема маршрутів не розвинена на максимальну потужність та не використовує увесь свій потенціал. Для вирішення даних проблем потрібно розробити нову схему маршрутів або створити додаткові маршрути для існуючої схеми, а також замінити більшу частину існуючого рухомого складу на тролейбуси з системою автономного ходу для підвищення ефективності роботи взагалі. Крім того використання тролейбусів з системою автономного ходу має важливі переваги для покращення схеми маршрутів, а саме:

- не потребує створення контактної мережі на протязі всього маршрут;
- має можливість долати значні відстані на автономному русі;
- використання тролейбусів з підзарядкою в русі не створює додаткового навантаження на міську мережу;
- може працювати під час надзвичайної ситуації, зникнення електроживлення тощо.

Список використаних джерел:

1. Вукан Р. Вучик. Транспорт в містах, зручних для життя. – 2013. – С. 413.
2. Трофіменко Ю. В. , Якімов М. Р. Транспортне планування: Формування ефективних транспортних систем великих міст. – 2013. – С. 448.
3. British Trolleybus 1909-85 (англійською). Архів оригіналу за 21 серпня 2011. Процитовано 14 листопада 2009. URL: http://www.trolleybus.co.uk/history1.htm
4. Веклич В. П. Поїзд із тролейбусів МТБ-82 з керуванням за системою «багатьох одиниць» // Міське господарство України. - 1967. - № 2. - С. 37-38.
5. Крат В. І. Володимир Пилипович Веклич Комунальне господарство міст. - Київ: Техніка - 1998. - № 17. - С. 3-9.
6. Енциклопедія народного господарства Української РСР. - 1972. - С. 334.
7. Максимов А. Н. Міський електротранспорт. Тролейбус. Початкова професійна освіта. - Академія, 2006.
8. Тролейбус URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%B9%D0%B1%D1%83%D1%81#cite_note-btb-2.
9. “Про затвердження Правил Експлуатації трамвая і тролейбуса”: Міністерство інфраструктури України, наказ від 03.02.2020 №36. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 17 квітня 2020 р. за № 353/34636.
10. М. Д. Іванов. Механічне обладнання електрорухомого складу міського транспорту. - М.: Транспорт, 1980.

11. І. С. Єфремов, В. М. Кобозєв. Механічне обладнання тролейбусів. - М.: Транспорт, 1978.
12. В. П. Векліч. Діагностування технічного стану тролейбусів. - М.: Транспорт, 1990. - 295 с.
13. С. А. Ребров. Влаштування та технічна експлуатація тролейбусу. - К.: Будівельник, 1966. - 303 с.
14. Дніпровський електротранспорт URL: https://det-dnipro.dp.ua/
15. Депо №1-2 URL: http://www.det.dp.ua/
Міський сайт Дніпра URL: https://gorod.dp.ua/

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ДОРОЖНІМ РУХОМ НА ПЕРЕХРЕСТІ

Сергій ФЕДІН[1], д-р техн. наук, проф., Наталія ЗУБРЕЦЬКА[1], д-р техн. наук, проф.

[1] Національний транспортний університет (Україна)

Ключові слова: нейромережні моделі, прогнозування, цикл світлофора, інтенсивність руху

Вступ

В умовах постійного збільшення транспортного потоку великих міст управління інтенсивним дорожнім рухом на перехрестях є актуальною проблемою, яка ускладнюється багатовимірністю інформації про різні за природою та стабільністю показники. Постійними параметрами інтенсивності руху є геометричні характеристики перехрестя (кількість смуг, алгоритм пересування транспортних засобів, який регламентується правилами дорожнього руху), а динамічними – дані про інтенсивність транспортних потоків на кожній ділянці руху (кількість транспортних засобів у одиницю часу), а також показники зміни потоку, пов'язані з календарними характеристиками – період року, доби, тижня (вихідні/робочі дні та ін.).

Вирішення багатофакторної проблеми ефективного управління дорожньою ситуацією на перехресті потребує застосування адаптивних стратегій керування на основі алгоритмів, які виконуються в режимі реального часу для оптимізації роботи світлофорів при поточних умовах руху, його інтенсивності та пропускної здатності транспортної системи. При цьому основним завданням адаптивного керування є мінімізація затримок і зменшення кількості зупинок [1]. Цю проблему можна вирішити із застосуванням інтелектуальних систем на основі штучних нейронних мереж, які мають переваги над традиційними системами керування завдяки можливості адаптивного регулювання на кожному циклі на основі вимірювальної інформації, яка одержується в режимі реального часу за допомогою сенсорів та подається в якості входів на нейромережний контролер для вироблення вихідних сигналів управління світлофорами [2]. Таким чином актуальним науковим завданням залишається створення інтелектуальних систем управління на основі нейромережного моделювання та дослідження видів, архітектури, параметрів моделей нейронних мереж [3, 4].

Мета роботи

Створення нейромережних моделей для інтелектуального управління роботою світлофора на перехресті в залежності від інтенсивності транспортного потоку.

Виклад основного матеріалу дослідження

Нейромережне моделювання залежності між інтенсивністю руху на перехресті та тривалістю сигналів світлофора виконано на прикладі перехрестя двох 8-смугових

автомобільних доріг з двохфазним регулюванням руху, де розташовані датчики для отримання потоків інформації $I_1 – I_8$ про кількість машин в одиницю часу, їх подальшої передачі на вхід нейромережного контролера і формування вихідних сигналів керування світлофорами (рис. 1).

Вхідними даними для навчання моделей нейронних мереж є емпіричні значення інтенсивності руху ($X1 – X4$), за якими з використанням класичної методики визначення світлофорного циклу за формулою Вебстера розраховано тривалість зеленого сигналу $Y1$ і $Y2$ для кожної вулиці з урахуванням наступних обмежень [2]:

1. ширина вулиць N та K одинакова;
2. перехід вулиць потребує не більше 14 секунд;
3. тривалість основних сигналів (червоного і зеленого) для проїзду транспорту вулицею K меньша за тривалість сигналів, яка необхідна для переходу пішоходами вулиць R і K, вона складає 14 секунд тривалості зеленого сигналу для пішоходного переходу вулиці K і тривалості червоного сигналу для транспорту на вулиці R.

Рисунок 1 – Схема перехрестя вулиць, транспортних потоків та інформаційних датчиків

Відповідно тривалість зеленого сигналу для пішоходів на вулиці R і червоного сигналу для транспорту на вулиці K також складає 14 секунд і залежить від інтенсивності руху, на яку впливає низка випадкових факторів [2]. Таким чином, розмірність навчальної вибірки, фрагмент якої показано у таблиці 1, складала N=57 прикладів, n=4 входи, m=2 виходи. Для перевірки точності та достовірності навчених моделей за таким же принципом було сформовано вибірку контрольних прикладів.

Таблиця 1 – Фрагмент навчальної вибірки для моделювання нейронних мереж, яку отримано за емпіричними даними та формулою Вебстера

Емпіричні дані щодо інтенсивності руху, авт/год				Розрахункова тривалість зеленого сигналу, сек	
I_1+I_2	I_3+I_4	I_5+I_6	I_7+I_8	Вулиця R	Вулиця K
$X1$	$X2$	$X3$	$X4$	$Y1$	$Y2$
1450	1516	403	416	33	14
…	…	…	…	…	…
1281	1552	417	384	34	14

На першому етапі моделювання в залежності від кількості прикладів і входів визначили параметр точності навчання *TOL*≈0,10 і кількість нейронів прихованого шару нейронної мережі за трьома різними методиками, чим обґрунтували вибір архітектури моделей. Моделювання здійснювали на основі двохшарових персептронів з архітектурами 4:8:2; 4:10:2; 4:11:2; 4:19:2 [5, 6].

Аналіз результатів тестування чотирьох розроблених моделей, показав відсутність «поганих» фактів (параметр Bad=0), тобто всі створені моделі можна використовувати для прогнозування. Інтерфейс моделі, на прикладі архітектури 4:19:2, створеної в системі BrainMaker Professional показано на рис. 2.

Результати нейромережного прогнозування тривалості зеленого сигналу для вулиці *K* показали 100% точність для всіх отриманих моделей. Тому верифікацію результатів нейромережного моделювання проводили в системі STATISTICA лише для випадку вулиці *R* шляхом оцінювання:

–коефіцієнтів парної кореляції;

–значимості відмінностей середніх значень вибірок контрольних і прогнозованих даних з врахуванням їх варіації за *t*-критерієм для незалежних змінних;

–середнього значення абсолютної похибки прогнозу *MAD* і діапазону її варіювання;

–середньої відносної помилки прогнозу *MAPE*.

Рисунок 2 – Результат тестування моделі нейромережі з архітектурою 4:19:2

Встановлено, що мінімальне значення середньої відносної помилки прогнозу, яка визначає точність результатів прогнозування *MAPE*=2,4%, було отримано для моделі 4-11-2, що дає можливість стверджувати, що із чотирьох розроблених нейромережних моделей двошарових персептронів, саме ця модель має найбільшу точність.

Висновки

Для прогнозування тривалості зелених сигналів світлофора в залежності від інтенсивності руху транспорту на перехресті створено нейромережні моделі з архітектурою 4:8:2; 4:10:2; 4:11:2; 4:19:2. Верифікація результатів прогнозування показала, що з чотирьох моделей двошарових персептронів, створених на основі навчальної вибірки заданої розмірності, найбільшою точністю характеризується модель із архітектурою 4:11:2, яку можна використовувати в нейромережному контролері для управління тривалістю сигналів світлофора на перехресті в режимі реального часу.

Список літератури

1. О. І. Чумаченко, Структурно-параметричний синтез гібридних нейронних мереж. – Дис… д-ра техн. наук за спец. 05.13.23 «Системи та засоби штучного інтелекту». Київ, НТУ України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», 2019.

2. Н. П. Абовский, В. Б. Бабанин, А. П. Деруга, В. И. Жуков, П. А. Светашков, А. Л. Щемель, *Нейросветофоры. Создание интеллектуальных систем управления дорожным движением*. Красноярск. КрасГАСА, 2002.

3. E. I. Chumachenko, "Traffic control system based on neuron networks" in *Electronics and Control Systems*, Kyiv: NAU, 2014, ch. 3(41), pp. 35–40.

4. В. М. Синєглазов, О. І. Чумаченко, *Інтелектуальне управління дорожнім рухом*, К.: «Освіта України», 2013.

5. С. С., Федін, Н. А. Зубрецька, "Нейромережне моделювання тривалості сигналів світлофора на перехресті". *Проблеми інформатизації*: XIII між нар. наук.-техніч. конф. – Київ: ДУТ, НТУ; Полтава: ПНТУ; Катовице: КЕУ; Париж: Університет Париж VII Вєнсент-Сен-Дені; Вільнюс: ВДТУ; Харків : ХНДІТМ: Кропивницький: ЛА НАУ, 2019. с. 14– 15.

6. С. С. Федин, *Системы искусственного интеллекта и технологии анализа данных: практикум.* 2-е изд. К. : Интерсервис, 2021.

СЕКЦІЯ 3

Розумні міста - базовий чинник сталого розвитку суспільства

NON-RELATIONAL DATABASES FOR STORING TELEMETRY DATA IN ENVIRONMENTAL MONITORING SYSTEMS

Anton KOVALENKO[1], postgraduate student

[1] Kyiv National University of Trade and Economics (Ukraine)

Key words: non-relational database, real-time telemetry data, document-oriented database, key-value storage, environmental monitoring

Introduction

Environmental monitoring systems usually use electronic sensors for tracking different telemetry data like temperature, pressure, humidity, and others. Collected telemetry data gives the ability to track an environment state and reveal different deviations from the norm. Big quantities of sensors that are simultaneously connected to the server constantly sending data make such monitoring systems highly loaded. High loads cause many different technical problems, one of which is the inability of databases to withstand the high throughput. In this thesis, the Author analyzes various non-relational databases for storing telemetry data in such systems.

Goal

One of the particular functional requirements of environmental monitoring systems is the ability to store and process telemetry data that has a very short expiration time and comes from many sensors simultaneously. One of the technical problems with storing and operating such telemetry data is database management systems limitations. The goal of this work is to analyze different non-relational DBMS to find the appropriate one for storing and operating real-time telemetry data in environmental monitoring systems.

The main material of research

To correctly choose a database, it is necessary to analyze the data structure definition and approximate load for this database (complexity and quantity of inserts, reads, and updates). An example of a system that uses telemetry data can be a road surface monitoring system which relies on readings from many temperature sensors (10000 sensors each sends data once per 30 seconds). Let's assume that the structure of sent readings will be the following—each sensor will have 4 mandatory fields: sensor state, temperature, possible error message, and timestamp. Therefore the system should be resistant to load from all sensors for writing and updating described sensor readings. The intensity of reading operations depends on the number of simultaneous users of the system and can vary from 10 readings per day to 1000 readings per second.

When rough functional requirements are specified, it is possible to choose the most suitable database. Database types can be divided into two main groups—relational and non-relational. It is known that relational databases are significantly slower than non-relational ones when it comes to updating or creating new records. The difference in speed of updating existing records can reach more than 5 times [1]. So, considering the possible existence of simultaneously interconnected numerous sensors, where each will send telemetry data, it is preferable to use non-relational databases.

There are hundreds of readily available NoSQL databases, and each has different use case scenarios [2]. They are usually divided into four categories, according to their data model and storage: Key-Value Stores, Document Stores, Column Stores, and Graph databases [2].

Graph databases are suitable for storing data that can be represented as a graph with nodes (entities) and edges (relations between objects) [3]. For example, it may be relations between groups of users in social networks. Considering that telemetry data does not have such relations, the usage of graph databases is not recommended for storing it.

The next possible solution is column-oriented databases. Wide-column stores or column-oriented databases present a distributed, tabular data structure that associates multiple attributes per

key [4]. This database type stores data in columns not in rows like RDBMS. This approach together with sharding and compression allows increasing amounts of data stored in DB to petabytes. One of the peculiarities of such databases is slow inserts and weak data consistency. The most appropriate way of using these databases is analytical systems with big data where minor inaccuracies are acceptable. This database type can be used to store telemetry data. However, the complexity of integration, configuration, and usage make this choice unnecessary.

One of the possible variants of the database for the described system can be “key-value” storage. The main advantages of “key-value” storage are simplicity of integration, deployment, and usage. Also, this solution has a high speed in reading, writing, and deleting operations because of storing data in RAM, which allows it to achieve a high speed of I/O operations. Yet when it comes to storing big amounts of data, it becomes a problem due to the high RAM's price. The second significant disadvantage of “key-value” storages is the inability to operate with values in “select” and “update” queries. If telemetry data is saved as the value in JSON format, it will not be possible to select data by filtering through some of its fields (for example: get telemetry data of sensors with temperature more than 5°C). Taking into account all mentioned, it is not recommended to use a “key-value” database for storing telemetry data due to the numerous restrictions of these databases.

The next variant of non-relational databases is “Document-oriented” databases. This database type is developed to store data in the form of separated structures—documents. The document is a set of “key-value” pairs which describe some entity. Document encodes and encapsulates the data in a semi-structured format (such as XML or JSON)[5]. Document-oriented databases support primary and secondary indexes, which allow for accelerating select queries. One of the most significant features is a flexible and comprehensive query language that enables the performance of complex queries to extract needed data. Support for replication and sharding is also available in most implementations. It is needed to store data locally with a minimum quantity of relations between documents to use the strengths of a document-oriented database. It becomes possible to conclude that document-oriented databases are suitable for storing and operating telemetry data because of high throughput and the assertion that telemetry data can be presented as an isolated document without the need for relational links to other entities.

Conclusions

In this thesis, the Author analyzed non-relational database types for storing and operating telemetry data in environmental monitoring systems. The result of the analysis shows that the most suitable non-relational database type for such tasks is document-oriented databases because of their high throughput and convenience in the data processing. Key-value storages and Column-oriented databases are less effective for storing telemetry data but also can be used in some conditions. Graph databases are inappropriate for such tasks.

References

1. R. Čerešňák та M. Kvet, "Comparison of query performance in relational a non-relation databases", *Transportation Research Procedia*, т. 40, с. 170–177, 2019. Дата звернення: 7 листоп. 2022. [Онлайн]. Доступно: https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.07.027

2. J. R. Lourenço, B. Cabral, P. Carreiro, M. Vieira та J. Bernardino, "Choosing the right NoSQL database for the job: a quality attribute evaluation", *Journal of Big Data*, т. 2, № 1, серп. 2015. Дата звернення: 7 листоп. 2022. [Онлайн]. Доступно: https://doi.org/10.1186/s40537-015-0025-0

3. C. J. F. Candel, D. Sevilla Ruiz та J. J. García-Molina, "A unified metamodel for NoSQL and relational databases", *Information Systems*, с. 101898, верес. 2021. Дата звернення: 7 листоп. 2022. [Онлайн]. Доступно: https://doi.org/10.1016/j.is.2021.101898

4. M. J. Suárez-Cabal, P. Suárez-Otero, C. de la Riva та J. Tuya, "MDICA: Maintenance of data integrity in column-oriented database applications", *Computer Standards & Interfaces*, т. 83, с. 103642, січ. 2023. Дата звернення: 7 листоп. 2022. [Онлайн]. Доступно: https://doi.org/10.1016/j.csi.2022.103642

5. S. Bouaziz, A. Nabli та F. Gargouri, "Design a Data Warehouse Schema from Document-Oriented database", *Procedia Computer Science*, т. 159, с. 221–230, 2019. Дата звернення: 7 листоп. 2022. [Онлайн]. Доступно: https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.177

DESIGN OF SUSTAINABLE AND SAFE URBAN TRANSPORT SYSTEM

Lidiia SAVCHENKO[1], Assoc.Prof., Sofiia KRUPYNA[1], M.S.

[1]National Aviation University (Ukraine)

Key words: sustainable transport, urban transport system, road transport, environmental safety, smart urban infrastructure

Introduction

Transport is one of the basic sectors of the economy. The transport industry of Ukraine has an extensive railway network, a developed network of highways, sea ports and river terminals, airports and a wide network of air connections, a network of public passenger transport routes, bus stations and cargo customs terminals. This creates the necessary prerequisites for meeting the needs of the population in the provision of transport services and business development.

Sustainable transportation defines a less polluting socially inclusive and economically beneficial mobility system. In today's world, sustainable urban mobility plays a major role towards improving the overall quality of life of urban residents in both developed as well as developing countries. An environmentally sustainable mobility system indicates reduction of pollution load from vehicular emissions, decreasing energy wastage, and overall promotes a low carbon footprint. Simultaneously, a socially and economically sustainable transportation system would aim at access for all, gender inclusiveness incorporated in the planning framework, creating more employment opportunities through better connectivity and mobility. Hence, the promotion of green transportation modes such as non-motorized transport (walking and cycling), electric vehicles (EV) and hybrid vehicles play a major role towards achieving sustainability through a planned policy-level approach. In this regard, investigating the sustainable mode's acceptability, improving the public transit ridership, and understanding autonomous and connected mobility should become a priority for researchers working in the field of transportation, environment and economics [1].

The goal of the work

This research is aimed at exploring how to design ecological and safe transport system of the city.

Main part

Transport is a key link of the socio-economic system of the state and belongs to the strategically important branches of the national economy, without the effective operation of which further improvement of society's well-being is impossible. The main tasks of transport are timely, high-quality and complete satisfaction of the needs of the economy and the population in transportation, increasing the economic efficiency of its work. Today, a qualitative "leap" in the transport sector can be achieved through the use of new technologies for ensuring transportation processes that meet modern requirements and high international standards, in particular, through the use of smart innovations.

At the same time, the impact of road transport on the environment has reached the critical level limits. Transport activity in cities creates significant environmental hazards for vital activity of the population and environment. On the scale of pollution is affected by the irregularity of traffic

flows, especially in places of traffic jams at traffic lights and on highways that arise as a result of changes in the system parameters of the transport system [2].

Modern infrastructure, honest market competition, development and coordination of activities of various types of transport, together with the implementation of an effective management system, will provide the basis for the development and functional growth of the national transport system of Ukraine. Improving the quality and level of provision of transport services will stimulate Ukrainian exports and contribute to the development of domestic trade.

The development of transport systems and their respective networks are not only determined by travel demand, but also by developments that influence transport supply, such as infrastructure investments, technological innovations or transport policies.

The National Transport Strategy of Ukraine for the period until 2030 defines directions for improving the quality of the provision of transport services, envisages bringing the level of their provision and infrastructure development closer to European standards, increasing the level of safety and reducing the negative impact on the environment, taking into account the need to decentralize the tasks and functions of central bodies of executive power, introduction of anti-corruption policy, corporate governance in the state sector of the economy [3].

The task of designing sustainable and safe transport systems of the city is to ensure that various mobility needs are met in the best possible way while undesirable side effects are reduced to an acceptable level at the same time (Fig. 1). Within its given framework of policies, the region or settlement of the future is one which is able to succeed in that aim and maintain sustainability in the long term.

Fig. 1 – Mix of urban transport design management

The urban transport system is a system of interconnected separate components (people involved in the transport process; infrastructure; vehicles, etc.) intended for transporting passengers or goods. An important component of TSM is urban passenger transport, which includes tram, trolleybus and bus connections, as well as the metro. The transport network of Ukrainian cities, which was formed in the conditions of existing buildings and was often not optimized in the last 30-40 years, is now objectively unable to cope with the constant increase in the number of vehicles on the streets of the city, complicating and sometimes paralyzing the functioning of passenger transport [6].

Urban transportation is complicated and involves an intricate interplay of many complex variables. That is why intelligent transportations systems are required, and why they must be fed multi-layered data integrating diverse sources. Using advanced intelligent transportation systems can improve every facet of traffic in the city and make it smart. To ensure that the various mobility needs are met in the best possible way while undesirable side effects are reduced to an acceptable level at the same time is the aim of sustainable transportation.

As cities are forced to build more efficient roads and highways, smart infrastructure is essential for its modernization. Smart city roads using Internet of Things (IoT) technology enable cities to collect and analyze data, which in turn leads to improved day-to-day traffic management and adaptation to long-term transportation needs. Thanks to the sensors, cameras and radars of the IoT, data can be analyzed in almost real time. They are used to unblock congested streets and improve traffic. The data can also be uploaded to the cloud for long-term analysis to, for example, evaluate measures to reduce CO_2 emissions or improve road conditions.

There are many types of devices that make smart road technology work: speed sensors, sound sensors, smart lights, condition/weather monitoring systems, and digital signage. When these devices collect and analyze data in near real time, cities can gain a lot:

1) Less congested roads. Smart road technology to track vehicles and change the high beam when there is less traffic or no cars are driving, helping to prevent traffic jams;

2) Increased road safety for both cars and pedestrians. Traffic monitoring solutions using computer vision systems can detect vehicles, pedestrians and cyclists to help them comply with safety rules. In the event of an accident or crime on the street, smart devices can immediately alert the relevant services;

3) Simplified parking and tolls payment. Electronic tolling reduces congestion by recognizing license plates and tracking vehicles, automatically collecting tolls on toll roads or bridges – all without stopping or slowing down traffic.

Using smart cities transportation systems is a key part in what actually makes a smart city smart. In urban management, it enables decisions that are based on multi-layered data rather than guesswork and gut feelings, for example:

- planning long term projects, such as deciding to add an extra lane to a highway or even paving a new road;
- enacting, measuring and assessing tactical urban solutions, like taking away or adding parking along a road, or closing off a street during certain hours;
- adapting to changes, such as providing charging stations for EVs or placing micro-mobility stations;
- reacting in real-time to a changing and dynamic environment, like smart signaling, dynamic rerouting and hazard relief [5].

Vehicle manufacturers are developing advanced technologies to make vehicles safer, less stressful and more comfortable. Advanced technologies are increasingly being applied to large public transport systems and to disseminate train and bus arrival information to passengers.

These different technologies are now collectively known as Intelligent Transportation Systems (ITS). When used carefully, ITS can help make the transportation system more reliable, safer, and more efficient, as well as reduce its impact on the environment.

ITS is, in fact, a mixture of developments in the computer field, information technology and telecommunications together with knowledge in the automotive and logistics sectors. Key ITS technologies emerge on the basis of major developments in these sectors. Therefore, ITS can be defined as the application of computer, information and communication technologies for the management of vehicles and networks in real time, including the movement of people and goods.

In order to design a safe and sustainable transport system, the following methods of ITS are used: equal access and improvement of mobility; reduction of demand for individual vehicles; shift in transport distribution in favor of public transport, walking and cycling; improving the efficiency and productivity of transport; higher level of security; reducing the impact on the environment and smoothing traffic intensity, in particular in city centers where there is a problem of traffic jams in rush hours.

Advanced ITS can be used to make efficient use of limited road space by providing advanced traffic management to automatically and reliably allocate traffic lanes to facilitate controlled bus traffic during peak hours.

The security is now a key moment for society - ITS can help here with its intelligent technologies in tracking and approving access. ITS can improve preparedness, prevention, protection, response, and recovery in the event of a national disaster or security-related event.

ITS can also help improve the environment by creating automatic systems for fleet managers to ensure that their vehicles choose the most efficient routes, thus saving fuel and reducing greenhouse gas emissions. Other emissions, including aerosols, carbon monoxide and hydrocarbons that affect human health, cause smoke and damage the environment, are also being reduced.

There are different types of Intelligent Transport System applications, such as:

1. Mobility ITS. They are aimed to provide the shortest route between origin-destination pairs considering factors such as distance, time, energy consumption, etc., in a data-rich travel environment. These applications can help monitor and manage transportation system performance by adjusting traffic signals, dynamically managing transit operations, or dispatching emergency maintenance services.
2. Safety ITS. Safety applications reduce crashes by providing advisories and warnings. These applications include vehicle safety applications, emergency management. A safety Intelligent Transport System can, for instance, give a speed warning at a slippery roadway.
3. Environment ITS. Analysis of the results of the implementation of ITS shows a significant potential for improvement of the social-environmental indicators of urban transport systems [4]:

- traffic management on the street-road network allows to reduce delays by 5-40% depending on the management system used and the development of informing users;
- traffic management on highways allows to reduce the number of accidents by 40%, increase throughput and reduce the total travel time by 60%;
- the information support system for commercial transportation allows to reduce costs of freight transport owners by 35%;
- management of public transport makes it possible to reduce the travel time by two times and increase the reliability of the schedule by 35% due to the system of spatial positioning and priority at regulated intersections;
- the incident management system allows to reduce their duration by 40%.

Moreover, the instant traffic congestion data can help make informed decisions that in-turn decrease the environmental impact of day-to-day trips. It gets possible to avoid congestion by taking alternate routes or rescheduling the trips, which can make the trips more environmentally-friendly [7].

According to the Department of Information and Communication Technologies of the Kyiv State Administration, a new intelligent transport system of video surveillance has appeared in Kyiv since 2021, which helps regulate traffic on the streets of the capital and prevent traffic jams. The system allows to organize the operation of transport so that public transport and taxis move according to the schedule. Thanks to this, Kyiv residents know the exact time of arrival of transport at stops.

On the other hand, with its help, the city authorities regulate traffic on city streets and prevent traffic jams. At the moment, key areas with the most intensive traffic have been identified in the capital, where ITS cameras are installed: at the intersection of Lesya Ukrainka boulevard, Basseina Street, Mechnikova Street, Lev Tolstoy Street, Peremoha Square and European Square. In the future, the video surveillance system will be expanded to 65 main highways and exits from the city (Fig. 2). After implementing the system, analyzing traffic and calculating transport patterns, the city will be able to redirect traffic flows, adjust traffic lights and limit the entry of trucks in the summer [7].

Fig. 2 – Road speed control devices on the map of Kyiv [9]

The use of intellectual solutions in improving the operation of transport system is an actual scientific and practical direction. Today, it is very important for settlements to have at their disposal the most accurate information about the situation on transport routes in order to properly plan and build urban road infrastructure, to optimize it taking into account the needs of citizens and current conditions. That is why it is necessary to direct all plans for the development of cities in the direction of the implementation of intelligent transport systems as the most modern method of synchronizing passenger and freight flows, which simultaneously allows creating conditions for population mobility and increasing socio-economic efficiency for city residents.

Conclusion

To sum up, a sustainable urban transport system must provide mobility and accessibility to all urban residents in a safe and environment friendly transport. As for Kyiv, it can be observed that the situation with intelligent transport system development in the city is under dynamics.

References

1. Frontiers. “Safe and Sustainable Urban Mobility: Challenges, Opportunities and current trends”. [Online]. Available: https://www.frontiersin.org/research-topics/38921/safe-and-sustainable-urban-mobility-challenges-opportunities-and-current-trends#overview

2. Iu.F. Hutarevych, D.V. Zerkalov, A.H. Hovorun, A.O. Korpach, L.P. Merzhyievska, *Ecology and road transport: education manual*, Kyiv, Ukraine: Aristei, 2008.

3. Draft National Transport Strategy of Ukraine for the period up to 2030. [Online]. Available: https://mtu.gov.ua/projects/133/

4. Y. Fan, A.J. Khatta, and E. Shay “Intelligent Transportation Systems: What Do Publications and Patents Tell Us?”, *Journal of Intelligent Transportation Systems*, vol. 11, no. 2 pp. 91-103, 2007.

5. M. Dix (2004) “Central London Congestion Charging, Presentation at European Conference of Ministers of Transport” in *An International Conference on Managing Transport Demand Through User Charges*, London [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/228982916_The_Central_London_Congestion_Charging_Scheme-From_Conception_to_Implementation

6. A. R. Haikov, O. P. Yevsieieva, O. V. Baranov, V. Yu. Baranov. “Intelligent transport systems in Ukraine ”, in *Visnyk NTU «KhPI». Seriia: Avtomobile- ta traktorobuduvannia*. vol. 9, no. 1052, pp. 106-112, 2014.

7. Center for Transportation Studies of Portland State University. “Benefits of Intelligent Transportation Systems Technologies in Urban Areas: A Literature Review. Final Report” 2005. April. [Online]. Available: https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.296.3448&rep=rep1&type=pdf.

8. Official portal of Kyiv. “Intelligent transport system: the most complex intersections in Kyiv are already analyzed by smart cameras”. 2021. [Online]. Available: https://kyivcity.gov.ua/news/nayskladnishi_perekhrestya_v_kiyevi_vzhe_analizuyutsya_intelektualnoyu_transportnoyu_sistemoyu__petro_olenich/

Map of speed cameras in Kyiv and Ukraine in 2022. [Online]. Available: https://infoportal.ua/karta-kamer-videofiksatsiyi-pdr/

НЕЧІТКА ПРОДУКЦІЙНА МОДЕЛЬ ВИЗНАЧЕННЯ РИЗИКУ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРІОРИТЕТНОГО РУХУ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Володимир ВДОВИЧЕНКО[1], д-р. техн. наук, Ігор ІВАНОВ[2], канд. техн. наук, Сергій ПІДЛУБНИЙ[1]

[1] Харківський національний автомобільно-дорожній університет (Україна)
[2] ПрАТ «Запоріжавтотранс» (Україна)

Ключові слова: пріоритетний рух, міський громадський пасажирський транспорт, ризик.

Вступ

Організація пріоритетного руху міського громадського пасажирського транспорту (МГПТ) обумовлена потребою розвитку швидкісної транспортної інфраструктури в сучасних містах, як важливого стратегічного напряму створення надійних, більш швидких і доступних для жителів систем транспортного обслуговування. Важливими завданнями з розвитку швидкісної транспортної інфраструктури в сучасних містах є: створення надійних, більш швидких і доступних для жителів систем та видів транспорту [1]; впровадження нових технологій швидкісного обслуговування [2], [3]; вдосконалення систем управління транспортними потоками та раціональний розподіл смуг руху [4]; розподіл потоків за рахунок надання в містах великих територій для пішоходів та велосипедистів, з одночасним відокремленням швидкісних магістралей для автотранспорту та МГПТ [5]. Реалізація таких заходів необхідна з точки зору забезпечення позитивного впливу на вирішення задачі підвищення рівня задоволення транспортних потреб населення, вирішення якої може бути досягнене шляхом впровадження комплексу управлінських дій спрямованих на повне та своєчасне задоволення якісних вимог населення. Створення ефективних міських пасажирських транспортних систем (МПТС) з одного боку потребує будівництва та розширення відповідної інфраструктури: шляхів сполучення, зупинних пунктів, транспортно-пересадочних комплексів, споруд для технічного обслуговування транспорту, об’єктів енергетичного забезпечення транспорту та ін. З іншого боку особливо гостро стоїть питання реалізації управлінських заходів з підвищення швидкісного режиму руху на маршрутах МГПТ, що обумовлено суттєвістю його впливу на продуктивність роботи рухомого складу та є головним чинником у формуванні рівня якості транспортного обслуговування населення міст. Реалізація такого управління потребує попереднього аналізу умов та ризиків впровадження пріоритету МГПТ з позиції оцінки впливу на всі елементи підсистем МПТС, а саме: транспортні потоки, парк рухомого складу та якість транспортного обслуговування пасажирів.

Мета роботи

Метою даної роботи є визначення процедури обґрунтування доцільності впровадження пріоритетного руху МГПТ на елементах вулично-дорожньої мережі (ВДМ) з позицій оцінки виникнення критичних ризиків функціонування МПТС.

Виклад основного матеріалу дослідження

В загальному вигляді, можливість надання оцінки про вибір варіанту впровадження швидкісного сполучення ґрунтується на встановленні характеристичного зв'язку $G_t \to (A_r, S_p, K_t)$. Керуючим впливом в цьому випадку є вибір методу реалізації швидкісного сполучення (G_t). На вибір напрямку та способу реалізації управлінського рішення впливає можливість розвитку транспортної інфраструктури, а саме наявність ресурсів для будівництва ліній нових видів транспорту або будівництва нових елементів транспортної мережі міста (розширення вулиць, реконструкція вузлових елементів та ін.). Позитивне рішення приймається тоді коли будуть виконані наступні критерії: $\Delta A_r \to \max$, $\Delta S_p \to \max$ за умови $K_t \le K_t^l$. Під ΔA_r слід приймати скорочення необхідної кількості рухомого складу на маршрутах, під ΔS_p – скорочення часу пересування пасажирів, а під K_t^l – допустимий рівень організованості дорожнього руху на елементах вулично-дорожньої мережі.

Аналіз системності, повноти та взаємопов'язаності умов формування управлінських рішень в сфері вибору варіанту швидкісного сполучення МГПТ полягає у розгляді цілої ризик-системи, єдність якої забезпечується обліком взаємозв’язків, що виникають у процесі його функціонування. Центральною частиною процесу прийняття рішення є формулювання допустимого ризику P_t. Під P_t розуміється така ступінь організації функціонування МПТС, яка з позиції споживачів МГПТ та учасників дорожнього руху представляє гарантію отримання мінімально допустимого результату по відношенню до часу пересування, провізних можливостей рухомого складу та пропускної спроможності вулиць. Вербально цей показник можна описати наступним чином: P_t – це ймовірність того, що в результаті впровадження заходів G_i буде одержано скорочення кількості рухомого складу на маршрутах ΔA_r, зниження витрат часу на пересування ΔS_p та не буде спостерігатися ускладнення руху K_t понад критичного рівня. Формалізація ризику представляється як поєднання ймовірності виникнення подій та негативних наслідків (НН) від нього:

$$P_t = Y(\Delta A_r, \Delta S_p) \otimes K_t, \tag{1}$$

де $Y(\Delta A_r, \Delta S_p)$ – ймовірність виникнення негативних наслідків; K_t - негативні наслідки для умов дорожнього руху; $\otimes$ - встановлена композиція взаємозв’язку між параметрами.

З природи поняття ризику можна виділити наступну закономірність [6]:

$$\text{для } \forall K_t \exists! Y : Y'(K_t) = Y. \tag{2}$$

Виходячи з вищенаведеного, в загальному вигляді закономірність виникнення негативних наслідків може бути представлена наступним чином:

$$Y' = Y'(\bar{K}_t), \tag{3}$$

де $Y'(\bar{K}_t)$ – монотона функція зменшення, що відтворює достатню ймовірність виникнення НН та призводить до нормативного погіршення умов дорожнього руху $\bar{K}_t = K'_t / K^l_t$; $K'_t \in \left[K^b_t, K^l_t\right]$; K^b_t, K^l_t - базовий стан та критичний (максимально допустимий) рівень ускладнення дорожнього руху.

Таким чином допустимий ризик можна задати у вигляді залежності ймовірності виникнення НН от величини $\bar{K}_t$ у вигляді функції:

$$Y' = a \cdot \exp(-b(K'_t - K^l_t)), \tag{4}$$

де a – константа, що відповідає ймовірності з якою допускають виникнення ускладнення руху; b – константа, що визначає швидкість зниження ймовірності виникнення НН по мірі збільшення різниці $(K'_t - K^l_t)$.

Для практичної адаптації теорії ризиків в межах поставленої задачі можливо використати нечітку продукційну мережу, в основі якої лежить структурно-логічний зв'язок, що описує вплив базових компонент на формування загального результату $G_t \to$ $_t$. Побудова нечіткої продукційної мережі передбачає визначення множини n_o чинників виникнення ризиків на n_s рівнях їх розгляду $G_{tj} = \{g_j\}$, $_s = \overline{1,}$, $_o = \overline{1,}$ та множини n_b показників ризиків $P_i = \{p\}, i_b = \overline{1,n}$. Якісне оцінювання рівня параметрів ризик-системи проводиться за допомогою лінгвістичних змінних, що можуть бути представлені у вигляді базових терм-множин. Для чинників ризику терми представлені трьома варіантами по відношенню до граничних значень НН (K^l_t): низька (НВ), часткова (ЧВ) та повна відповідність (ПВ). При розробці моделі зв'язок реалізується на основі принципів MISO-структури (багато входів – один вихід) та представляє собою каскадне поєднання нечітких продукційних правил, що описують відображення впливу вхідних чинників на показник ризику. Природно, що формування нечіткої продукції, в першу чергу, включає в себе опис її компонентів, тобто передумов (g_{ij}) та висновку (p_i), комбінація яких визначає нечітку продукцію. Вхідні компоненти розподілені на дві групи: параметри маршруту (g_{1-3}) та параметрі ВДМ (g_{4-6}). Всі параметри, окрім g_2 можуть приймати чотири значення, g_2 – три значення. Другий індекс у позначенні параметрів (g_{ij}) означає приналежність до його рівня оцінки. В ході реалізації процедури продукції можливе отримання одного з 9 значень функції ризику $Y'(\bar{K}_i) = \{s, p\}$, що відтворює якісну оцінку ризику набуття покращення транспортного обслуговування s_i та ризику ускладнення умов дорожнього руху p_i Представлена у центральній частині моделі матриця може бути описана наступними термами нечітких множин (таблиця 1).

Таблиця 1 – Якісна оцінка ризиків

Покращення якості обслуговування пасажирів	Негативний вплив на дорожній рух по ВДМ		
	ПВ	ЧВ	НВ
НВ	$s_1 p_1$	$s_1 p_2$	$s_1 p_3$

ЧВ	$s_2 p_1$	$s_2 p_2$	$s_2 p_3$
ПВ	$s_3 p_1$	$s_3 p_3$	$s_3 p_3$

Висновки

Задача вибору ефективного методу швидкісного сполучення МГПТ потребує попереднього обґрунтування сукупності технологічних параметрів роботи маршрутів по відношенню до обраного критерію оцінювання ефективності. В якості методичної основи для оцінювання доцільності виділення пріоритетних смуг МГПТ запропоновано використовувати нечітку продукційну мережу, в основі якої лежить структурно-логічний зв'язок який описує вплив базових умов реалізації рейсових операцій на формування загального результату, що відтворюється ризиками ускладнення умов дорожнього руху та показників транспортного обслуговування населення.

Список літератури

1. В. Сахно, В. Поляков, С. Шарай, Д. Ященко, До питання вибору рухомого складу в системі BRT. *Технічна інженерія*, №2(86), с. 24-33, 2020.

2. L. Basso, F. Feres, H. Silva, The efficiency of bus rapid transit (BRT) systems: A dynamic congestion approach. *Transportation Research Part B: Methodological*, Vol. 127, pp. 47-71, 2019.

3. M. Zhang, B. Yen, The impact of Bus Rapid Transit (BRT) on land and property values: A meta-analysis. *Land Use Policy*, Vol. 96, 104684, 2020.

4. Y.Seo, H. Jang, J. Park, A Study on Setting-Up a Methodology and Criterion of Exclusive Bus Lane in Urban Area. *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies,* Vol. 5, pp. 339-341, 2005.

5. J. Schaefer, M. Figliozzi, A. Unnikrishnan, Evidence from urban roads without bicycle lanes on the impact of bicycle traffic on passenger car travel speeds. *Transportation research record*, №2674(7), pp. 87-98, 2020.

6. И. Ажмухамедов, О. Выборнова, Введение метрических характеристик для решения задачи оценки и управления рисками. *Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии*. №4(32). с. 10-22, 2015.

СТАЛИЙ РОЗВИТОК ВАНТАЖНОГО АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ В МІСТАХ

Оксана ГУЛЬЧАК[1], проф., Аліна КОРЧЕВСЬКА[1], старший викладач,
Анастасія Шульга[1], магістр

[1] Національний транспортний університет (Україна)

Ключові слова: транспорт, сталий розвиток, вантажні автомобільні перевезення, міські перевезення

Вступ

Після часткового а подекуди повного зупинення перевезень, через воєнні дії, у містах України поступово зростають обсяги перевезень вантажів та пасажирів. А велика частка цих перевезень припадає на автотранспортні засоби, які часто мають серйозний вплив на здоров'я людей, якість навколишнього середовища, міський розвиток, стан доріг та безпеку дорожнього руху. Українські міста великою ціною втрачених життів та зруйнованої інфраструктури зараз отримали нагоду відбудувати транспортні системи з урахуванням принципів сталості, стійкості та надійності, а органи місцевого самоврядування – нагоду використати такі підходи та методи управління, що дозволи б створити максимально

комфортні умови життя для населення з точки зору економічного, екологічного та соціального його розвитку.

Розвинені країни та країни, що розвиваються, все частіше шукають стратегії для гарантування індивідуальної мобільності, і в той же час намагаються поліпшити екологічні та соціальні умови. Сталий розвиток все частіше приймається як основа для розробки та реалізації таких стратегій.

Мета роботи

Через свою домінуючу роль питання автомобільного транспорту викликають особливе занепокоєння. Для "сталого підходу" до автомобільного транспорту необхідно знайти відповіді на ряд питань: Що таке "сталий автомобільний транспорт"? Які існують варіанти політики в рамках стратегії сталого розвитку?

Виклад основного матеріалу дослідження

Стратегії сталого розвитку вантажного автомобільного транспорту в містах можуть бути легко виведені з більш широкої концепції сталого розвитку. Загалом, сталий розвиток передбачає задоволення потреб нинішніх поколінь без шкоди для здатності майбутніх поколінь задовольняти свої власні потреби не ставлячи під загрозу здатність майбутніх поколінь задовольняти свої власні потреби (WCED 1987). Міський вантажний транспорт складається з численних учасників, які взаємодіють між собою і мають різні інтереси. Доцільно розглядати три основні напрямки дій для досягнення сталого розвитку міського вантажного транспорту, які необхідно використовуватися в комплексі:

- логістичні заходи (наприклад, перепланування складської діяльності);
- муніципальні заходи (наприклад, пом'якшення часових рамок доставки);
- технологічні заходи (наприклад, безшумні та екологічні транспортні засоби).

Найчастіше ці заходи впроваджуються на практиці окремо, що обмежує ефект від дій. Поєднання ініціатив приватного сектору та державної політики є необхідним для розвитку сталої системи міського вантажного транспорту. Стратегія сталого розвитку транспорту вимагає комплексного і добре збалансованого комплексу заходів для досягнення широкого спектру цілей; крім того, сталість повинна включати в себе довгострокову перспективу.

Аналізуючи останні довоєнні тенденції, сталий розвиток транспортного сектору в українських містах здебільшого розглядається в аспекті розвитку мобільності населення, в той час як вирішенню питань раціональної організації руху вантажного транспорту, як правило, приділяється незначна увага. Але задля сталого розвитку міста підсистема вантажоперевезень є не менш важливою, оскільки від якості її функціонування також залежить успіх формування комфортного міського середовища. Постійно зростаюча кількість жителів у містах призводить до збільшення попиту на вантажні перевезення. Як наслідок, кількість вантажних транспортних засобів на дорогах міст збільшується. Це, в свою чергу, стає однією з причин виникнення заторових ситуацій на дорогах, що відображається на часі поїздки всіх категорій користувачів транспортної системи міста та безпеці дорожнього руху в цілому [1].

На підставі цього, можна стверджувати, що питання раціональної організації та планування роботи вантажного транспорту за умов сталого розвитку міста є актуальним завданням для фахівців транспорту. Ключові питання, які необхідно досліджувати наведено на рисунку 1.

У міських вантажних перевезеннях беруть участь різні учасники та зацікавлені сторони, які відповідають за розробку логістичної системи, транспортної системи та фізичного середовища.

Основними учасниками є вантажовідправники та вантажоодержувачі, постачальники транспортних послуг, а також місцеві та регіональні органи влади. Вантажовідправники та вантажоодержувачі діють у логістичній системі і мають справу з переміщенням продукції на ланках ланцюга поставок між об'єктами, де здійснюється господарська діяльність. Обов'язковою умовою функціонування економіки є доступність товарів до об'єктів, де здійснюється економічна діяльність. Забезпечення цієї доступності є основною функцією

міського вантажного транспорту, і саме потреби в доступності є рушійною силою всього міського вантажного транспорту. саме потреби в доступності є рушійною силою всієї системи міського вантажного транспорту. Рішення вантажовідправників щодо ланцюга поставок та логістичних стратегій визначають попит на перевезення з точки зору розміру, частоти, часу виконання, точності та гнучкості доставки. Основний інтерес для вантажовідправників/одержувачів полягає у високій доступності до своїх постачальників та клієнтів.

Рисунок 1 – Ключові питання для дослідження сталого розвитку вантажного транспорту в містах.

Транспортні провайдери розробляють транспортну систему та надають транспортні послуги, яких потребують вантажовідправники та вантажоодержувачі. Основним питанням для операторів є як досягти високого рівня використання ресурсів при забезпеченні необхідної якості перевезень.

Необхідна якість послуг визначає кількість необхідних транспортних ресурсів для надання послуги. Місцеві та регіональні органи влади мають повноваження щодо проектування фізичного середовища, яке впливає на міський вантажний транспорт. Вони використовують планування землекористування і організацію дорожнього руху для покращення забудови та соціального середовища міських регіонів. Вони надають землю під економічні об'єкти та транспортну інфраструктуру, наприклад, автомобільні дороги та залізничні колії, якими здійснюється рух транспортних засобів. Цілі місцевої влади є двоякими:

По-перше, з економічних міркувань вони прагнуть до високої доступності свого міста-регіону до міжрегіональної транспортної мережі та ефективної внутрішньо-міської транспортної мережі для підвищення їх привабливості для економічної діяльності, яка є генератором регіонального добробуту.

По-друге, з соціальних та екологічних міркувань вони прагнуть зменшити вплив вантажних перевезень на навколишнє середовище, оскільки зростають вимоги людей, які живуть і працюють у містах, до високої якості життя.

Логістика, транспорт і фізичне середовище взаємодіють між собою. Ця взаємодія може бути описана за допомогою ринків, на яких задовольняються попит і пропозиція в кожному елементі. На транспортному ринку попит на матеріальні потоки відповідає пропозицією транспортних послуг, в результаті чого формуються фактичні вантажопотоки, які генерують попит на транспортні потоки. Цьому попиту відповідає пропозиція транспортних підприємств, пропускна спроможність інфраструктури на ринку транспортних перевезень. На ринку землекористування попит вантажовідправників на місця для розміщення своїх господарських об'єктів відповідає пропозиції земельних ділянок з боку місцевої влади, яка прагне до економічного розселення у своєму місті-регіоні.

Оскільки міські території є складними системами з різними суб'єктами, що представляють різні інтереси, логістичні та вантажні перевезення різні інтереси, суб'єкти логістики та вантажних перевезень стикаються з конкуренцією з іншими учасниками на цих ринках. У містах вантажний і пасажирський транспорт користуються однією і тією ж інфраструктурою і конкурують між собою за обмежену пропускну здатність. На ринку землекористування ринку землекористування логістичні об'єкти та транспортна інфраструктура конкурують з іншими формами землекористування, наприклад, підприємствами та житловими будинками, за обмежений фізичний простір.

Поглиблене вивчення питання сталого розвитку транспортної системи зарубіжні вчені розпочали з середини 90-их років XX століття, в той час як українські вчені зацікавились цією темою здебільшого, після опублікування у 2011 році Європейською комісією Білої книги з визначеними для сталого розвитку транспорту пріоритетами [2].

Аналіз наукової літератури, в якій досліджуються питання розвитку систем вантажних перевезень за умов сталого розвитку міста, дає змогу окреслити основні напрямки досліджень:

- Проблематика енергоефективності та екологічності вантажного транспорту. Автори зосереджують увагу на необхідності розробки альтернативних видів палива та використання інноваційних технологій для оптимізації системи міської логістики [3-5].

- Дослідження орієнтовані на вивчення шляхів та методів формування безпечного міського простору. Автори в своїх дослідженнях вивчають найкращі практики з точки зору сталої мобільності міст світу та формують перелік заходів щодо підвищення безпеки дорожнього руху, чим можуть скористатися інші міста в майбутньому [6-8].
- Автори досліджень цього напрямку сконцентровані на оцінці ефективності альтернативних вантажному автомобільному транспорту способів доставки товарів для міського населення [9,10].
- Важливий напрямок досліджень стосується організаційно-правових аспектів формування системи автомобільних вантажних перевезень, з урахуванням концепції сталого міста [11,12].

Таблиця 1 – Напрямки досліджень питання розвитку систем вантажних автомобільних перевезень за умов сталого розвитку міста

Дослідник	Напрям дослідження
Williams J.H., DeBenedictis A., Ghanadan R., Mahone A., Moore J., Morrow W.R., Price S., Torn T.S., Deetman S., Hof A.F., Pfluger B., van Vuuren D.P., Girod B., van Ruijven B.J., Kodjak D., Sharpe B., Delgado O.	Енергоефективність та екологічність вантажного транспорту в містах
Dong C., Richards C.H., Huang B., Jiang X., Коваль, М.І., Taniguchi E.	Вивчення шляхів та методів формування безпечного міського простору
Leonard C., Ranieri L., Digiesi S., Silvestri B., Roccotelli M.	Оцінка ефективності альтернативних вантажному автомобільному транспорту способів доставки

Коваль, M.I., Cherrett T., Allen J., McLeod F., Maynard S., Hickford A., Browne L.	Організаційно-правові аспекти формування системи автомобільних вантажних перевезень, з урахуванням концепції сталого міста

Окрім наукової спільноти, яка актуалізувала тематику сталого транспорту в Україні, значний крок у напрямку подальшого його розвитку зробили профільні урядові організації. Підтвердженням того може слугувати прийняття низки відповідних стратегічно важливих документів, серед яких головної уваги заслуговують: «Концепція сталого розвитку населених пунктів», «Стратегія сталого розвитку «Україна-2020»», «Основні засади (стратегія) державної екологічної політики України на період до 2030 року», «Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року». Головною ідеєю усіх цих документів в аспекті транспортних питань є орієнтація на соціальноекономічну ефективність та екологічність транспортної системи країни. Проте концептуальний характер більшості з цих документів задає лише напрямок для формування органами місцевого самоврядування відповідних програм розвитку транспортної системи.

У той час як міській владі, крім такого орієнтиру, також потрібні алгоритми розробки та впровадження планів, а в подальшому й конкретних заходів, для підвищення ефективності функціонування кожної зі складових транспортної системи міста.

Висновки

Для досягнення сталої системи міського вантажного транспорту, яка відповідає економічним, соціальним і екологічним цілям всіх зацікавлених сторін, необхідне інтегроване планування, яке об’єднує всі зацікавлені сторони і ринки. Принципи планування:

- Існування стратегії міського вантажного транспорту, яка вбудована в загальну стратегію сталого розвитку міста з довгостроковою перспективою;
- Регіональний масштаб, що визначає всю «міську агломерацію» як зону транспортного планування; і визначення обов’язків для забезпечення повноти охоплення;
- Консультації із зацікавленими сторонами для забезпечення прозорості та підвищення якості, прийняття, ефективності та легітимності дій;
- Співпраця суб’єктів та координація політики для забезпечення інтеграції між усіма видами транспорту та секторами політики, а також географічного охоплення всієї функціональної міської агломерації;
- Розвиток потенціалу, щоб забезпечити наявність необхідних навичок персоналу.

Список літератури

1. Мосьпан Н. В. "ПЛАНУВАННЯ РОБОТИ ВАНТАЖНОГО АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ ЗА УМОВ СТАЛОГО РОЗВИТКУ МІСТА." Комунальне господарство міст. Серія: Економічні науки: зб. наук. пр. / Харків. нац. ун-т міськ. господар. ім. О. М. Бекетова. – Харків, вип. 156: 8-16.

2. White paper : Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system. (2011). Europian Council, Brussels, 30

3. Williams J.H., DeBenedictis A., Ghanadan R., Mahone A., Moore J., Morrow W.R., Price S., Torn T.S. (2012) The technology path to deep greenhouse gas emissions cuts by 2050: the pivotal role of electricity. Science, 335, 53-59.

4. Deetman S., Hof A.F., Pfluger B., van Vuuren D.P., Girod B., van Ruijven B.J. (2013). Deep greenhouse gas emission reductions in Europe. Energy Policy, 55, 152-164.

5. Kodjak D., Sharpe B., Delgado O. (2015). Evolution of heavy-duty vehicle fuel efficiency policies in major markets. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 20(5), 755-775

6. Taniguchi E. (2014). Concepts of city logistics for sustainable and liveable cities. Social and Behavioral Sciences, 151, 310-317.

7. Dong C., Richards C.H., Huang B., Jiang X. (2015). Identifying the factors contributing to the severity of truckinvolved crashes. International Journal of Injury Control and Safety Promotion, 22(2), 116-126.

8. Коваль, М.І. Аудит вулично-дорожньої мережі міст, виділеної для організації руху вантажного транспорту [Текст] / М.І. Коваль, Є.О. Рейцин. // Містобудування та територіальне планування. – 2014. – № 54. – С. 201-207.

9. Leonard C. (ed.), (2014). Innovative urban transport solutions. Civitas makes the difference. How 25 cities learned to make urban transport cleaner and better. CIVITAS, Freiburg, 61.

10. Ranieri L., Digiesi S., Silvestri B., Roccotelli M. (2018). Review of Last Mile Logistics Innovations in an Externalities Cost Reduction Vision. Sustainability, 10(3), 782-800

11. Cherrett T., Allen J., McLeod F., Maynard S., Hickford A., Browne L. (2012). Understanding urban freight activity. Journal of Transport Geography, 24, 22-32.

12. Коваль, М.І. Удосконалення і розвиток планувальної організації системи вантажного транспорту у містах Украфїни [Текст] / М.І. Коваль, Є.О. Рейцин. // Містобудування та територіальне планування. – 2012. – № 45(1). – С. 352-362.

РОЗУМНЕ МІСТО: РЕАЛІЇ ТА МАЙБУТНЄ УКРАЇНИ

Людмила ГУРЧ[1], канд. ек. наук, Тетяна КУЗИК[1], магістр

[1]Національний транспортний університет, Україна

Ключові слова: розумне місто, цифровізація, компоненти розумного міста, сталий розвиток, мобільність та транспорт.

Вступ

З кожним роком цифрові технології змінюють повсякденне життя, створюючи засади для сталого соціально-економічного розвитку. Проте, реалії сьогодення докорінно змінюють не лише господарську структуру України, а й усього світу. Спочатку світова пандемія COVID-19 значно прискорила і одночасно уповільнила процеси цифровізації. На початку 2021 року дослідження, проведене Європейською Бізнес Асоціацією, зафіксувало падіння Індексу настроїв малого бізнесу до 2,38 балів з 5-ти можливих, порівняно з 3,07 балами минулого року. [1]. Наступним етапом стало російське вторгнення на територію України, війна та нестабільна економічна ситуація значно уповільнює процес розвитку цифрових технологій. Проте, так як Україна є кандидатом вступу до ЄС, в якому цифровізація – це одна із складових вимог, необхідно саме зараз докласти для цього максимум зусиль. Оскільки, з огляду на процеси глобалізації та інтеграції у світі, Smart City давно почали набирати популярності серед провідних країн ЄС у всіх сферах, як в побутовому житті, так і в сфери, що стосуються промисловості, громадської безпеки, державного управління, медицини, екології, транспорту та інших важливих сфер життя на національному рівні.

В Україні процеси цифровізації є досить повільними, а проекти «Smart City» виконуються, найчастіше, в значних та найзначніших містах. Тим не менш, вже є успішні приклади впровадження “розумних” рішень на місцях: інтелектуальні системи управління дорожнім рухом, “розумне” вуличне освітлення та громадський транспорт, безготівкові розрахунки, єдиний квиток для транспорту, електронний запис до лікаря та ін. Це значно

підвищує якість та комфортність міст для життя та ведення бізнесу, тому обов'язкові до впровадження по всій країні.

Мета роботи

Мета роботи полягає у виявленні теоретичних і практичних аспектів впровадження Smart City для українських міст, а також формування ефективних рекомендацій для досягнення місту статусу «Smart City». Для досягнення поставленої мети роботи для початку необхідно розглянути поняття Smart City та основні його принципи, виявити характеристики створення «розумного міста», проаналізувати вплив Smart City на економіку міста на прикладі розвинених столиць ЄС, визначити існуючі перспективи розвитку економіки українських «розумних міст», а також дати рекомендації для стрімкого зросту української економіки, за рахунок впровадження усіх складових цієї концепції.

Виклад основного матеріалу дослідження

Розумне місто (розумні міста) - це те, яке використовує потенціал технологій та інновацій разом з іншими ресурсами, щоб ефективніше сприяти сталому розвитку та, зрештою, покращувати якість життя своїх громадян.[2]

Smart City - це місто, що активно співпрацює в 6 ключових напрямках міської діяльності з використанням інформаційних, цифрових та телекомунікаційних технологій, на користь його мешканців та підприємств та побудоване на їх «розумній» кооперації, а саме: розумна економіка, розумна мобільність, розумне довкілля, розумне управління, розумне життя, розумні люди – яким відповідає ряд факторів.

Рисунок 1 – Складові розумного міста

Визначивши основні складові розумного міста та розкривши області їх застосування було обрано п'ять столиць країн Європейського Союзу, які на даний момент продовжують активно розвиватися у впровадженні моделі розумного міста. Це такі європейські міста, як Стокгольм, Лондон, Париж, Мадрид та Прага, які є великими потужними центрами розвитку економіки у власній країні. Ці міста було обрано для того, щоб використати їх підходи для покращення рівня життя в українським містах, оскільки вони є географічно близькими до нас.

Ці країни є не єдиними, серед топ-20 розумних міст 10 європейських, шість американських, три азійських і одне океанське. Варто зазначити, що єдиної моделі успіху не

існує. Щоб покращити місто, першим кроком є визначення моделі, якої слід дотримуватися, і сфер, у яких місто має покращитися.[3]

Проте для міста недостатньо виділятися в одній області чи вимірі: міста повинні прагнути досягти прийнятних мінімальних показників у цілому, оскільки території, як правило, взаємопов'язані. Наприклад, моделі «мобільності та транспорту» міста матимуть відношення до «довкілля» (рис.2). Одним із головних обов'язків міських планувальників є розуміння цих зв'язків і визначення можливостей і загроз, пов'язаних з національним контекстом.

Рисунок 2 – Приклад пов'язаних між собою компонентів розумного міста

Лондон є лідером у сфері інтелектуальної мобільності з амбітною ціллю: до 2041 року 80% подорожей у столиці здійснюватимуться пішки, на велосипеді чи громадському транспорті. Транспортне агентство міста – Transport for London – також має унікальний та амбітний підхід до інновацій, прикладом чого є ініціатива London RoadLab. Лондон трансформує свої державні служби, щоб краще відповідати потребам своїх громадян. Місто вже давно визнано лідером у мобілізації відкритих даних для суспільного блага, про що свідчить політика відкритих даних London Datastore and Transport for London. Будучи найбільшим ринком інвестицій у комерційну нерухомість у світі і домом для всесвітньо відомого технічного центру, не дивно, що Лондон є осередком впровадження технологій розумного міста.

Стокгольм був названий найрозумнішим містом у світі завдяки своїм інноваційним рішенням щодо навколишнього середовища, цифровізації та соціальної стійкості. Іншим фактором, на думку журі, стало лідерство міста в європейському проекті GrowSmarter. Місто хоче стати кліматично сприятливим до 2040 року, що зробить Стокгольм першим у світі. Швеція прагне стати вуглецево-нейтральною до 2045 року. [4]

Париж займає лише 38 місце в рейтингу ефективності розумних міст, що розвивається, але активно впроваджує політику розумного міста, започаткувавши проект спрямований на вирішення сучасних міських викликів, таких як перехід до зеленої енергії, підвищення сталої мобільності та покращення способу життя мешканців. Вирішуючи проблеми житла та щільності забудови Парижа, французька фірма Vincent Callebaut Architectures розробила пропозицію щодо кількох висотних будинків із позитивною енерговитратою (BEPOS). Париж також прагне бути «відкритим» містом, реконструкція якого об'єднує його мешканців, користувачів, економічних гравців і муніципальних чиновників. Останнім стовпом проекту є сталість, оскільки Париж бореться з інструментами, необхідними для здійснення екологічного переходу. Його стратегія передбачає запровадження нових звичок

споживання (заохочення циркулярної економіки та використання відновлюваних джерел енергії), міські інновації та взаємозв'язок мереж і потоків мобільності.

Мадрид є столицею Іспанії та найбільшою агломерацією в країні з більш ніж 6,6 мільйонами жителів мешканців. Місто щороку відчуває значне зростання населення. Дійсно, згідно зі світовим оглядом населення (2020), чисельність населення зростала на 1,24% створюючи нові проблеми та можливості для розвитку Мадрида в розумне місто. Пріоритетом міської ради Мадрида є підкреслення ролі громадян у розбудові розумного міста. Насправді Мадрид створив численні платформи та програмне забезпечення, яке полегшує участь мешканців і допомагає їм надаючи доступ до основних даних міста. Друга мета міської ради, яку можна спостерігати - екологічні проблеми та якість повітря в місті. Мадрид реалізував план щодо якості повітря зміна клімату, яка передбачає 30 різних кроків або заходів, які значно покращать якість повітря в центрі міста (Las 30 medidas – Plan de Calidad del Aire y Cambio Climático, n.d.). Третя мета - оптимізувати мобільність. EMT, муніципальна компанія, що відповідає за громадські транспорт докладає багато зусиль, щоб полегшити та заохочувати використання суспільних екологічно чистих транспортних засобів. Місто представляє багато стратегій і програм для розумнішого міського розвитку.

Столиця Чеської Республіки, відома як «Розумна Прага 2030», передбачає плани щодо технологічних інновацій, обміну знаннями, цифрових рішень і послуг, а також модернізації діяльності міста. Розумне планування Праги охоплює стратегічні пріоритети, де очікується, що технології матимуть найбільший позитивний вплив на якість життя: мобільність майбутнього, розумні будівлі та енергетика, безвідходне місто, привабливий туризм, люди та міське середовище, область даних і платформа.

Українським містам необхідно розвиватися враховуючи закордонний досвід та черпаючи у них знання. В останні роки розпочалося впровадження як повних концепцій «розумного міста», так і окремих інструментів в деяких містах України (Київ, Івано-Франківськ, Львів, Запоріжжя, Вінниця).

Рисунок 3 - Виклики на шляху до розбудови концепції «розумних» міст в Україні

Візьмемо для аналізу столицю України та ще декілька розвинених міст. За програмою "Безпечна столиця", яка почала реалізовуватися з 2017р., на закупівлю близько 7 000 відеокамер, систему відеоспостереження, хмарного сховища було витрачено 450 млн. грн. [5]. Завдяки smart-відеокамерам можливим стало ідентифікування людських обличь з

подальшим визначенням даних про особу (ім'я та статус). Інформація надходить та аналізується в Центрі обробки даних. З імовірністю 99% можливим стало визначення державних номерів авто, незалежно від погодних умов, відслідковування переміщення транспортного засобу. Для покращення своєї конкурентної позиції Києву необхідна ефективна стратегія, що включатиме основні пріоритетні напрямки розвитку та чітко визначатиме основні критерії та індикатори результативності. На даний момент в Києві діє Стратегія розвитку міста Києва до 2025 року, що є головним нормативним документом, що визначає цілі та завдання довгострокового розвитку міста. [6] Раціональним методом вдосконалення інноваційного середовище Києва є приклад Мадрида та Стокгольма про створення центрів інновацій за підтримки та спільного фінансування з боку міської та влади та приватних осіб. Створення так званих «фабрик раціоналізаторства» в Києві, де інноватори та підприємці зможуть знайти детальну інформацію про новітні технології в робототехніці або продемонструвати свої стартапи на спеціальній відкритій площадці, призведе до збільшення кількості розробок в різних сферах життя.

Також досить привабливий інвестиційний рівень у Одеси. Одеська компанія освоїла технологію 3D-друку кісток – імплантів. Місто займає лідируючі позиції в прагненні досягнути статусу "Smart City" максимально прискореними темпами. З міського бюджету щорічно виділяються кошти для реалізації програми "Електронне відкрите місто". У поточному році передбачено фінансування в розмірі 8,7 млн грн. Пріоритети програми – публічне управління містом: максимально відкрита влада, впровадження різних інструментів взаємодії влади і суспільства, а також взаємозв'язок різних підрозділів влади для створення "зручного міста".

Чудовим містом, що розвивається з неймовірними темпами є - Дніпро. Цікаво, що, на відміну від Естонії, де на комплексне впровадження електронних послуг знадобилося 15 років, в Дніпрі запланували впоратися зі створенням Smart City за три роки.Містові вдалося запустити безліч електронних нововведень, частина з яких реалізовані в Україні вперше (наприклад, інтерактивна карта аналізу стану доріг "Навізор" і т.п.). Серед діючих проектів увага була спрямована на сервіси, що спрощують комунікації і перешкоджають розкрадання бюджетних коштів: електронний документообіг, сервіс електронних петицій і адмініністративних послуг, відкритий бюджет і систему електронних закупівель ProZorro. З початку року в місті було проведено близько 6,6 тис. електронних торгів.

Серед інших міст України в лідерах також є Харків в декількох категоріях – освітлення, прибирання сміття, теплопостачання, друге місце займає по розвитку транспортної інфраструктури. Останнім часом Харків намагається позиціонувати себе як Smart City. Місто давно досягло успіху в створенні єдиної міської інформаційної системи управління територіями, що дозволяє автоматизувати роботу підрозділів влади, збір інформації, контроль за виконанням рішень і бізнес-процеси. [7]

Проте, на превеликий жаль, розвиток Харкова, і інших міст України зараз призупинено через російсько-українську війну. Незважаючи на це, українські міста будуть розбудовані і, можливо, вже через декілька років теж ввійдуть в топ-20 розумних міст світу.

Проаналізувавши основні принципи та характеристики «розумного міста» на основі закордонних прикладів, пропонуються такі рекомендації щодо впровадження і досягнення цього статусу містам України:

- залучення громадян та інших зацікавлених сторін у вигляді державних, громадських та бізнес інституцій;
- переоцінка ролі міста і його адміністрації в житті кожного громадянина як потенційного користувача розумними технологіями;
- витіснення застарілих рішень щодо старих систем керування містом на користь застосування і розробки нових передових автоматизованих систем;
- заохочення ініціативних груп і організацій, які виступають в ролі розробників інноваційних моделей функціонування сучасного міста;

- створення всеосяжної стратегії даних і платформ даних для реалізації проєктів в даному напрямку;

-пришвидшення переходу до систем електронного документообігу в будь-яких сферах діяльності людини;

-мінімізація використання людських ресурсів стосовно механічної праці; максимізація технологічної потужності міста;

-розвиток інфраструктурних об'єктів;

-збільшення використання екологічно чистих джерел енергії;

-стабілізація роботи державного управління;

-налагодження системи зворотного зв'язку між громадянами та представниками влади; підвищення цифрової обізнаності громадян.

Висновки

Розумне місто - це місто, що використовує в міській діяльності інформаційні, цифрові та телекомунікаційні технологій, на користь його мешканців та підприємств та побудоване на їх «розумній» кооперації. Розумна економіка, розумна мобільність, розумне довкілля, розумне управління, розумне життя, розумні люди – компоненти розумного міста, які необхідно завжди вдосконалювати.

На даний момент в Києві діє Стратегія розвитку міста Києва до 2025 року, що є головним нормативним документом, що визначає цілі та завдання довгострокового розвитку міста. В інших містах також є певні досягнення в цьому напрямку. Проте, їм все ще необхідно розвиватися враховуючи закордонний досвід та черпаючи у них знання. На основі аналізу основних принципів та характеристик «розумного міста» були запропоновані рекомендації щодо впровадження і досягнення цього статусу.

Список літератури

1. Тимченко О.І. Проблеми та перспективи розвитку малого підприємництва в умовах пандемії COVID-19 // Електронне наукове фахове видання «Ефективна економіка». №6. 2021. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/6_2021/92.pdf (дата звернення: 12.03.2022)
2. Веб-сайт Economy-Pedia.com [Електронний ресурс] – 2022р. – https://uk.economy-pedia.com/11036003-smart-city
3. Конкурсна робота на тему «Конкурентоспроможність столичних мегаполісів в умовах впровадження концепції Smart City» Шифр роботи «Мережеві історії», 2019, ст. 12 URL: https://www.dnu.dp.ua/docs/ndc/konkyrs_stud/ES/2019/2.pdf
4. SMART CITIES INDEX REPORT 2022 AMSTERDAM 3rd Edition, 58 URL: file:///C:/Users/ad/Downloads/YONSEI_ISI_LAB_2022_SMART_CITIES_INDEX_REPORT_EN (Part1).pdf
5. International Institute for Management Development URL: https://www.imd.org/smart-city-profile/Kiev/2021
6. Стратегія розвитку міста Києва до 2025 року URL: https://dei.kyivcity.gov.ua/content/strategiya-rozvytku-mista-kyieva-do-2025-roku-nova-redakciya1.html
7. SMART-ІНФРАСТРУКТУРА У СТАЛОМУ РОЗВИТКУ МІСТ: СВІТОВИЙ ДОСВІД ТА ПЕРСПЕКТИВИ УКРАЇНИ Центр Разумкова, 2021, Видавництво "Заповіт", 2021 URL: https://razumkov.org.ua/uploads/other/2021-SMART-%D0%A1YTI-SITE.pdf

ТРАНСПОРТНА ЕКОСИСТЕМА У ЗАБЕЗПЕЧЕНІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ МІСТ

Світлана ІЛЬЧЕНКО[1], проф, Юрій КОСТЮК[1], аспірант

[1]ДУ «Інститут ринку і економіко-екологічних досліджень НАН України»

Ключові слова: транспортна система міста, природоохоронні заходи, електромобілі

Вступ

Сьогодні, частка транспортного сектору у загальному обсязі шкідливих речовин в атмосферне повітря складає 23 % загального показника викидів парникових газів та 18 % усіх антропогенних глобальних викидів у масштабах всієї економіки. Спостереження за динамікою змін у транспортному секторі довело зростання, в середньому, у понад 3 % цих показників за останні роки, та до сьогодні цей сектор залишається одним з найбільш швидко зростальним сектором у частині викидів вуглецевого газу від згоряння палива у повітрі.

Мета роботи

Сформувати комплексний механізм реалізації пріоритетів сталого розвитку транспорту України та продемонструвати доцільність використання розробленого комплексного механізму здійснення природоохоронних заходів на транспорті на прикладі розвитку громадського транспорту міста Одеса.

Виклад основного матеріалу дослідження

У містах першочерговий перехід до більш екологічного транспорту (у першу чергу, на електричній тязі) сприяє той факт, що відстані поїздок менші, але щільність населення вища. При цьому громадський транспорт різних видів доступніше, а також є можливість рухатися пішки чи на велосипеді. Українські міста потерпають від перевантаження руху, поганої якості повітря та високого рівня шуму. На міський транспорт припадає біля чверті всього обсягу транспортних викидів CO_2 та 69 % ДТП, які трапляються у межах міста. Поступова відмова від використання транспортних засобів на традиційних видах викопного пального у міському середовищі дозволить суттєво послабити нафтову залежність, скоротити обсяги викидів парникових газів, покращити якість повітря та знизити рівень шуму. Водночас з цим має бути передбачена необхідність формування відповідної інфраструктури для зарядження/заправляння нових видів транспортних засобів.

Дослідження довело, що на початку періоду автомобілізації лише 10 % міських територій припадали на транспортні зони, це дороги, міста паркування, транзитні зони громадського транспорту, пішохідні зони, транспортні термінали – порти, аеропорти, залізничні вокзали, логістичні центри, метро, автомобільні станції. Сьогодні цей відсоток може сягати 20 % міського простору у містах розвинених країн. За розрахунками, до 2025 року 20 % населення розвинути міст буде старіше за 65 років, багато з яких будуть не в змозі керувати приватним автотранспортом, зростає потреба у якісному, надійному, безпечному громадському транспорті задля забезпечення попиту на переміщення населення.

Оскільки обмеження можливості подорожувати складає негативні наслідки як для населення, так й для країни, стає важливим питання формування відповідної інфраструктури, оскільки саме вона визначає задоволення та якість мобільності населення. Поза підтримки у вигляді відповідної потребам транспортної мережі та більш розумного її використання навряд чи можливо забезпечити суттєву перебудову транспортної системи. В цілому, інвестиції у транспортну інфраструктуру позитивно відбиваються на показниках її економічного зростання, дозволяють створювати цінності та робочі місця, покращують географічну доступність та підвищують мобільність людей. Під час проєктування перетворень важливо виходити з цілей максимізації позитивного впливу на економічне зростання та мінімізації негативних екологічних наслідків.

Важливим етапом процесу трансформації транспортного комплексу на засадах інноваційності, екологічності, безпеки та стійкого розвитку є процедура формування механізмів управління природоохоронною діяльності на транспорті, яка нами розглядається як цілісна сукупність методів та інструментів управління, завдяки яким відбувається організація, регулювання та координація процесів природокористування у сукупності з виробничими, соціально-економічними процесами, забезпечується належний рівень екологічної безпеки.

На сьогодні питання розв'язання проблем фінансового відшкодування навантаження на екосистеми населених пунктів пересувними джерелами забруднення комерційного та некомерційного використання є відкритими та потребують додаткового залучення інвестицій. На відміну від інших країн, в Україні витрати на охорону довкілля знаходяться на досить низькому рівні. Так, наприклад, у 2010 році вони склали 0,2 % ВВП, тоді як у Німеччині – 0,5 %, в Данії – 0,5 %, у Франції – 0,9 %, в Чехії – 1,9 %, в Болгарії – 2,1 %, в Нідерландах – 0,8 %, у Великобританії – 1,0 % [1, с. 280; 2, с. 73].

Відповідно чинному Податковому кодексу України [3], з 1 січня 2011 року екологічний податок платитимуть усі, хто використовує паливо для транспортних засобів, в тому числі суб'єкти господарювання, громадяни України, іноземці та особи без громадянства, які користуються автомобілями.

Кодексом передбачається справляння екологічного податку за викиди в атмосферне повітря забруднювальних речовин пересувними джерелами забруднення через податкових агентів, які здійснюють гуртову та роздрібну торгівлю паливом. Таким чином, екологічний податок сплачуватиметься платниками податку під час придбання палива, а податковими агентами, які реалізують паливо, цей податок буде утримуватися і сплачуватися до бюджету.

Ставки податку передбачені для дизельного палива в залежності від вмісту сірки від 68 грн (для палива з найвищим вмістом сірки) до 30 грн (для палива з найменшим вмістом сірки) за одну тонну (для дизпалива, що використовується при міжнародних перевезеннях – 47 грн та 30 грн). Ставка податку для бензину становить 68 грн за тонну [4, 5].

Одним з найбільш прогресивних кроків мають стати скасування податку на додану вартість у 20 % та скасування ставки акцизу при імпорті автомобілей на електричній тязі та комплектуючих для їх виробництва. Такі дії стануть стимулом закупівель, виробництва та збільшення кількості електромобілей на дорогах України.

Вважаємо, що задля розвитку ринку електромобілей доцільно запровадити трьохкомпонентну систему пільг: - пільги для ввезення транспортних засобів на територію України, - пільги для ввезення комплектуючих матеріалів для виробництва транспортних засобів на території України, та – пільги задля розвитку виробництва та послуг відповідного напряму. Стійке зростання попиту на легкові автомобілі з ДВЗ за останні роки збільшило кількість митних надходжень до державного бюджету України: 2016 рік – ввезено 86 тис. од. легкових автомобілей, відповідно 14,8 млрд грн митних платежів, 2017 рік – ввезено 153,4 тис. од. та відповідно 21,3 млрд грн внесків. Зростання кількості майже на 78 %, проте обсяги митних платежів збільшено лише на 44 % [6].

Аналіз та визначення основних проблем розвитку національної транспортної сфери у контексті забезпечення природоохоронних заходів довели висновку про необхідність першочергових дій у напрямі зниження техногенного навантаження від діяльності автомобільного транспорту, як визначального фактора впливу на якість атмосферного повітря міських агломерацій (що було підтверджено проведеним дослідженням результатів діяльності транспорту України та громадського транспорту міста Одеса).

Висновки

Вважаємо, що визначальним у подоланні негативних тенденцій та забезпеченні природоохоронних дій на транспорті має стати комплексний механізм, необхідність та доцільність застосування якого підтверджено проведеним дослідження та який повинен включати:

- систему пільг (можливо, обмежену певним часом);

- систему додаткових податків на більш “брудні” автотранспортні засоби та засоби громадського транспорту. Тобто, доцільно встановити податкову залежність кількості забруднювальних речовин від діяльності транспортного засобу та ставки податку (за схемою “забруднювач платить”).

Ці пропозиції мають бути підкріплені ретельним описом та обґрунтуванням.

Розв’язаннях цих економічних питань першою чергою лежить у площині інституціонального забезпечення.

Список літератури

1. Мацієвич Т. О. Екологічне оподаткування: зарубіжний досвід та завдання для України // *Актуальні аспекти розвитку підприємств аграрної сфери: облік, аудит та фінансування*: матер. II Всеукр. наук.-практ. інтер.-конф. виклад., молод учен. та студ. 18-19 листопада 2013 р. Херсон: Грінь Д. С., 2013. 363 с.
2. Мацієвич Т. О. Особливості екологічного оподаткування: практика країн Європейського Союзу. Тернопільський національний економічний університет, 2014. Т. 15. № 2. С. 71-78.
3. Податковий кодекс України. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2011, № 13-14, № 15-16, № 17, ст. 112 (розділ VIII).
4. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 1264-XII. Відомості Верховної Ради України, 1991 р., № 41, ст. 546; 1996 р., № 15, ст. 70; 2000 р., № 5, ст. 34).
5. Про охорону атмосферного повітря : Закон України від 16.10.92 № 2708-XII. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1992, № 50, ст. 678.
6. Орієнтовно безпечні рівні впливу (ОБРВ) забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць. Гігієнічний норматив, № 9 від 15.04.2013 р. К. : Гігієнічні нормативи 2.2.6.-184-2013.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ПАСАЖИРОПЕРЕВЕЗЕНЬ ЯК ЧАСТИНИ КОНЦЕПЦІЇ SMART-CITY.

Сергій ЗАВОРОТНИЙ[1] канд.техн.наук,
[1]Національний транспортний університет (Україна)

Ключові слова: транспортна інфраструктура, транспорт, транспортний засіб, інтелектуальний транспорт, пасажироперевезення

Вступ: концепція Smart-City активно вивчалась та впроваджувалась в містах провідних країни світу та України останні 10. Дослідниками в цій сфері було визначено значну ефективність використання систем інтелектуальних пасажироперевезень, які підвищують ефективність використання громадського транспорту, якість та швидкість пасажироперевезень. Необхідно виконати аналіз існуючих новітніх транспортних засобів в області пасажироперевезнь та систем управління як складову єдиного концепту Smart-City.

Мета роботи: виконати аналіз сучасних транспортних засобів та систем управління пасажироперевезеннями з метою створення інтелектуальної системи пасажироперевезень як частини Smart-City в містах України.

Виклад основного матеріалу дослідження

Пасажироперевезення є одним з найважливіших транспортних задач які стоять перед транспортною інфраструктурою сучасних міст. Для покращення умов процесу

пасажироперевезень у містах, необхідно виконувати постійну модернізацію існуючої системи громадського транспорту з використанням сучасних інновацій індустрії в області пасажирських перевезень. Інсує багато сучасних інтелектуальних транспортних засобів використання яких може покращити стан системи пасажироперевезень та зменшити викиди відпрацьованих газів в атмосферу.

Також велику увагу в сфері пасажирський та вантажних перевезень займають безпілотні транспортні засоби. Як приклад автомобільний концерн ZF Friedrichshafen AG разом зі своєю дочірню компанію Zukunft Ventures та співпрацею з e.GO Mobile AG, почали реалізацію проекту з виробництва та продажу безпілотних транспортних засобів для пасажирських перевезень. Перші реалізації проекту були презентовані в м. Ахен в Ренсько-Вестфальському технічному університеті. Особливітю є використання технологій цифрового зв'язку та автономного керування на даних транспортних засобах [2].

З метою покращення роботи транспортної мережі та перевезень Лондонському аеропорту Хітроу була впроваджена мережа автоматизованого інтелектуального транспорту – ULTra. Така інтелектуальна ситсема пасажироперевезень використовує автоматичні системи керування (без водія) та перевозить пасажирів аеропорту, використовуючи існуючу мережу визначених шляхів. Алгорит керування розміщує транспортний засіб в уявні рухомі «слоти», що дозволяють обійти транспотртні вузли. Бортові комп’ютери зберігають своє положення за рахунок відємного зворотнього звзку, але на даний час є більш сучасні GPS системи навігації [3,4].

Велике значення в сучасний час має екологічнй стан атмосфери, особливо забрудненість повітря у великих містах. Одним транспортних засобів, що відповідає вимогам декорбонізації є концепт SKhy Bus. Даний тип транспортних засобів повністю використовує сучасні підходи до екологічності та енергозбереження. Концепт SKhy Bus передбачає видобуток енергії з сонячних панелей з яких виконані дахи транспортних засобів, а основною особливістю є використання стічних вод для виробництва водню. Система гальм таким розрахована на виробництво енергії яка використовується для виробництва водню. Гальмівна система складається з п’єзоелектричної кераміки, яка зменшує вібрацію та перетворює відпрацьовану енергію. Також відповідно до даного концепту транспортні засоби будуть оснащені системами фільтрації CO2 [1].

A - SKhy Bus. B - e.GO Mobile AG C –приклад мережі ULTra

Рисунок 1.1 – Приклади сучасного інтелектуального транспорту пасажироперевезень.

Розглянуті транспортні засоби можуть бути використані як частина сучасної інтелектуальної системи громадського транспорту у містах України. Такі ситеми потребують сучасних аналітичних систем транспортних потоків та алгоритмів пасажироперевезень, що можуть бути відстежені та відкориговані в режимі реального часу. Так на залізничних

дорогах використовуються смар-сенсори та систем виявлення пошкоджень за допомогою ультразвукових установок, що дозволяють вирішити такі задачі [5].

З цією метою потрібно виконати відновлення існуючої системи пасажиро перевезень та транспортного парку з метою впровадження її в єдину концепцію Smart-City, оскільки сучасна концепція розумного міста неможе бути повноцінною без інтелектуальної системи громадського транспорту з використанням сучасних цифрових технологій.

Як приклад є система управління пасажироперевезеннями на основі моделі під назвою ‹‹New Generation››. Проект передбачає зміну існуючої традиційного підходу до системи управління громадським транспортом шляхом використання повністю сучасного автопарку, мереж зупинок та новітньої системи управління [4]. Вбудовані комп'ютерні системи виконують статистичний збір даних та аналіз та передачу інформації до основної бази даних. Після цього виконується детальний аналіз всієї транспортної мережі та виконується побудова алгоритму перевезень. Пакет даних передається до парку про рішення про відправку або зміну маршрутів. Даними які будуть впливати на маршрути на реагування даної системи будуть: кількість пасажирів на зупинці, завантаженість транспортних вузлів, кліматичні показники, інформація про стан найбільш завантажених вузлів [4].

Висновок

Сучасний парк та наукові дослідні розробки дозволяють реалізувати інтелектуальну систему пасажироперевезень. Така система повинна використовувати найбільш сучасні автоматизовані, екологічно чисті та енергоекономічні транспортні засоби в області пасажироперевезень. Є безліч сатрапів та вже впроваджених транспортних засобів такого роду. Важливою складовою реалізації інтелектуалної системи пасажироперевезень є сучасна система управління та аналізу стану транспортної інфраструктури. Для реалізації концепту Smart-City потрібно виконати повну реновацію парку пасажироперевезень та поєднання її в єдину інтелектуальну систему, метою якої буде забезпечення економічно, швидкого, комфортного, безпечного та екологічного перевезення пасажирів. Обже концепт Smart-City неможе бути реалізований без сучасних транспортних засобів та системи пасажироперевезень.

Список літератури

1. SKhy Bus concept. URL: https://wordlesstech.com/skhy-bus-concept/
2. Электробус e.GO Mover поступит в серийное производство. URL: https://www.automaster.net.ua/artykuly/elektrobus-e-go-mover-postupit-v-serijnoe-proizvodstvo,51275
3. Персональный скоростной транспорт - Personal rapid transit URL: https://ru.wikibrief.org/wiki/Personal_rapid_transit
4. Шифр «Розумний автотранспорт» «Інноваційне управління громадським транспортом в умовах цифрової економіки» URL: https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_vcheniy_secretar/%D0%90%D0%92%D0%A2%D0%9E%D0%9C_%D0%A2%D0%A0%D0%90%D0%9D%D0%A1%D0%9F/%D0%95%D0%90%D0%A2/Rozumnyy_avtotransport.pdf

МОНІТОРИНГ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЯ АВАРІЙНИХ СТАНІВ В РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ SMART МІСТ

Євген ЗАЙЦЕВ[1], док. техн. наук, с.н.с., Вікторія БЕРЕЗНИЧЕНКО[1], молодший н. с., Сергій ЗАКУСИЛО[1], аспірант, Олена КОМІСАРЕНКО[2], канд.техн.наук

[1] Інститут електродинаміки Національної академії наук України (Україна)
[2] Національний транспортний університет (Україна)

Ключові слова: smart мережі, ідентифікація, аварійні стани, розподільні мережі, електрична енергія, четверта промислова революція, розумні міста

Вступ

Розвиток інфраструктури сучасних міст за концепцією Smart City «Розумне місто» [1] передбачає реорганізацію всіх сфер життєдіяльності міста, шляхом розробки та впровадження сучасних інформаційних Smart-технологій в структуру комунікаційно-інженерних та транспортних мереж. Використання Smart-технологій для збору даних про споживання електроенергії або води, а також про рівень якості повітря у дедалі більшій кількості міст покращує міські послуги.

Значну частину розподільних електричних мереж міст, із забудовою багатоповерховими будинками, побудовано із використання кабельних ліній до 10кВ, які прокладаються як в ґрунті, так і в спеціалізованих кабельних спорудах, у тому числі, у коробах, каналах, у спеціальних лотках, а також в траншеях, кабельних естакадах та на підвісці.

Однією із задач розвитку цих електричних мереж є підвищення рівня моніторингу на основі Smart засобів ідентифікації аварійних станів в розподільчих мережах [2], що дозволить реалізувати автоматизацію управління потоками енергії, регулювання режимів її перетоків та споживання електроенергії з планомірним використанням маневрених потужностей, а також забезпечити швидке і точне визначення місця пошкодження ліній електропередачі з одночасним зменшенням транспортних витрат на обхід ліній електропередавання та мінімізацією загального часу організації ремонтно-відновлюваних робіт.

Мета роботи

Дослідження можливості використання сучасних Smart технологій для зниження незапланованих перерв в електропостачанні споживачам, шляхом мінімізації часу визначення і пошуку пошкодженої ділянки в розподільних електричних мережах Smart міст за допомогою використання smart засобів ідентифікації аварійних станів в структурі мереж.

Виклад основного матеріалу дослідження

Сьогодні в Україні активно реалізовуються процеси впровадження в сферу електроенергетики нових інформаційних технологій, які мають істотний вплив на розподільчі електричні мережі, переводячи їх на новий якісний рівень розвитку і функціонування у відповідності до концепції Smart Grid[3,4]. Як правило, Smart Grid розглядається, як розвиток існуючих електричних мереж з одночасним врахуванням концепції Smart City висуває нові вимоги до розробки сучасних компонентів автоматизованих систем керування, моніторингу та ідентифікації аварійних станів в розподільних електричних мережах міст. Таким вимогам відповідає повністю оптимізована електроенергетична система розроблена Smart Grid Coordination Group[5], яка враховує всі технологічні сфери включені до Smart Grid наведена на рис.1.

Інформаційно-комунікаційні технології охоплює великі масштаби впровадження та використання у всіх технологічних сферах забезпечуючи обмін інформацією між

зацікавленими сторонами та ефективне використання й управління всіма об'єктами енергетичної мережі.

Рисунок 1 – Технологічні сфери Smart grid

Поєднання сенсорних технології, таких як Smart засобів ідентифікації аварійних станів[2] в структурі мереж та інформаційно-комунікаційних технологій дозволяє забезпечити підвищення надійності електропостачання споживачів за рахунок забезпечення покращення ефективності роботи операторів систем розподілення[6]. У цьому разі ефективним способом підвищення надійності електропостачання споживачів в розподіленій мережі є використання індикаторів пошкоджень. Використання індикаторів пошкоджень сумісно із засобами інформаційно-комунікаційних технологій дозволяє знизити час усунення причини виникнення аварійної ситуації до мінімуму, за рахунок негайної ідентифікації аварійної ділянки і здійснення оперативних дії щодо усунення причин виникнення аварійної ситуації. Типова структура системи моніторингу аварійних станів за концепцією Smart Grid приведена на рис.2.

Рисунок 2 – Структура системи моніторингу аварійних станів за концепцією Smart Grid

У цьому разі для орієнтування та визначення місця пошкодження доцільним є розташування індикаторів пошкоджень [7] в місцях розгалуження розподільчої мережі. Таким чинок встановлені індикатори об'єднуються в єдину мережу утворюючи системи моніторингу аварійних станів, яка дозволяє доволі точно визначити ушкоджену ділянку, фіксуючи факт протікання струму короткого замикання. На рис.3 наведено приклад місцями розміщення індикаторів пошкоджень на ділянці розподільної електричної мережі.

Рисунок 3 – Розміщення індикаторів пошкоджень ділянки розподільної електричної мережі

Для орієнтування при пошуку місця пошкодження в місцях розгалуження мережі встановлюються покажчики ушкодженої ділянки, що фіксують факт протікання струму короткого замикання. По показам покажчиків 1, 2 і 3 експлуатаційний персонал правильно визначає напрямок пошуку місця пошкодження. Зокрема, при замиканні в точці К1 факт протікання струму короткого замикання буде зафіксований тільки покажчиком 1.

Висновки

Показано, що інтеграція сенсорних та інформаційно-комунікаційних технологій дозволяє забезпечити створення ефективних Smart засобів ідентифікації аварійних станів розподільних електричних мереж. Майбутні дослідження направлені на розробку та впровадження індикаторів та систем моніторингу, які мають стати одним із елементів основи реорганізації існуючих електричних мереж у відповідності до положень концепцій Smart City. Застосування розроблених систем дозволить підвищити надійність електропостачання споживачів та отримати позитивний економічний ефект внаслідок скорочення перерв у їх електропостачанні, мінімізації загального часу організації ремонтно-відновлюваних робіт та зменшення транспортних витрати під час пошуку місць пошкоджень.

Список літератури

1. Розробляється проєкт концепції Smart City. URL: https://auc.org.ua/novyna/rozroblyayetsya-proyekt-koncepciyi-smart-city

2. Зайцев Є.О., Березниченко В.О., Щербань А.П. Засоби ідентифікації аварійних станів в розподільчих мережах ОЕС України. Приладобудування: стан і перспективи: Матеріали XXI Міжнародної науково-технічної конференції, 17–18 травня 2022 р. м. Київ, Україна, С.265-267.

3. Інтелектуальні електричні мережі: елементи та режими. Під заг. Ред. Акад. НАН України Кириленко О.В.. К.: Ін-т електродинаміки НАН України, 2016. 400 с.

4. Baranov G., Komisarenko O., Zaitsev I.O., Chernytska I. SMART technologies for transport tests networks, exploitation and repair tools. In Proc. of the International Conference Artificial Intelligence and Smart Systems (ICAIS). 25-27, March 2021, Pichanur (India), 2021. pp. 621-625. DOI: https://doi.org/10.1109/ICAIS50930.2021.9396055

5. SGCG/M490/G_Smart Grid Set of Standards Version 3.1 // CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group. 2014. p. 259. URL: https://www.cencenelec.eu/media/CEN-CENELEC/AreasOfWork/CEN-CENELEC_Topics/Smart Grids and Meters/Smart Grids/1_sgcg_standards_report.pdf

6. Зайцев Є. О., Акімов Д. Д., Миронов Д. О., Нефьодова А. О., Руських Ю. О. Інформаційні технології в системах діагностування та контролю технічного стану енергетичного обладнання. Сучасні тенденції розвитку інформаційних систем і телекомунікаційних технологій: Наукові праці четвертої міжнар. наук.-практ. конф., 1–2 лютого 2022 р. (Київ, Україна), Київ: НУХТ, 2022. С. 211.

7. Егорова О. Ю., Егоров О.Б., Карова Т.А. Порівняльний аналіз методів визначення місця пошкодження ПЛЕП. Системи озброєння і військова техніка. 2009. № 2. С. 141-144. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/soivt_2009_2_36.

КОГНІТИВНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ МОДЕЛЮВАННЯЧ СУБ'ЄКТА ГОСПОДАРЮВАННЯ ЯК НЕВІДЄМНОЇ КОМПОНЕНТИ SMART CITY

Ігор КАРПУНІН [1], PhD студент

[1] Державний торговельно-економічний університет (Україна)

Ключові слова: інформаційні технології, когнітивність, суб'єкт господарювання, Smart City

Вступ

Згідно з визначенням Британського інституту стандартів (British Standards Institution) розумне місто (Smart City) – це ефективна інтеграція фізичних, цифрових і людських систем в штучному середовищі заради сталого, благополучного і всебічного майбутнього для громадян [1]. Дану інтеграцію можна визначити як конгломерацію ресурсів, соціальної складової, бізнесу. Об'єднуюча ланка когнітивні інформаційні технології, що є основою як кожної частини Smart City, так і розумного міста вцілому. В основі яких покладено засади штучного інтелекту.

Мета роботи

Однією зі складових розумного міста є суб'єкти господарювання, бізнес-процеси яких функціонують на засадах когнітивних інформаційних технологій. В даній роботі описано важливість моделювання бізнес-процесів за допомогою когнітивних інформаційних технологій суб'єкта господарювання - компоненти розумного міста.

Виклад основного матеріалу дослідження

Специфіка інтеграції суб'єкта господарювання в конгломерацію розумного міста полягає в імплементації сукупності цілеспрямованих заходів, технічних реалізацій, інформаційних технологій, когнітивних алгоритмів, що покладені в карти правил побудови бізнес-моделей.

Ефективно і швидко імплементувати підприємство в конгломерацію Smart City можна за умови, що в основі його проектування лежать моделі бізнес-процесів за допомогою когнітивних інформаційні технології та електронних комунікацій.

Когнітивне моделювання перш за все розглядає процеси функціонування, виявлення суперечностей, аналізу суб'єктів господарювання та їх інтеграцію в конгломерати. Оскільки, суб'єкти господарювання мають певну організаційно-правову форму, в якій здійснюється господарська або управлінська діяльність, відповідно, їх можна розглядати як системи [2].

Метою моделювання є аналіз та узагальнення знань (тобто, створення бази знань) про систему та її бізнес-процеси, за допомогою когнітивних інформаційних технологій для аналітичної обробки отриманої інформації.

При когнітивному моделюванні потрібно застосовувати думки експертів, вже існуючі моделі-прецеденти, розглядати нові тенденції розвитку суспільства та держави, можливості когнітивних інформаційних технологій, технології захисту.

Застосування когнітивних інформаційних технологій в процесі моделювання суб'єктів господарювання (систем), що направлені на імплементацію в розуме місто, дозволяє [3-10]:

– провести аналіз впливу на суб'єкт господарювання внутрішніх і зовнішніх чинників;

– підвищити достовірність і надійність отриманих результатів фінансового аналізу;

– накопичити знання, що надасть можливість аналізу та створення моделей-прецедентів;

– створити можливості для проведення комплексних досліджень діяльності системи;

– автоматизувати розв'язання складних управлінських задач;

– провести оптимізацію ресурсів;

– побудувати захищену інформаційну систему;

– визначити власне місце в міській агломерації та стати частиною багатокомпонентної динамічної системи;

– вибудувати власний, але, разом з тим інтегрований в загальний, екологічний простір (що є невід'ємною частиною Smart City);

– накопичувати мета-дані;

– розвивати соціальнонаправлені проєкти;

– забезпечувати швидкі комунікаційні канали передачі даних;

– здійснювати збір та передачу необхідних даних між системою та центром управління Smart City.

Висновки

Однією з компонентів конгломерації Smart City є суб'єкт господарювання, який інтегрований в систему розумного міста на основі когнітивної моделі.

Когнітивне моделювання бізнес-процесів – невід'ємний процес становлення інформаційної системи суб'єкта господарювання.

Когнітивні інформаційні технології дозволяють не тільки зробити комплексний аналіз всіх впливів на суб'єкт господарювання, створити бази знань, систематизувати мета-дані про систему та її бізнес-процеси.

Список літератури

1. Британський інститут стандартів (British Standards Institution). Електронний ресурс. URL: https://www.bsigroup.com/ (Дата відгуку: 13.11.2022)

2. Ткаченко Ольга Когнітивне моделювання складних систем. Електронний ресурс. URL: http://infotech-soccult.knukim.edu.ua/article/view/175650/176888

3. LAZORENKO, Vitaliy Valeriyovych. Інформаційні технології оцінки фінансової стійкості підприємства. Економічний аналіз, [S.l.], v. 27, n. 2, p. 156-161, чер. 2017. ISSN 2219-4649. URL: <https://www.econa.org.ua/index.php/econa/article/view/1292>. Дата доступу: 13 лис. 2022 doi:http://dx.doi.org/10.35774/econa2017.02.156.

4. Valeriy, L., Volodymyr, M., Olena, K., Mykola, T., Alyona, D., & Tetyana, M. (2020). Model of evaluating smart city projects by groups of investors using a multifactorial approach doi:10.1007/978-3-030-42517-3_2 Retrieved from www.scopus.com

5. Lakhno, V., Kryvoruchko, O., Mohylnyi, H., Semenov, M., Kiryeyev, I., Matiievskyi, V., & Donchenko, V. (2019). Model of indicator of current risk of threats realization on the information communication system of transport. International Journal of Civil Engineering and Technology, 10(2), 1-9. Retrieved from www.scopus.com

6. Lakhno, V., Akhmetov, B., Mohylnyi, H., Blozva, A., Chubaievskyi, V., Kryvoruchko, O., & Desiatko, A. (2022). MULTİ-CRİTERİAL OPTİMİZATİON COMPOSİTİON OF CYBER SECURİTY CİRCUİTS BASED ON GENETİC ALGORİTHM. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology, 100*(7), 1996-2006. Retrieved from www.scopus.com

7. Лахно, В., Малюков, В., Криворучко, О., Чубаєвський, В., Десятко, А., Місюра, М., & Пашорін, В. (2022). Методологія розміщення компонентів системи відеоспостереження за розумним містом на основі складеної моделі оптимізації витрат doi:10.1007/978-3-031-09070-7_2 Отримано з www.scopus.com

8. Lakhno, V., Akhmetov, B., Mazaraki, A., Kryvoruchko, O., Chubaievskyi, V., & Desiatko, A. (2021). Methodology for assessing the effectiveness of measures aimed at ensuring information security of the object of informatization. Journal of Theoretical and Applied Information Technology, 99(14), 3417-3427. Retrieved from www.scopus.com

9. Lakhno, V., Malyukov, V., Kryvoruchko, O., Desiatko, A., & Shestak, Y. (2020). Smart city technology investment solution support system accounting multi-factories doi:10.1007/978-3-030-63322-6_1 Retrieved from www.scopus.com

10. Криворучко О.В., Десятко А.М. Математичне та імітаційне моделювання систем: тези доп. Тринадцятої міжнар. наук.-практ. конф. Чернігів, 25–29 червня 2018 р. Чернігів, 2018. С. 129–131

АНАЛІЗ ВИКИДІВ І ВИТРАТИ ПАЛИВА НА ПЕРЕХРЕСТЯХ ЖИТОМИРА В ПРОГРАМІ PTV VISSIM

Руслана КОЛОДНИЦЬКА[1], канд. техн. наук, доц., Владислав ЛІЩУК[1], магістр,
Володимир ШУМЛЯКІВСЬКИЙ[1], канд. техн. наук.

[1]Державний університет «Житомирська політехніка» (Україна)

Ключові слова: транспорт, мікромобільність, шкідливі викиди, витрата палива, PTV Vissim.

Вступ

Подолання проблем щодо забруднення повітря викидами автомобільного транспорту відбувається через відмову від викопного палива та розвитку транспортної інфраструктури з акцентом на засоби мікромобільності. Україна має досить великий потенціал у сфері розвитку громадського транспорту з використанням відповідних засобів моделювання руху, а також популяризації засобів мікромобільності задля збереження навколишнього середовища. Полегшене оподаткування для електромобілів вже приклад того, що наша країна створює стимули для розвитку електромобільності, тож доцільно зосередитися на розширенні мережі зарядних станцій і стимулюванні використання велосипедів та електросамокатів. Завдяки досвіду інших країн, ми можемо використовувати подібні рішення в транспортній системі, щоб полегшити життя жителям міста, зберегти навколишнє середовище.

Концепцією інтегрованого розвитку Житомира до 2030 року закладено, що Житомир – це ефективне, інноваційне, активне, комфортне, зелене та інклюзивне місто для всіх [1]. Станом на початок жовтня 2021 року на балансі КП «ЖТТУ» знаходиться 197 одиниць рухомого складу, з них 153 тролейбуси, 27 трамваїв та 17 автобусів. Забезпечення пасажирських перевезень здійснюється 11 тролейбусними маршрутами в години пік (81 тролейбус) та 7 тролейбусними маршрутами у міжпікові години (41 тролейбус). Протягом 2019-2021 років парк рухомого складу Житомира збільшився на 50 тролейбусів нового типу АКСМ321 [1]. На жаль, під час війни використання тролейбусів дуже обмежене із-за частого відключення електроенергії.

Мета роботи: проаналізувати зміну викидів і витрати палива на перехрестях м. Житомира після введення мікромобільності.

Виклад основного матеріалу дослідження

Програма PTV Vissim дозволяє виконувати аналіз дорожнього руху (в тому числі індивідуального автомобільного, велосипедного та колективного руху), а також пішохідного руху. Програма також дозволяє моделювати дослідження взаємних взаємодій, що генеруються групами користувачів трафіку, що рухаються по одній дорожній мережі. У PTV Vissim моделювання базується на моделі Wiedemann, пов'язаній з назвою «їзда позаду лідера», оскільки транспортний засіб, що слідує за іншим транспортним засобом, досягає максимальної швидкості, потім сповільнюється і розганяється, щоб тримати безпечну дистанцію від транспортного засобу, що знаходиться перед ним [2].

З метою реалізації моделі в роботі [2] були проведені наступні заходи:

• Була нанесена карта дорожньої мережі, а також офіційні дані в разі висоти змодельованої естакади;

• Додані навантаження автомобіля на погодинній основі за час дослідження, дані вимірювалися системою ITS Tristar і вручну;

• Додано загальну структуру транспортних засобів;

• На кожному перетині з заданим відсотком були додані параметри Torsional relations;

• Додано світлофорні програми на період дослідження разом з розкладом зміни програм в залежності від часу;

• Світлофори на перехрестях;

• Були додані розклади руху громадського транспорту, а також інфраструктура, така як автобусні зупинки, місця очікування пішоходів;

• Були призначені допустимі швидкості на окремих ділянках;

• Швидкості в межах перехрестя були обмежені;

• Був призначений пріоритетний трафік;

• Додано пішохідний рух;

• Додані точки вимірювання.

В даній роботі запропонована транспортна мережа руху мікромобільного транспорту в м. Житомирі. На карті, що зображена на рис. 1, представлені можливі локації розташування станцій міського велопрокату та електросамокатів, які відображені чорними трикутниками. Вони розміщені як в громадських місцях, так і в густонаселених районах міста. Перелік запропонованих станцій: ТРЦ Глобал UA; гідропарк; Шодуарівський парк та прилеглі зупинки; Житомирський державний університет ім. Івана Франка; автовокзал; Залізничний вокзал станції Житомир; Державний університет «Житомирська політехніка»; Житомирський торгівельно-економічний коледж Київського національного торгівельно-економічного університету; Житомирський базовий фармацевтичний фаховий коледж Житомирської обласної ради; зупинка Телерадіокомпанія UA: Житомир.

Рисунок 1 – Запропонована карта мережі мікромобільності в м. Житомирі, Україна.

За допомогою програми PTV Vissim були проаналізовані викиди NOx, CO, VOC та витрата палива на основних перехрестях м. Житомира після введення транспортної мережі мікромобільності.

Як приклад, на рисунку 2 зображено візуалізацію перехрестя Київська-Театральна з вказаними напрямками руху транспортних засобів.

Рисунок 2 – Інтенсивність транспортних потоків за напрямками на перехресті вул. Київська, вул. Театральна, м. Житомир

На рисунку 3 показані циклограми світлофорного об’єкту, що враховувалися при моделюванні.

Рисунок 3 – Циклограми роботи світлофорного об’єкту на перехресті вул. Київська, вул. Театральна, м. Житомир

На рисунках 4 та 5 показані викиди оксидів азоту (NOx), VOC та витрата палива до та після впровадження 15% мікромобільності на перехресті вул. Київська, вул. Театральна в м. Житомир. Також в роботі були підраховані викиди CO до і після впровадження мікромобільності.

Рисунок 4 – Викиди оксидів азоту (NOx) та VOC в порівнянні до та після впровадженням мікромобільності (NOx_M, VOC_M)

Рисунок 5 – Витрата палива до впровадження мікромобільності (FC) та після (FC_M)

Висновки

Заміна 15% транспортних засобів, що проходять через перехрестя на засоби мікромобільнсті зменшує за годину викиди CO, NOx та VOC та витрату палива в середньому в 1,5 рази в порівнянні з базовим варіантом без мікромобільності. Результати моделювання, що виконані в PTV VISSIM потребують підтвердження з більшою кількістю експериментальних даних, що може бути темою наступних досліджень.

Список літератури

1. Л. Гасуха, М. Бот, Р. Рост "Енергоефективність у Громадах II. KfW503955 / BMZ201865153. Звіт з визначення сценаріїв у місті Житомир. Звіт №3. " *Міська рада. Житомир*, 2022, 92 с.

2. M. Ziemska, "Exhaust Emissions and Fuel Consumption Analysis on the Example of an Increasing Number of HGVs in the Port City." *Sustainability*, 2021, vol. 13, pp.7428-7432. doi:10.3390/su13137428

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ В УРБАНІЗОВАНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Людмила КОЗАК[1], канд. екон. наук, проф.; Олеся ФЕДОРУК[1], канд. екон. наук, доц.

[1]Національний транспортний університет (Україна)

Ключові слова: сталий економічний розвиток, міська інфраструктура, урбанізоване середовище, транспортні системи, ефективність

Вступ

Підвищення сталості інфраструктури у містах може стати одним із найкращих методів вирішення найважливіших проблем сучасності. Сьогодні у містах проживає понад половини

населення світу та майже три чверті населення Європи. Містам загрожують наслідки потепління планети, демографічні зміни та підвищення ризиків для здоров'я, зокрема таких, як COVID-19. Погане планування та нестача фінансових ресурсів можуть призвести до зниження якості послуг, неконтрольованого зростання міст, збільшення забруднення навколишнього середовища, зростання бідності та ризиків для здоров'я населення, особливо серед найбільш вразливих груп. Однак плани, що змінюють моделі життя міста, можуть підвищити стійкість міст до змін клімату, пандемій, та в довгостроковій перспективі покращувати життя людей та створювати для них нові засоби для існування.

Стабільний економічний розвиток, всебічна громадська безпека, надійна інфраструктура, екологічне і доступне житло сприяють процвітанню і зростанню міст. Без них міста не зможуть впоратися зі зростанням чисельності населення і глобальною урбанізацією.

Ефективно і надійно функціонуючі системи міської інфраструктури гарантують щоденну надійну роботу міського транспорту, енергосистем, стабільне водопостачання, передання та обробку інформації навіть у непередбачених і надзвичайних ситуаціях, зокрема в умовах воєнного часу. Дедалі частіше суспільство і бізнес стикаються з наслідками екстремальних погодних умов. Враховуючи ці несприятливі фактори, міська влада має змінити підхід до планування, проєктування, будівництва та управління містами.

Мета роботи

Виходячи з необхідності підвищення якості життя населення та формування умов його належного життєзабезпечення в місті як головних критеріїв його сталого розвитку, а також для вирішення низки наявних загальних і специфічних проблем соціально-економічного розвитку та покращення екологічної ситуації, що притаманні містам України в умовах сьогодення, потребують розроблення і реалізації напрями вдосконалення управління їх сталим розвитком. Важливо розробити методичні підходи до забезпечення сталого розвитку міста в умовах європейської інтеграції.

Виклад основного матеріалу дослідження

Покращена міська інфраструктура, яка підвищить ефективність роботи муніципальних служб, може суттєво вплинути на загальний обсяг викидів, споживання та землекористування у всьому світі. Вона також допоможе забезпечити безпеку, здоров'я та добробут міських мешканців. Під час розробки рішень для міста необхідно залучати різні соціальні групи – як під час прийняття рішень, так і під час їх реалізації. Потрібно збільшувати інвестиції у сталу міську інфраструктуру, які слід вкладати у правильні рішення для міста.

Залежно від рівня соціально-економічних систем сталий розвиток розглядають в глобальних, національних, регіональних і локальних межах, а саме:

– глобальний рівень сталого розвитку, суть якого полягає в рівномірному соціально-економічному розвитку світової спільноти, збереженні й відтворенні навколишнього природного середовища; збалансований розвиток усіх процесів у біосфері; регулювання здійснюється міжнародними організаціями та міждержавними програмними документами;

– національний рівень сталого розвитку включає окремі країни, стратегічне управління здійснюється на рівні урядів держав;

– регіональний рівень сталого розвитку, який характеризується рівновагою між соціальною, економічною, екологічною підсистемами регіону як цілісної системи, управління здійснюється на рівні органів державної та регіональної влади;

– локальний рівень сталого розвитку охоплює міста, сільські території, райони, що обумовлює розроблення механізму управління сталим розвитком на основі регіональних і місцевих стратегій за участю органів місцевого самоврядування та громад [1].

Сталий розвиток міст робить їх життєстійкими, здатними до адаптації, пом'якшення несприятливих впливів, до стимулювання позитивних соціально-економічних та екологічних змін. Сталий розвиток охоплює всі аспекти здорового розвитку міста та має забезпечувати вирішення фінансово-економічних, соціальних та екологічних проблем.

Урбанізація обумовлює водночас проблеми та можливості для міст. Проблеми обумовлені швидкими темпами урбанізації і пов'язаного з нею тиску на навколишнє середовище та соціальні відносини. Можливості ж включають здатність проєктувати, запланувати й управляти способами, які екологічно вигідні, просувають технологічні інновації, а також сприяють отриманню прибутку від спільних дій.

Підґрунтям ідей сталого розвитку населених пунктів можна вважати Порядок денний на XXI століття. До пріоритетних програмних напрямів сприяння сталому розвитку населених пунктів Порядок денний відносить: вдосконалення управління населеними пунктами, сприяння плануванню та управлінню з метою сталого землекористування, сприяння створенню комплексної інфраструктури охорони навколишнього середовища, сприяння створенню надійних енергетичних і транспортних систем в населених пунктах, сприяння плануванню населених пунктів та управлінню ними.

Сталий розвиток населених пунктів можна визначити як соціально, економічно та екологічно збалансований розвиток міських і сільських поселень, спрямований на створення їх економічного потенціалу, повноцінного життєвого середовища для сучасного та наступних поколінь на основі раціонального використання ресурсів (природних, трудових, виробничих, науково-технічних, інтелектуальних тощо), технологічного переоснащення і реструктуризації підприємств, удосконалення соціальної, виробничої, транспортної, комунікаційно-інформаційної, інженерної, екологічної інфраструктури, поліпшення умов проживання, відпочинку та оздоровлення, збереження та збагачення біологічного різноманіття та культурної спадщини.

Варто додати, що сталий розвиток у розумінні як забезпечення невиснажливого, ощадного та ефективного використання енергетичних, матеріальних, природних та інших ресурсів для задоволення потреб нинішнього покоління з урахуванням інтересів майбутніх поколінь визначено одним із основних принципів державної регіональної політики [2].

Для того, щоб у містах відбувалися зміни, які дійсно покращують життя містян, необхідно забезпечити комплексний підхід до планування і розвитку.

Ключовими принципами для формування сталої інфраструктури для здоров'я та процвітання міст є такі:

1) комплекс взаємопов'язаних рішень для міста в цілому, а не ряд окремих проєктів;

2) інклюзивний та орієнтований на людей підхід;

3) стратегічне планування на основі планів, розроблених громадами, із застосуванням підходу «знизу-вгору»;

4) фінансування із джерел, які потребують стратегічних, цілісних та інклюзивних методів, що передбачають дотримання прав людини.

Коли місцева влада розробляє проєкт або міжнародні інвестори розподіляють кошти для побудови нової лінії метро або модернізації центрального опалення, їх рішення впливають на життя мільйонів людей. Відповідно, ці люди повинні розуміти наслідки таких рішень та брати участь у їх розробці. У жителів є унікальна можливість знайти дієві рішення та право створювати місто, у якому вони хочуть жити. Інклюзивність починається з прозорості та громадської участі. Ситуація з COVID-19 підвищила навантаження на міста та муніципальні служби, котрі змушені переглянути навантаження транспорту, водопостачання та забезпечення санітарних норм. Так, для дотримання соціальної дистанції, велосипедна інфраструктура може допомогти зменшити переповненість громадського транспорту та збільшити доступ до нього, частоту руху.

Спостерігається досить велика концентрація населення та виробництва у великих містах на тлі уповільненого розвитку більшості середніх та малих міст з малорозвиненим промисловим сектором, неконкурентним ринком послуг. Відтак для великих міст зростають загрози екологічного характеру, а для малих та середніх міст притаманною є слабкість економічної складової сталого розвитку.

Обов'язковим етапом забезпечення сталого економічного розвитку міста і регіону є виважене стратегічне планування, що являє собою системний шлях до управління змінами та

досягнення консенсусу в громаді. Воно передбачає створення спільного бачення економічного майбутнього розвитку як органами місцевої влади так і громади в цілому, встановлення проблем та креативні шляхи її вирішення через призму злагоджених дій.

Слід зазначити, що стратегічний план кожного міста розробляється виходячи з потреб територіальної громади міста та включає комплексну систему завдань, яка ґрунтується на реаліях поточної ситуації та рівня розвитку міста. Стратегічне бачення та місія відображають стан, в якому громада має опинитися в результаті реалізації даного стратегічного плану.

В Україні відсутня практика чіткого планування розвитку міст та прилеглих до них територій, що створює інституційні перешкоди для здійснення інтегрованого сталого розвитку урбанізованих територій. Значна кількість міст України не мають чітко визначених меж їхніх територій. Внаслідок цього новозбудовані житлові масиви великих міст досить часто опиняються не у міській, а у районній адміністративній приналежності, що обумовлює конфліктні ситуації, спричиняє труднощі із залученням інвесторів. При плануванні розвитку міст, як правило, не враховується ресурсний потенціал прилеглих територій; у генеральних планах розвитку міст, зазвичай, немає чіткого стратегічного бачення перспектив використання земельних ресурсів та ресурсного потенціалу прилеглих до міст територій. Міста не використовують ресурсний потенціал прилеглих приміських поселень у межах інтегрованого підходу до сталого розвитку урбанізованих територій.

На сьогоднішній день більшість українських міст та регіонів є драйверами економічного розвитку країни, які чітко бачать стратегію розвитку та цілеспрямовано йдуть по ній. Сучасне місто позиціонує себе як складна структурована система, що має ряд варіативних наборів складових, які відображають самоорганізацію та розвиток. Лише спільними зусиллями місцевої влади, бізнесу та неурядових громадських організацій можливо досягти єдиного бачення стратегічного плану для сталого розвитку міста і регіону. Так як саме вони можуть надати реальні пропозиції щодо планів дій та завдань для забезпечення сприйняття мешканцями міста рішень, які в подальшому будуть прийматися у процесі затвердження та реалізації стратегії [3].

Громадський транспорт, комунікації, водорозподіл та медичні послуги – життєво необхідні як населенню, так і бізнесу. Вони неможливі без надійного і безперебійного енергопостачання. Енергопостачання в міських районах є комплексною системою й об’єднує кілька джерел і режимів живлення: централізовані електростанції, системи опалення на рідкому паливі або на газу, локальні виробники електроенергії та тепла. Але якщо розподільна мережа схильна до впливу погодних явищ, мільйони клієнтів – кінцевих споживачів – можуть в один момент залишитися без електроенергії.

Дистанційний моніторинг та зберігання енергії забезпечують резервні джерела електропостачання. Для підвищення стійкої роботи міських систем електропостачання потрібен перехід до розподілених, автоматизованих і дистанційно керованих енергетичних систем. Мікромережева інфраструктура, завдяки якій невеликі незалежні електричні або теплові мережі розподіляють електроенергію серед найближчих споживачів, може забезпечити постійне енергопостачання, навіть якщо в основній електричній мережі виникли збої. У разі непередбачуваних обставин на централізованій станції або в мережі електропередачі мікромережі можуть постачати електроенергію на ключові об’єкти, такі як лікарні та аварійні служби.

Крім того, дистанційний моніторинг, гнучка інтеграція децентралізованих систем енергопостачання і пристроїв накопичення енергії дозволяють підвищити стійкість системи енергопостачання, одночасно підвищити ефективність і впроваджувати більш екологічні джерела енергії. В екстремальних погодних умовах, таких як урагани, або в разі масштабних аварій на підстанціях, мобільні електростанції для аварійного енергопостачання можуть в лічені дні замінити цілі блоки, не чекаючи тижнями відновлення системи.

Транспортні системи підтримують соціально-економічну діяльність міста. Стабільна транспортна інфраструктура є запорукою надійного функціонування всіх транспортних артерій міста. Незважаючи на те, що більшість міських транспортних мереж об’єднують

різні способи та шляхи переміщення, більшість пасажирів і вантажів курсують, як правило, звичними маршрутами. Транспортна мережа залежить від стабільності поставок енергії та палива. Інтелектуальні системи, які прогнозують і реагують на вплив руйнівних погодних явищ, можуть гарантувати, що періоди збоїв будуть мінімізовані без значного впливу на довгострокову економічну стійкість [4].

Резервні джерела електроживлення для транспортних мереж забезпечують курсування потягів за графіком. Наприклад, Лондонське метро живиться від автономного джерела на Грінвічській електростанції, яке виробляє електроенергію спеціально для підземки. Цей резервний запас енергії не тільки забезпечує рух потягів навіть в екстремальних погодних умовах, але також може за необхідності постачати електроенергію на інші важливі об'єкти, такі як лікарні та евакуаційні центри.

У надзвичайних умовах важлива чітка координація транспортної системи. Розміщення всіх системних операторів в одній диспетчерській може забезпечити миттєве спільне прийняття рішень для активного управління транспортом, що підвищить якість і швидкість обслуговування пасажирів з меншою кількістю збоїв. Після хаотичної евакуації жителів столичного регіону Х'юстона в Техасі під час урагану Айк як пілотний проєкт була розроблена система комунікації між транспортними засобами та інфраструктурою. Перехрестя були оснащені простою системою управління, яка динамічно змінює час перемикання сигналів світлофорів, через Bluetooth надає водіям доступ до інформації про інтенсивність трафіку в реальному часі, а також вловлює сигнали від транспортних засобів аварійних служб і вмикає зелене світло, забезпечуючи швидке реагування на дорожню обстановку.

Висновки

Таким чином, сталий розвиток міста є сучасною парадигмою використання наявних і потенційних можливостей забезпечення збалансованого розвитку міста заради задоволення потреб теперішніх і майбутніх поколінь його мешканців. В основу сталого розвитку міста покладено цільові орієнтири просторової організації суспільних відносин, а саме: підвищення соціальних і економічних можливостей задля забезпечення добробуту мешканців; підвищення енергоефективності міста; забезпечення екологічної безпеки та раціонального природокористування; оптимальне врахування економічних та екологічних інтересів.

У контексті реалізації Угоди про асоціацію з Європейським Союзом доцільно запровадити напрями підвищення ефективності стратегічного управління сталим розвитком міста. До них належать: імплементація принципів стратегічного управління розвитком міста відповідно до основних пріоритетів регіональної політики Європейського Союзу; децентралізація державного управління та розвиток територіальних громад; використання методології управління проєктами та програмами сталого розвитку міста; підвищення ролі соціальної відповідальності бізнесу в структурі сталого розвитку міста; дотримання принципів екологічної безпеки та розвиток зеленої економіки.

Варто наголосити, що міста повинні стати більш безпечними, здоровими, стійкими та ресурсоощадними моделями для життя, роботи, навчання, пересування, споживання та взаємодії. Міста повинні надавати громадянам доступну та просту для розуміння інформацію щодо запропонованих проєктів, а також платформу для участі у прийнятті рішень у тому, як витрачаються кошти, виділені на відновлення.

Список літератури

1. Герасимчук З.В., Середа О.В. Стратегічне управління сталим розвитком міст: теорія, методологія, практика: монографія. Луцьк: Вежа-Друк, 2014. 274 с.

2. Клименко М.О., Прищепа А.М., Брежицька О.А. Оцінювання стану території міста за показниками сталого розвитку: монографія. Рівне: НУВГП, 2018. 221 с.

3. Козак Л.С., Федорук О.В. «Зелений» тренд структурних змін та бізнес-ініціативи щодо сталого розвитку економіки на глобальному та національному рівнях //

Науковий журнал «Автомобільні дороги і дорожнє будівництво». 2022. Випуск 111. С. 298–309.

4. Сталий розвиток міст (містобудівний аспект) = Sustainable development of cities (Town-planning aspect): матеріали міжнар. наук.-практ. конф. Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2017. 239 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ОХОРОНОЮ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА В МЕЖАХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ МІСТА

Олександр КОШАРНИЙ[1], канд.техн.наук,

[1]Національний транспортний університет (Україна)

Ключові слова: транспортна система міста, транспорт, стандарти, охорона навколишнього середовища

Вступ

Найбільші міста світу стикаються з проблемами, пов’язаними з екологією. При вирішенні екологічних задач у транспортній системі міста за основне джерело забруднення навколишнього середовища приймається транспортний потік. Його вплив на навколишнє середовище розглядається, як сумарний вплив окремих автомобілів.

Інструментом дослідження екологічної безпеки дорожнього руху є моделювання забруднення навколишнього середовища на основі теорії транспортних потоків. Розглянувши транспортний потік як джерело забруднення навколишнього середовища можна зробити висновок, що при оцінці варіантів схем ОДР за ступенем забруднення навколишнього середовища, основними критеріями є такі екологічні характеристики: шкідливі викиди окису вуглецю (CO); вуглеводнів (C_nH_m); окисів азоту (NO_x); транспортний шум.

З метою забезпечення санітарних норм на вулицях міст у розвинених країнах здійснюється законодавче обмеження викидів основних шкідливих речовин автомобілями. Викиди лімітуються спеціальними стандартами і правилами, які встановлюють їх гранично допустимі норми.

Мета роботи

Метою роботи є дослідження система управління охороною навколишнього середовища в межах інтелектуальної транспортної системи міста.

Виклад основного матеріалу дослідження

В наш час у Європі автономно працюють такі організації зі стандартизації CEN, CENELEC, ETSI, діяльність яких координується [1]:

Однією з найбільших міжнародних організацій зі стандартизації є ISO, яка була створена у 1946 році 25 країнами під егідою ООН. Абревіатура ISO розшифровується як International Organization for Standardization (Міжнародна Організація по Стандартизації). Це організація є всесвітньою федерацією національних організацій по стандартизації. В даний час Центральний секретаріат ISO розташовується в Женеві (Швейцарія). Мета створення організації: «сприяти успішному розвитку стандартизації в усьому світі».

ISO - розробляє та публікує Міжнародні стандарти до складу якої входять 165 національних органів з питань стандартів .

Через своїх членів він об'єднує експертів для обміну знаннями та розробки добровільних, консенсусних, ринкових міжнародних стандартів, які підтримують інновації та забезпечують рішення глобальних викликів.

Загалом ISO співпрацює з понад 700 міжнародними, регіональними та національними організаціями . Ці організації беруть участь у процесі розробки стандартів, а також обмінюються досвідом та найкращими практиками.

ISO розробив понад 23667 міжнародних стандартів, і всі вони включені в каталог стандартів ISO.

Приблизно 30000 міжнародних експертів щороку бере участь у діяльності ISO зі стандартизації.

ISO є неурядова організація, розроблені нею стандарти не є обов'язковими. Але той факт, що стандарти розробляються згідно з потребами сучасності у всіх галузях, гарантує їх широке використання і визнання.

Офіційними мовами є англійська, французька та російська. Система ISO з розроблення міжнародних стандартів є децентралізованою організацією.

Робочим органом ISO е Генеральна асамблея. Технічна робота ISO ведеться у рамках технічних комітетів (ТК).

Серія міжнародних стандартів системи екологічного менеджменту ISO 14000 встановлюють загальні критерії для оцінки відповідності систем управління навколишнім середовищем.

ISO пропонує 570 міжнародних стандартів з оцінювання стану об’єктів довкілля, раціонального використання ресурсів та метрологічної діяльності. Ці стандарти спрямовані на зменшення несприятливого впливу організації на навколишнє середовище на трьох рівнях: мікрорівні - через підвищення ефективності екологічного менеджменту, макрорівні - через підвщення якості екологічного менеджменту, міжнародному рівні - через покращення міжнародних зв’язків, що виникають в процесі зовнішньоекономічних зв’язків між підприємствами

Аналітичний огляд міжнародного стандарту ISO 14001:2015 [2] засвідчив, що цей стандарт широко застосовуються організаціями всього світу. Стандарт встановлює базові вимоги до екологічного менеджменту та націлює організації на ухвалення системного підходу до екологічного менеджменту з метою зробити свій вклад в «екологічний складник» сталого розвитку.

Стандарт IS0 14001 вимагає від організацій запобігати забрудненню й постійно покращувати свою діяльність, сприяє формуванню потреби сертифікованих організацій у впровадженні технічних і організаційних механізмів і методів ефективного управління екологічними аспектами, які знижують вплив на навколишнє середовище, що може здійснюватися за допомогою «ризик-орієнтованого» підходу в екологічному менеджменті.[2].

Тому в даний час, процедура, крім встановлення екологічних цілей (планування), мусить ґрунтуватися не тільки на результатах оцінки відповідності компанії природоохоронному законодавству і виявленим істотним екологічним аспектам, а також на основі оцінки можливостей і загроз для підприємства.

Норми викидів встановлюються і періодично посилюються для різних категорій ТЗ, в залежності від маси та виду автомобіля.

Європейські стандарти викидів визначають допустимі межі викидів вихлопних газів нових автомобілів, що продаються в країнах Європейського Союзу.

Стандарти викидів визначені в серії директив Європейського Союзу, які передбачають поступове введення все більш суворих стандартів. Етапи впровадження стандартів зазвичай позначаються як Євро 1, Євро 2, Євро 3, Євро 4, Євро 5 і Євро 6 .

Правова база складається з серії директив, кожна з яких вносить поправки до Директиви 1970/220 / ЕЕС. [2]

Для моделювання взаємодії транспортних засобів з навколишнім середовищем при проектуванні транспортних пропозицій в містах використовується програмне забезпечення PTV Visum.

В рамках моделі впливу на навколишнє середовище індивідуального транспорту при проектуванні транспортної мережі міста PTV Visum пропонує три моделі, що дозволяють розраховувати шкідливий вплив на навколишнє середовище – шум та емісію шкідливих речовин, що виділяються транспортом.

Для розрахунку рівня шуму внаслідок впливу транспортного навантаження Visum пропонує моделі Шум-Еміс-Rls90 та Шум-Еміс-Nordic.[3] Модель «Шум-Еміс-Rls90» базується на директивному документі RLS-90 (Правила та стандарти захисту від шуму на дорогах) федерального міністерства транспорту, метод Шум-Еміс-Nordic - на моделі розробленою Nordic Council of Ministers (1996 р.)[3].

Розрахунок викидів шкідливих речовин в атмосферу проводиться на основі моделі розробленою Федеральним управлінням з навколишнього середовища Швейцарії (BAFU).[3]

На основі моделей розраховується в якому обсязі змінюється рівень шуму та емісії на дорогах під час проведення заходів, що регулюють транспортний рух, а також заходів, пов'язаних із будівництвом доріг.

Висновки

Система управління охороною навколишнього середовища у містах основана на міжнародних стандартах ISO 14001. Ці стандарти засновані на моделі Демінга – циклів. Дана модель символізує вимоги до поліпшення стану навколишнього середовища в містах і передбачає постійне їх удосконалення при організації вантажних та пасажирських перевезень. Пропонується використання цих моделей при моделюванні дорожнього руху в містах за допомогою програмного забезпечення PTV Visum.

Список літератури

1.Коломієць С.В.Підвищення рівня екологічної безпеки автотранспортних підприємств /Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 - екологічна безпека. Національний транспортний університет. Національний авіаційний університет.Київ.2019.

2.ISO 14001:2015 Environmental management systems. Requirements with guidance for use — 2015. — URL: www .iso.org.

3.PTVVisum_Manual_RUS.pdf

СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ МЕРЕЖ КОНТАКТІВ ПАСАЖИРІВ МІСЬКОГО ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Олексій КУЗЬКІН[1], д-р техн. наук, Ігор РАЙДА[1], ст. викл.

[1] Національний університет «Запорізька політехніка» (Україна)

Ключові слова: складна мережа, міський пасажирський транспорт, граф, кластерний коефіцієнт

Вступ

Роль громадського транспорту для функціонування будь-якого населеного пункту набуває значущості в залежності від кількості його мешканців. Чим більше населення, тим більші потреби в задоволенні його потреб у пересуваннях. Однак, в умовах сучасної пандемічної кризи коронавірусу громадський транспорт доволі часто розглядають, як джерело небезпеки, що створює умови для розповсюдження інфекційних хвороб[1]. Причинами цього є значне скупчення пасажирів у салоні транспортних засобів під час поїздки та на зупинках під час очікування транспорту, велика кількість та тривалість можливих контактів пасажирів, багато контактних поверхонь, що можуть переносити віруси. Ці та інші фактори стали причинами змін у режимах функціонування громадського транспорту у світі під час пандемічних спалахів. Ціла низка заходів: від обмеження кількості пасажирів в транспортному засобі до зменшення кількості самих транспортних засобів на маршрутах застосовуються з метою зниження небезпеки захворювання під час поїздок мешканців міст громадським транспортом [2]. Однак наразі достеменно невідомо, наскільки ефективними є такі заходи.

Мета роботи

Отримання та статистичний аналіз мереж контактів пасажирів громадського транспорту під час поїзди з позиції теорії складних мереж на прикладі автобусних маршрутів міста Запоріжжя у період до та під час пандемії коронавірусу.

Виклад основного матеріалу дослідження

Для аналізу мереж контактів пасажирів громадського транспорту було обрано шість автобусних маршрутів міста Запоріжжя, які було класифіковано за схемою розташування на плані міста (радіальні Р, діагональні Д) та пасажиромісткістю використовуваних для перевезень транспортних засобів (таблиця 1).

Таблиця 1 – Характеристики обраних для аналізу автобусних маршрутів

Тип маршруту	Пасажиромісткість транспортного засобу, пас.	Кількість зупинок на маршруті у прямому/зворотному напрямку	Кількість обстежених рейсів за напрямками маршруту
діагональний	18	25/27	26/26
радіальний	22	12/12	49/47
діагональний	40	33/34	15/16
діагональний	100	35/34	17/17
радіальний	22	13/13	25/23
радіальний	22	19/19	38/36

Маршрути для аналізу обиралися таким чином, щоб можна було б дослідити закономірності утворення, виявити схожість та відмінності мереж контактів пасажирів на маршрутах з різним за місткістю рухомим складом, а також щоб виконати порівняльний аналіз характеристик мереж контактів пасажирів міського громадського транспорту до пандемії коронавірусу та під час неї.

Загалом було отримано, досліджено й проаналізовано 335 графів – мереж контактів пасажирів міських автобусів. Кожний представник множини мереж утворювався під час виконання автобусом окремого рейсу на одному з досліджуваних маршрутів.

Для отриманої мережі були розраховані такі показники: кількість вершин мережі $V(G)$ (кожна вершина представляє собою пасажира, що скористався даним рейсом маршруту); кількість ребер мережі $E(G)$ (кожне ребро відбиває наявність контакту між відповідною парою пасажирів, що користувались маршрутом протягом одного рейсу); середня степінь вершини мережі $\overline{d}(x)$ (середня кількість контактів одного пасажира); максимальна довжина найкоротшого шляху мережі $L_{max}(G)$ (найдовша відстань між пасажирами одного рейсу, вимірювана у кількості ребер); середня довжина найкоротшого шляху у мережі $\overline{L}(G)$; кластерний коефіцієнт C; коефіцієнт асортативності r (розрахований вибірково для трьох маршрутів). Отримані результати усереднювалися для усіх досліджених рейсів окремих маршрутів протягом пікових та міжпікових часових періодів доби.

Для автоматизації розрахунків було розроблено програмне забезпечення мовою програмування Python. В якості вихідних даних для кожної мережі контактів пасажирів певного рейсу виступали обсяги посадки/висадки пасажирів на кожній зупинці, відстані між зупинками маршруту, швидкість руху транспортного засобу. Це дозволяє не лише встановити факти контактів пасажирів між собою, але й тривалість такого контакту, що може бути використано в подальших дослідженнях для аналізу ризиків розповсюдження інфекційних хвороб під час поїздки.

В таблицях 2 та 3 наведені результати для кожного з досліджених маршрутів в пікові періоди руху та у між пікові відповідно.

Таблиця 2 – Результати розрахунків характеристик мереж контактів пасажирів в пікові періоди доби

Тип маршруту	Рік обстеження	Місткість автобуса, пас.	$V(G)$	$E(G)$	$\overline{d}(x)$	$L_{max}(G)$	$\overline{L}(G)$	C	r
Д	2017	18	33	496,2	14,37	2,23	1,1	0,948	–
Р	2017	22	20,5	248,5	9,42	1,59	1,05	0,976	–
Д	2017	40	41,9	802,1	17,67	2,29	1,15	0,932	–
Д	2018	100	147,6	6458	41	4,69	1,67	0,839	0,422
Р	2021	22	20,7	241,3	9,43	1,64	1,06	0,957	-0,104
Р	2021	22	15,5	126,9	6,58	1,76	1,09	0,928	-0,131

Таблиця 3 – Результати розрахунків характеристик мереж контактів пасажирів в між пікові періоди доби

Тип маршруту	Рік обстеження	Місткість автобуса, пас.	$V(G)$	$E(G)$	$\overline{d}(x)$	$L_{max}(G)$	$\overline{L}(G)$	C	r
Д	2017	18	27,3	321,4	11,39	2,27	1,14	0,94	–
Р	2017	22	14,8	125,3	6,78	1,27	1,02	0,985	–
Д	2017	40	40,6	804,4	18,51	2,06	1,08	0,961	–
Д	2018	100	108,7	3498	26,74	4,95	1,82	0,832	0,419
Р	2021	22	13,9	119,2	6,36	1,27	1,02	0,987	-0,065
Р	2021	22	13	86,9	5,53	1,54	1,04	0,917	-0,098

Висновки

Проведений статистичний аналіз мереж контактів пасажирів міського громадського транспорту засвідчив, що цим мережам властиві великі значення середньої степені вершин, малі, у порівнянні з розмірами мереж довжини найкоротших шляхів та висока кластеризація. Тож, досліджувані мережі містять у собі ознаки мереж «тісного світу». Напрямками подальших досліджень буде встановлення статистичних розподілів степенів вершин та механізмів розповсюдження інфекційних хвороб у мережах контактів пасажирів міського громадського транспорту.

Список літератури

1. Q. Luo, M. Gee, B. Piccoli, D. Work, S. Samaranayake "Managing public transit during a pandemic: The trade-off between safety and mobility" in Transportation Research Part C 138 (2022) 103592.

2. P. Kumar, A. Khani, E. Lind, J. Levin "Estimation and Mitigation of Epidemic Risk on a Public Transit Route using Automatic Passenger Count Data" in Transportation Research Record, 2021, Vol. 2675(5), 94-106.

АНТИКРИЗОВІ АСПЕКТИ НАДАННЯ ТРАНСПОРТНІ ПОСЛУГИ В УМОВАХ «РОЗУМНОГО МІСТА»: ПРОБЛЕМИ, ДОСВІД ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Олександр МЕЛЬНИЧЕНКО[1], канд. техн. наук, проф.,
Олександр ІГНАТЕНКО[1], д-р техн. наук, проф.,
Андрій ДМИТРИЧЕНКО[1], канд. техн. наук, доц.

[1]Національний транспортний університет (Україна)

Ключові слова: загрози та виклики, концепція містобудування, якість життя, інформаційно-комунікаційні технології, транспортні послуги, логістичне управління

Вступ

Надання транспортних послуг в умовах «розумного міста» в антикризовому аспекті безпосередньо пов'язане з сучасною концепцією містобудування, яка має увібрати в себе множину інформаційних та комунікаційних технологій (ІКТ) і запобігти різного роду загрозам та викликам сучасності. Використання ІКТ є запорукою підвищення рівня якості різнобічних публічних послуг в місті, продуктивності та інтерактивності в діяльності задіяних суб'єктів управління й господарювання, зниження витрат та споживання ресурсів, покращення зв'язків між споживачами та надавачами послуг.

Наукова проблема полягає невідповідності існуючого стану бажаному у досягненні спрямованості означених технологій на забезпечення потреб у переміщенні населення на високому рівні, управління попитом на послуги, стійкої до негараздів організації транспортного процесу, удосконалення інфраструктури, підвищення безпеки життєдіяльності, особливо у містах.

Мета роботи

Метою дослідження антикризових підходів до надання транспортних послуг в умовах «розумного міста» є запобігання та протидія загостренню соціально-економічних відносин в системі транспортного обслуговування населення у взаємозв'язку з іншими складовими сфери споживання для покращення якості життя мешканців та гостей міста на основі

усвідомлення та розробки нових технологій з креативними змінами способу життя, широкого впровадження технологій інформатики, докорінної модернізації форм, методів та засобів діяльності суб'єктів господарювання транспортної сфери.

Виклад основного матеріалу дослідження

Відправним моментом правильності поглядів на процеси формування антикризових підходів до надання транспортних послуг в умовах «розумного міста» слід вважати визначення категорії «розумне місто». Так, Британський інститут стандартів (British Standard Institution, BSI) відстоює визначення категорії «розумне місто» як «ефективну інтеграцію фізичних, цифрових та людських систем у штучно створеному середовищі з метою забезпечення стійкого, благополучного та всебічного майбутнього для громадян» [1].

В літературних джерелах наводяться й інші визначення «розумного міста», але їх аналіз свідчить про неоднозначність трактувань експертами. Водночас, в існуючих формулюваннях експерти відстоюють думку, що «розумне місто управляється даними, а управління даними дозволяє муніципальним службам підвищувати якість життя населення. Дані охоплюють такі сфери життя містян, як безпека, транспорт, медичні послуги, комунальне господарство, благоустрій тощо. Джерелами даних є відеокамери, різні датчики, сенсори, інформаційні системи та інше» [1, с.72].

При всій філософській глибині наведених підходів до визначення, важливо підкреслити ознаки перспективної системності та спрямованості на антикризові заходи такої діяльності у формуванні споживчої політики.

В умовах реалізації концепції «розумного міста» на засадах широкого використання ІКТ дозволяють суб'єктам управління сферою надання транспортних послуг та суміжних сфер забезпечення життєдіяльності безпосередньо взаємодіяти із громадськістю та системою обслуговування, здійснювати моніторинг динамічних процесів, які відбувається у місті в реальному масштабі часу, відслідковувати як відбувається розвиток міста, формувати та оцінювати напрями покращення якості життя. Для досягнення цієї мети використовується система засобів, інтегрованих у логічній взаємодії, спрямованих на отримання та накопичення масивів інформації для належного функціонування системи, її оброблення та аналізу. Саме логістичне управління інформаційними потоками є ключовим чинником вирішення проблем, пов'язаних з кардинальними змінам у сфері надання транспортних послуг та суміжних сферах життєдіяльності міста, а також процесами запобігання та протидії кризовим явищам [3, с. 135].

Базові положення запровадження концепції «розумного міста» у формуванні комплексної системи надання публічних послуг і транспортного обслуговування у її складі пов'язані із проблемами, спричиненими відсутністю єдиного стандарту чи еталона, яким можна було б однозначно визначити, наскільки місто добре здійснює та модернізує сферу споживання. Водночас слід зазначити, що у якості орієнтира чи наближенням до вирішення цього завдання можна можна розглядати стандарти ISO 37120:2014 та 37151:2015, які охоплюють три рівні проектів: інфраструктурний рівень, рівень об'єктів та рівень публічних послуг та перелік показників, які спрямовані на оцінювання розвитку міст. Зокрема, ISO 37120:2014 «Стійкий розвиток спільноти. Показники міських послуг та якості життя» регламентує 46 обов'язкових та 56 допоміжних показників за 17 напрямками [4].

До основних властивостей розумного міста відносять: якість життя, урбанізацію, розумні технології, персоніфікацію, модернізацію інфраструктури, віртуалізацію, соціалізацію та мобільність. Таке поєднання властивостей досягається завдяки створенню наскрізних технологій, що визначають напрями розвитку «Розумних міст». З позицій системності такі технології одночасно охоплюють кілька трендів або галузей, що надає можливості формувати крос-функціональні та міжгалузеві рішення на перспективи розвитку «Розумних міст» [5].

Саме створення інноваційного технологічного простору є запорукою підвищення якості життя, комфортності міського середовища, управління різними галузями міського господарства при скороченні споживання ресурсів, що важливо в антикризовому аспекті. І

досягти цього практично неможливо без розвитку системи надання транспортних послуг. Наприклад, геоінформаційні технології та надточна навігація разом із 5G є основою для появи безпілотного громадського транспорту, створення розумних систем управління дорожньо-транспортної інфраструктурою, що включає прогнозування трафіку, розумні світлофори і навіть контроль втоми водіїв автобусів [5]

Аналітики Juniper Research наводять результати досліджень доводять виключно високу актуальність концепції розумного міста, про що свідчить наступне [2, с. 35-42]:

- витрати на розумні міста у всьому світі в 2021 році склали $35 млрд.;
- до пріоритетних напрямів експлуатації інновацій віднесено транспорт, інфраструктура, енергетика;
- за рейтингом до найкращих розумних міст віднесено - Шанхай; Сеул; Барселону; Пекін; Нью Йорк.
- особливо високо оцінюється проект Shanghai Citizen Cloud як єдиний центр для більш ніж 1200 послуг для мешканців міста, завдяки якому ефективне оцифроване управління муніципальними та державними послугами стає звичайним явищем у багатьох містах Азії;
- зазначають, що економія, отримана за рахунок технологій розумного міста досягне $96 млрд у 2026 році, що зробить їхнє впровадження у більшості випадків дуже рентабельним.

Узагальнення світових досліджень доводить важливість використання технології блокчейну, яка передбачає використання вдосконаленого механізму бази даних, який дозволяє організувати відкритий і безпечний обмін інформацією у рамках бізнес-мережі. База даних блокчейна зберігає дані в блоках, пов'язаних між собою в ланцюжок. Дані хронологічно послідовні, оскільки не можна видаляти або змінювати ланцюжок без консенсусу з боку мережі. В результаті є можливість використовувати технологію блокчейн для створення незмінного або безстрокового реєстру для відстеження різнопланових процесів, зокрема пов'язаних з наданням транспортних послуг. Така система з 2020 року функціонує у Мюнхені і за попередніми оцінками дозволила скоротити використання автомобілів на 10%, а викиди CO2 на 34 000 тонн на рік [6].

Здійснена систематизація світового досвіду за напрямом дослідження свідчить про різноманітність реалізованих підходів, зокрема [1,4,6] :

- уряд Сінгапуру значно розширив технологічний простір розвитку концепції «Розумне місто» і здійснює комплексну реалізацію проекту «Розумна нація», що охоплює економіку, державне управління та суспільство із створенням єдиної платформи надання громадських послуги в галузі транспорту, охорони здоров'я, освіти та інших сфер;
- за ініціативою адміністрації Лондона у 2013 році проголошено створення Smart London щодо розвитку багатьох секторів міського господарства, зокрема транспорту в аспекті оптимізації маршрутів, своєчасного оповіщення населення про зміну в маршрутах руху, про дорожні роботи та надзвичайні ситуації з використанням десятків мобільних сервісів для пасажирів;
- у столиці Австралії Сіднеї система SCATS визначає щільність завантаження доріг та адаптивне керування світлофорами, що забезпечує скорочення рівня закоркованості вулиць на 40%, часу у дорозі – на 20%, обсягу палива, що спалюється – на 12%, а обсяг вихлопних газів – на 7%.
- у Японії реалізується масштабна довгострокова стратегія реформування суспільства Super Smart Society, або Society 5.0 («Суспільство 5.0»), яка охоплює широкий спектр завдань, від старіння населення до впровадження інноваційних технологій у сфері автономного водіння.

Слід звернути увагу на сучасні глибинні проблеми сучасного розвитку ІКТ, які в значній мірі характеризують антикризові аспекти надання транспортні послуги в умовах «розумного міста»

- в Канаді скасовано проект «розумного міста» Google у Торонто, який стосувався "розумного" району Quayside, що пов'язують з "безпрецедентною невизначеністю, що

охопила світову економіку та ринок нерухомості Торонто. Але пілотний проект «інноваційного облаштування» буде реалізовано в окремому районі, де з'явиться безпілотний громадський транспорт, адаптивні світлофори, роботи-кур'єри та енергоефективні, але доступні за вартістю модульні будинки;

- складні кібератаки на критичну інфраструктуру шляхом зупинки роботи АСУ технологічними процесами, використання не за призначенням енергоефективних мереж далекого радіусу дії LPWAN, зламування комунікацій між пристроями, блокування систем, зміна даних датчиків (наприклад, аварійних систем) з метою викликати , викрадення даних громадян, пацієнтів і споживачів, персонально інформації, що ідентифікується тощо [].

Щоб попередити кризові ситуації в розвитку міст, зокрема у сфері надання транспортних послуг, державні, регіональні та муніципальні органи влади докладають значних зусиль, щоб йти в ногу з технологічним прогресом та використовувати нові можливості в контексті управління ризиками та очікуваннями населення, а також для фінансування для масштабних ініціатив перспективи. Подальше використання «розумних технологій» та перспективні варіанти використання ІКТ пов'язані з екологічною енергетикою, інфраструктурою, громадською безпекою та розумним транспортом, що має безпосереднє відношення й до змін у сфері транспортних послуг [2, с. 56].

Для окреслення перспектив, можна звернутись до фантастичних передбачень, які були висловлені на сесії Світового економічного форуму (квітень 2019 року), Міністром екології Данії Іда Аукен [6]. Це було у 2019 році, коли практично ніхто не вірив у можливість повномасштабного вторгнення росії в Україну, але у якості орієнтиру на далекий термін, зупинимось на основних положеннях, пам'ятаючи слова немецкого философа Георга Гегеля „Істина народжується єрессю, а вмирає забобоном“.

Так, Іда Аукен заявляла, що до 2030 року не буде:

- особистого транспорту, люди зможуть безкоштовно користуватися безпілотниками або машинами, що літають, а особистий автомобіль стане безглуздям;
- заторів на дорогах та забруднення довкілля в значній мірі через те, що обсяг транспортних комунікацій значно зменшиться і працювати можна буде в будь-який, зручний для себе час із спрямованістю на творення, розвиток людини;
- «традиційної роботи» для транспорту завдяки роботам та штучному інтелекту скоротиться, і люди зможуть краще харчуватися, висипатися та більше спілкуватися один з одним;
- приватної власності, мешканці міст не платитимуть за оренду квартири, бо під час відсутності власника нерухомості простір використовуватимуть інші люди;
- таких серйозних проблем, як зміна клімату, міграційна криза, погіршення екології, безробіття та перенаселення міст, комп'ютерні алгоритми допоможуть підібрати потрібні товари, які можна замовити в інтернеті.

Висновки

Проведений аналіз свідчить, що століття, в якому ми живемо, характеризується широким поступом креативних технологій, про які раніше можна було тільки мріяти.

Сучасний бурний розвиток міст пов'язують з кризовими енергетичними проблемами, ускладненням функціонування сфери споживання, зокрема транспортного комплексу, змінами екології тощо.

І один з пріоритетних шляхів вирішення проблем збалансованого розвитку пролягає через усвідомлення й запровадження технології розумного міста в умовах плідної співпраці державного, муніципального й приватного секторів економіки для досягнення соціально-економічних вигод. Саме в такому середовищі мають вирішуватись завдання надання транспортні послуги в антикризовому аспекті.

Список літератури

1. British Standards Institution. “Smart Cities—Vocabulary.” Last accessed on 3 November 2022, http://shop.bsigroup.com/ upload/PASs/Free-Download/PAS180.pdf.
2. Stimmel C. L. Building Smart Cities: Analytics, ICT, and Design Thinking CRC Press 2021. 290 p.
3. Bifulco F., Tregua M., Amitrano C., D'Auria, A.. ICT and sustainability in smartcities management. International Journal of Public Sector Management, 29 (2), 132-147.
4. ISO/IEC. “Smart Cities: Preliminary Report 2014.” Last accessed on 3 November 2022, https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/developing_standards/docs/en/smart_cities_report-jtc1.pdf.
5. Khatoun R., Zeadally S. Communications of the ACM. “Smart Cities: Concepts, Architectures, Research Opportunities.” Last accessed on 3 November 2022, https://cacm.acm.org/magazines/2016/8/205032-smart-cities/abstract.
6. Caragliu A., Del Bo C., Nijkamp P. “Smart Cities in Europe.” Last accessed on 3 November 2022, http://www3.ekf.tuke.sk/cers/cers2009/PDF/01_03_Nijkamp.pdf.

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЗЕМЕЛЬ МІСТА КИЄВА

Ірина НОВАКОВСЬКА[1], д-т. екон. наук, Микита МАЛЬТО[1], магістр,

[1] Національний університет біоресурсів і природокористування України

Ключові слова: техногенне забруднення земель, відходи виробництва та споживання, забруднення повітря і ґрунтів, охорона навколишнього середовища.

Вступ

Високий рівень урбанізації країни та надмірна концентрація певних галузей промислового виробництва обумовили утворення зон техногенно забруднених земель та окремих регіонів з техногенними аномаліями. Різні забруднювачі негативно впливають на структуру ґрунтового покриву, його фізичні, біологічні та хімічні властивості, знижують здатність ґрунту до самоочищення, негативно впливають на довкілля і здоров’я людей.

Особливості режиму та порядку використання техногенно забруднених земель до цього часу не урегульовані на законодавчому рівні. Загальна площа земель, які є небезпечно або надзвичайно небезпечно забруднені, становить в Україні понад 1,5 млн. га. Вказана проблема є досить актуальною і для крупних міст.

Мета роботи

Проаналізувати сучасний стан деградації земель крупних міст, зокрема внаслідок техногенного забруднення шкідливими речовинами, відходами виробництва та дії інших антропогенних факторів та розглянути шляхи локалізації деградаційних процесів та екологізації міського землекористування.

Виклад основного матеріалу дослідження

Забруднення ґрунтового покриву безпосередньо пов’язано з обсягами викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря та притаманно, крім зон і регіонів з техногенними аномаліями, найкрупнішим і крупним містам, в яких кількість автомобільного транспорту постійно зростає, функціонують підприємства енергетики та інших галузей – забруднювачі повітря, ґрунтів і вод, утворюється велика кількість виробничих і побутових відходів. [1]

За характером небезпечного забруднення техногенно забруднені землі поділяються на такі групи:

забруднені сміттям, викидами, відвалами,відстійниками, породами;

забруднені сполуками важких металів: свинцю, кадмію, хрому, нікелю, ртуті. Вказана група є досить небезпечною для людини, тварин, рослин внаслідок високої токсичності та здатності до накопичення;

забруднені пестицидами, що можуть перебувати в значних кількостях як засоби боротьби з шкідниками культурних рослин, і є високотоксичними хімічно стійкими сполуками, які негативно впливають на мікрофлору ґрунтів;

забруднені радіоактивними речовинами, що становлять значну небезпеку, легко проникаючи у всі живі організми та потрапляючи у довкілля. Дія радіоактивних речовин пов'язана з виробництвом та випробовуванням ядерної зброї, функціонуванням атомних електростанцій у вигляді відходів і при аваріях, а також при виробництві та використанні приладів, що містять радіоактивні ізотопи. [2]

Техногенне забруднення ґрунтів може охоплювати значні території і не мати чітких меж або ж бути локальним і зосереджуватися поблизу джерел забруднення. Основними джерелами локального техногенного забруднення ґрунтів є підприємства чорної та кольорової металургії, теплові електростанції, підприємства коксохімічної промисловості, відвали вугільних шахт, об'єкти нафтогазового комплексу та автомобільний транспорт. Загальна площа земель, які є небезпечно або надзвичайно небезпечно техногенно забруднені, становить в Україні 1550 тис. га. За рахунок щорічного надходження великої кількості важких металів відбувається значне забруднення ґрунту, рослин, оточуючого середовища.

Серед міст України у Києві, наприклад, обсяг викидів в атмосферу посідає третє місце після міст Кривого Рогу та Маріуполя, які відносяться до промислових центрів з розвинутою гірничодобувною промисловістю, чорною металургією та машинобудуванням. У розрахунку на 1 квадратний кілометр території столиці України викиди складали у 2014 р. 256,3 тонни шкідливих речовин, в тому числі по Шевченківському району 883,9 тонни, Деснянському – 626,4 тонни, Печерському – 617,7 тонни. [3]

За територією та кількістю населення Київ належить до найбільших міст Європи. Його землекористуванню притаманні екологічні проблеми, характерні для крупних міст, зокрема:

забруднення атмосферного повітря та ґрунтів шкідливими викидами промислових підприємств (стаціонарні джерела забруднення), а також автомобільного, авіаційного, залізничного та водного транспорту (пересувні джерела забруднення);

забруднення поверхневих та підземних водних ресурсів;

поводження з усіма видами відходів (побутові, промислові, токсичні, радіаційні тощо);

зменшення біорізноманіття внаслідок будівництва та іншої антропогенної діяльності;

надзвичайні ситуації природного та техногенного характеру.

Територіальні зони столиці України (сельбищна, виробнича, ландшафтно-рекреаційна) характеризуються своїми особливостями і справляють неоднаковий вплив на навколишнє природне середовище.

Ландшафтно-рекреаційна зона (лісові масиви, об'єкти природно-заповідного фонду, лісопарки та зелені насадження загального користування, а також луки, озера, річки в межах міста) позитивно впливає на стан навколишнього середовища міста і може вважатися показником екологічного благополуччя.

Сельбищна зона об'єднує висотну житлову забудову в центральній частині міста та на нових масивах, а також приватну забудову сільського типу, що розташована в основному на околицях міста. Негативний вплив вказаної зони в цілому на навколишнє природне середовище оцінюється як середній.

Виробнича зона міста включає промислові та автотранспортні підприємства, що згруповані в промислові вузли та зони: Подільсько-Оболонський, Шулявка, Нижньолибідський, Дарницький. Вважається, що негативний вплив підприємств вказаної зони на оточуюче середовище є сильним.

Хоча ландшафтно-рекреаційна зона вважається показником екологічного благополуччя, не можна ігнорувати таку особливість міського землекористування як надзвичайну протяжність прибережної смуги. Велика кількість проток, островів, інших водойм обумовлює її довжину біля 35 кілометрів. Площі прибережної смуги представлені цінними природними біокомлексами рослинного і тваринного світу, відіграють особливу рекреаційну та оздоровчу роль і формують особливе ландшафтне обличчя міста. Забезпечення недоторканості вказаних площ є надзвичайно актуальним завданням природоохоронних органів і екологічної громадськості. Недопустимими є випадки намагання здійснення котеджного будівництва в таких мальовничих урочищах, що розташовані у водоохоронній зоні, а іноді і в межах прибережних смуг. [4]

Джерелом суттєвого погіршення екологічного стану земель міста є відходи виробництва та споживання. Обсяг спалених відходів з метою отримання енергії на протязі 2012-2015 рр. зріс у 1,7 рази, а обсяги видалення відходів, починаючи з 2013 року почали знову зростати. У Києві щорічно утворюється біля 1,1 млн. тонн твердих побутових відходів. Видалення та захоронення відходів відбувається за межами Києва, а побутове сміття, крім того, утилізується на сміттєспалювальному заводі «Енергія». Оскільки в місті не провадиться роздільне зберігання твердих побутових відходів, то наріжним каменем у вирішенні проблеми засмічення міських земель і довкілля є вирішення і цього питання. Суттєвого значення набувають проблеми запобігання утворенню та ліквідація несанкціонованих звалищ. При проведенні весняно-осінніх заходів благоустрою міста щорічно виявляється понад 100 несанкціонованих звалищ побутового та будівельного сміття, під які самовільно займається 20-30 га земель.

Складною екологічною проблемою міста є утилізація золошламових сумішей, що утворюються та накопичуються на підприємствах теплоенергетики міста, насамперед, це - ванадійвмісткі шлами ТЕЦ-5, ТЕЦ-6, ТЕЦ-4 (Дарницької ТЕЦ), які займають понад 14 га земельних угідь. Проблемним є зберігання відходів з наявністю тритія. Потребує вирішення проблема утилізації шламів гальванічного виробництва. В місті залишається незадовільним стан зберігання та демеркуризації відпрацьованих люмінесцентних ламп, загальна кількість яких щорічно досягає близько 500 тис. штук. На території автотранспортних підприємств міста накопичено значні обсяги мулоочисних споруд миття автотранспорту, до складу яких входять нафтопродукти, свинець, інші шкідливі речовини.

Основними чинниками антропогенного впливу на земельні ресурси міста є автомобільний транспорт, підприємства промисловості та енергетики. З їх діяльністю пов’язано забруднення атмосферного повітря, а з викидами шкідливих речовин – деградація ґрунтового покриву.

Моніторингові спостереження ґрунтів, які проводяться у місті за мережею 1х1 км (400 точок спостереження) дозволили встановити максимально забруднені земельні ділянки, визначити джерела і тенденції розвитку деградаційних процесів. Максимально забруднені ділянки виявлено в Дарниці, на Подолі, Шулявці. Забруднення ґрунтів в Дарниці зокрема було зумовлене виробничою діяльністю заводу «Радикал», який протягом майже 50 років використовував сполуки ртуті без належних заходів захисту атмосферного повітря і ґрунтів.

На Подолі і Шулявці забруднення ґрунтів зумовлене діяльністю підприємств електротехнічної, хімічної, машинобудівної, поліграфічної галузей. Ділянки ґрунтового забруднення переважно співпадають з територіями промислових зон і розміщенням автодоріг, якими рухається автотранспорт. Основними забруднювачами ґрунтів є свинець, цинк, хром.

Аналіз статистичної звітності за 2006-2014 роки показує, що основним забруднювачем атмосферного повітря у місті Києві є автомобільний транспорт (табл. 1). Питома вага викидів шкідливих речовин автотранспортом у 2006 році складала 84,1% загального обсягу викидів, у 2010 р. – 89,2%, а у 2014 р. – 85,3%. Серед викидів автотранспорту до 80% займає оксид вуглецю та біля 12% - вуглеводні. Забрудненість навколишнього середовища викидами автотранспорту є особливо великою вздовж автомагістралей міста та їх перехресть

(Московська, Ленінградська, Бессарабська, Харківська площі, вул. Набережно-Хрещатицька, проспект Воз'єднання, Харківське шосе, бульвари Дружби народів, Лесі Українки та ін.). У парковій зоні міста концентрація шкідливих речовин від викидів автотранспортних засобів у кілька разів нижча.

Таблиця 1 - Викиди шкідливих речовин і діоксину вуглецю в атмосферне повітря міста Києва, тис. т [3,5]

Показники	**Роки**			**2014 р. у % до 2006 р.**
	2006	**2010**	**2014**	
Викиди шкідливих речовин - всього	227,1	265,3	214,2	94,3
у тому числі				
стаціонарними джерелами забруднення	26,4	28,6	31,4	118,9
автомобільним транспортом	191,0	236,7	182,8	95,7
авіаційним, залізничним та водним транспортом				
Крім того, викиди діоксину вуглецю - всього	6863,2	9723,7	7984,7	116,3
в тому числі:				
стаціонарними джерелами	6863,2	6953,5	5648,9	82,3
пересувними джерелами	-	2770,2	2335,8	-

Слід відмітити, що за 2006-2014 роки загальний обсяг викидів шкідливих речовин у місті дещо знизився. Однак це не можна пояснювати тим, що зниження обумовлено зменшенням викидів промисловими підприємствами, що припинили свою роботу. Рівень забруднення від стаціонарних джерел за останні роки не скоротився і характеризується показниками 26,4; 28,6; 31,4тис.т за 2006, 2010, 2014 рр. відповідно.

Аналізуючи показники викидів в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення по районах м. Києва у 2021 році (табл. 2), слід відмітити, що в деяких районах зменшилися,але загалом по м. Києву вони зросли, за рахунок Печерського, Дніпровського та Солом'янського районів.

Таблиця 2- Викиди в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення по районах у 2021 році [6]

	Обсяги викидів, т	2021 % до 2020	У тому числі			
			діоксиду сірки		діоксиду азоту	
			т	2021 % до 2020	т	2021 % до 2020
м. Київ	***38790,433***	***152,1***	***6746,962***	***206,9***	***6037,615***	***81,7***
райони						
Голосіївський	2786,928	71,5	25,655	426,9	1927,189	66,4
Дарницький	754,485	83,1	45,218	195,3	184,050	91,1
Деснянський	1767,058	65,7	0,078	96,3	1367,879	62,9
Дніпровський	12051,662	150,6	6634,945	206,7	2350,957	118,5
Оболонський	355,092	95,9	1,549	10,5	39,750	117,6
Печерський	18711,149	253,3	0,540	109,3	11,645	98,3
Подільський	284,196	96,6	0,422	101,4	24,307	110,4
Святошинський	150,789	62,8	1,215	86,7	6,888	52,5
Солом'янський	508,536	141,5	36,646	1014,6	105,135	381,4
Шевченківський	1420,538	104,4	0,694	79,8	19,815	89,7

Обсяг викидів забруднюючих речовин в повітря з наступним випаданням їх на землі, будівлі, дороги в межах міста за останні роки становить 170-265 тис. тонн. Викиди діоксину вуглецю складають 7-9,7 млн. тонн. Пересувні джерела забруднення є основними постачальниками в атмосферне повітря таких інгредієнтів як двоокис азоту, бенз(а)пірен, окис вуглецю, вуглеводні сполуки тощо. Одним із основних важелів концентрації викидів забруднюючих речовин від автотранспортних засобів є якість палива. Для цього необхідно вдосконалювати контроль за дотриманням державних стандартів на всіх етапах його розподілу та реалізації, впроваджувати нові економічні механізми охорони атмосферного повітря.

Значний внесок у забруднення повітряного басейну міста вносять також транзитні автотранспортні засоби та ті, що прибувають в Київ з інших міст на довготривалий період. Викиди від них не контролюються та не враховуються органами статистики. [7]

Особливістю територіальної спеціалізації промислового комплексу Києва є те, що майже 80% обсягу промислового виробництва тут припадає на підприємства енергетики, машинобудування, харчової та легкової , а також хімічної промисловості. Основою енергетичної бази промислового комплексу міста є ТЕЦ-5, ТЕЦ-6, ТЕЦ-4 (Дарницька ТЕЦ), однак найбільший внесок у забруднення повітря та земель міста вносять саме підприємства енергетики. Викиди цих підприємств становлять 72% загального обсягу викидів стаціонарних джерел забруднення і залишаються на досить високому рівні із-за нераціонального та неефективного використання електроенергії та тепла у комунально-побутовому та житловому господарстві.

Крім підприємств енергетики, до найбільших забруднювачів атмосферного повітря, земельних і водних ресурсів відносяться завод з переробки сміття «Енергія», ВАТ «Корчуватський комбінат будматеріалів і конструкцій», ВАТ «Укрпластик», Дарницький вагоноремонтний завод. Високий рівень забруднення довкілля зумовлюють викиди оксидів азоту, сірчастого ангідриту, окису вуглецю.

Негативна діяльність енергетичної галузі пов’язана також з деградацією ґрунтового покриву в процесі будівництва об’єктів виробництва та розподілу електроенергії і тепла, зайняття площ під водосховища гідроелектростанцій, ставки – охолоджувачі атомних і теплоелектростанцій, золовідвали та шламовідвали. Загальна площа земель під електроенергетичними об’єктами сягає в Україні 51 тис. га, з них у межах населених пунктів – 17,6 тис. га. Крім того, майже 8 тис. га зайнято теплоелектроцентралями та котельнями. [1]

Висновки

Забруднення ґрунтового покриву безпосередньо пов’язано з обсягами викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря та притаманно, крім зон і регіонів з техногенними аномаліями, найкрупнішим і крупним містам, в яких кількість автомобільного транспорту постійно зростає, функціонують підприємства енергетики та інших галузей – забруднювачі повітря, ґрунтів і вод, утворюється велика кількість виробничих і побутових відходів. Основними забруднювачами атмосферного повітря та земельних ресурсів у місті є автомобільний транспорт і підприємства енергетики.

Збереження ґрунтового покриву у межах міст, що пов’язане з його порушенням, складуванням і перенесенням в інше місце під час будівництва об’єктів різного призначення та послідуючим використанням, провадиться, як правило, без відповідної проектної документації. При цьому ігнорується законодавча норма статті 168 Земельного кодексу про те, що ґрунти земельних ділянок є об’єктом особливої охорони.

Список літератури

1. Новаковська І.О. Охорона ландшафтно-рекреаційного комплексу міст. Вісн. аграр. науки. 2016. № 9. С. 72–75.

2. Меліорація ґрунтів (систематика, перспективи, інновації): колективна монографія [за ред. С.А.Балюка, І.М.Ромащенка, Ф.С.Трускавецького]. Херсон: Гринь Д.С. 2015. 668 с.

3. Статистичний щорічник м. Києва за 2014 рік. - К.: Консультант, 2015. 444с
4. Охорона навколишнього середовища / За ред.. Я.Б.Олійника. К. Ніка-Центр. 2006. 264 с.
5. Статистичний щорічник м. Києва за 2015 рік. URL: https: ukrstat.org
6. Головне управління статистики в м. Києві. URL: http://kyiv.ukrstat.gov.ua/p.php3?c =3412&lang=1
7. Гутаревич Ю.Ф. Екологія та автомобільний транспорт /Ю.Ф.Гутаревич, Д.В.Зеркалов, А.Г.Говорун. – К.: Арістей, 2006. 292 с.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬ МІСТ В КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Ірина НОВАКОВСЬКА[1], д-р. екон. наук, Олександр МАРЧУК[1], магістр,

[1] Національний університет біоресурсів і природокористування України

Ключові слова: ефективність, землекористування міст, земельні відносини, сталий розвиток, земельна ділянка, державне регулювання.

Вступ

Сьогодні досить актуальним є питання сталого розвитку як країн в цілому, так і їхніх основних секторів. Враховуючи те, що у межах міст, які займають біля 2,5% території країни, сконцентровано понад дві третини населення, переважна частка виробничого, наукового та соціально-культурного потенціалу, використання землі, яка у розвитку суспільства відіграє ні з чим не порівняну роль як природний об’єкт і природний ресурс, займає унікальне положення у системі підприємницької діяльності людей, суспільства в цілому, є досить актуальним. Це обумовлено характером і багатофункціональним призначенням землі.

Мета роботи

Проаналізувати зв'язок міських функцій та визначити їх вплив на ефективність використання земельних ресурсів в ринкових умовах з урахуванням невиробничого характеру діяльності. Розглянути загальну ефективність міського землекористування в поєднанні та збалансованості використання земель міст як системи в цілому так й інвестиційної ефективності окремих напрямів землекористування в контексті сталого розвитку.

Виклад основного матеріалу дослідження

Сучасне місто – це складний комплекс територій і споруд, зайнятих виробничими підприємствами, житловими комплексами, громадськими центрами, місцями відпочинку на свіжому повітрі, транспортними й інженерними спорудами. Основні функції міста реалізовано на його території й згодом їх не так просто змінювати [1].

Міськими функціями є:

✓ житлові будинки різних видів, які класифікують за поверховістю, щільністю населення, сімейністю, періодом будівництва, рівнем доходів мешканців і низкою інших ознак; промисловість різних видів, яку диференціюють за галузевою ознакою, щільністю зайнятих, класом шкідливості та ін.;

✓ комунально-складське господарство різних видів, яке диференціюють за спеціалізацією - склади промислових товарів, овочеві бази, холодокомбінати, елеватори, автопарки, смуги відводу залізниць тощо;

✓ громадсько-торговельні центри міського й локального значення;

✓ торгівля різних ієрархічних рівнів і різної спеціалізації - великі торгові центри, великі спеціалізовані магазини міського й локального значення, рядова магазинна торгівля, кіоскова торгівля;

✓ заклади охорони здоров'я різних видів, які поділяють за потужністю й спеціалізацією - лікарні загального профілю, спеціалізовані лікарні й клініки, поліклініки, профілакторії та ін. [1]

Слід зазначити, що незважаючи на негативні аспекти урбанізаційних процесів, міські поселення і надалі залишаються перспективними для розвитку людства та охорони природних ресурсів, оскільки при великій концентрації населення на відносно невеликих територіях їх вплив на оточуюче середовище може бути обмежений за умов раціональної для середовища моделі виробництва та системи землекористування. Вказані функції міста диктують і функції земель у місті, як складного соціально-економічного явища. (Рис. 1)

Рисунок 1 – Функції земель у місті

Проблеми сучасного розвитку міст в значній мірі пов’язуються з відсутністю науково обґрунтованої, раціональної земельної політики. Спостерігається парадоксальна ситуація: з одного боку в центральних районах не вистачає вільних земельних ділянок для розвитку міської інфраструктури, а з іншого - переважна частина міської землі використовується неефективно. Щільність забудови в цілому низька, значні території зайняті другорядними об’єктами: промисловими складами, фактично непрацюючими підприємствами, господарськими будовами, надмірною залізничною і автотранспортною інфраструктурою. У зв’язку з вказаним інвестори вимушені розгортати будівництво на нових землях, що призводить до збільшення протяжності комунікацій і витрат на їх спорудження, ремонт, модернізацію. Експлуатація цих споруд стає набагато дорожчою, ніж реконструкція нераціонально використовуваних територій у діючій частині міст.

Досить низькою є і щільність міського населення. Якщо у Великому Парижі, Мадриді, Римі вона складає 200-500 чол./га, в Москві, Лондоні, Санкт-Петербурзі, Відні, Празі – 100-200 чол./га, то в Україні найбілішою є щільність в містах Одесі, Харкові, Рівному та Тернополі (50-100 чол./га), а в Києві, Донецьку, Дніпропетровську, Львові, Запоріжжі вона становить 30-50 чол./га. [2]

Отож, підвищення ефективності міського землекористування є назрілою і актуальною проблемою та вимагає вирішення низки наукових і практичних задач:

✓ вивчення теоретичних основ і методичних підходів щодо аналізу і оцінки

ефективності міського землекористування;

✓ встановлення і систематизації критеріїв і показників використання земель міст;

✓ визначення основних напрямів удосконалення теорії і методології управління земельними ресурсами в містах;

✓ розвитку положень щодо підвищення ролі державного земельного кадастру як інформаційної бази для учасників ринку землі і нерухомості, а також господарюючих суб'єктів;

✓ удосконалення методики нормативної та експертної грошової оцінки міських земель [3].

Концентрація населення і різноманіття видів його життєдіяльності, необхідність розміщення на відносно обмеженій території міст великої кількості житлових, адміністративних, комунальних, виробничих, інженерно-транспортних будівель, споруд та комунікацій визначає складність не тільки використання, але й обліку міських земель, порядку їх оподаткування та структуризації за правовим і господарським станом. Зміни у класифікації земель в межах населеного пункту та наявність земельних ділянок усіх категорій за цільовим призначенням значно ускладнюють систему управління міськими територіями (рис. 2), забезпечення прав фізичних і юридичних осіб.

Рисунок 2 - Структурна схема управління міськими територіями [5]

Зростає роль широкого залучення громадськості до вирішення питань управління землями різного цільового призначення, що дозволить розширити професійну та інформаційну бази прийняття рішень, покращить стан демократії та законності у сфері земельних відносин, сприятиме прозорості та відкритості діяльності органів місцевого самоврядування.

Отже, аналіз стану землекористування та формування напрямів підвищення його ефективності повинні ураховувати відмінності підходів щодо управління міськими територіями.

Чинні законодавчі акти не містять визначення раціонального, ефективного використання землі хоча раціональне землекористування вважається одним із елементів правосуб'єктності осіб тому, що обов'язок щодо їх раціонального використання входить до змісту права власності і права землекористування, в тому числі оренди земель [4].

Державний стандарт «Землі. Терміни та визначення» характеризує раціональне використання земель як забезпечення всіма землекористувачами в процесі виробництва максимального ефекту при здійсненні мети землекористування з урахуванням охорони земель та оптимальної взаємодії з природними факторами. Однак забезпечення всіма землекористувачами в процесі виробництва максимального ефекту може стосуватися лише використання землі як засобу виробництва (сільське, лісове господарство).

У випадках, коли земля є операційною базою для системи розселення, розміщення галузей народного господарства та шляхів сполучення, невід'ємною умовою, місцем, засобом і джерелом існування живих організмів, життєдіяльності людини, забезпечення її духовних і матеріальних потреб раціональне використання земель також необхідне.

Очевидно, що під досягненням максимального ефекту у здійсненні мети землекористування мається на увазі лише економічний ефект, що істотно звужує комплексну суть ефекту.

У правовій науці існує тлумачення, згідно з яким, раціонально використовувати природні ресурси - означає не брати зайвого від природи, постійно відновлювати те, що можна відновити, не завдавати шкоди іншим землекористувачам, не припускати погіршення умов навколишнього середовища. Причому правова охорона навколишнього середовища (природи) є, певною мірою, засобом забезпечення раціонального використання природних ресурсів [4].

Основними параметрами для обґрунтування системи ефективного землекористування слід вважати:

- ✓ наявність чітких меж міської забудови і природного ландшафту;
- ✓ доцільну щільність забудови, у тому числі території житлової забудови;
- ✓ обґрунтування містоутворюючої структури (промислові об'єкти, транспортні лінії, території інженерних споруджень, а також адміністративні установи, об'єкти охорони здоров'я тощо);
- ✓ захист лісів, лісопарків, зелених насаджень, водних об’єктів тощо;
- ✓ прийняття виважених рішень по історико-культурних об'єктах;
- ✓ благоустрій територій об'єктів обслуговування (магазини, театри, клуби, цирки тощо);
- ✓ формування резервних територій (у тому числі незабудованих територій, спеціальних територій тощо)
- ✓ визначення дозволених видів землекористування для тих або інших локальних територій великого міста;
- ✓ розмежування несумісних видів землекористування, таких як житло і шкідливе промислове виробництво;
- ✓ обмеження поширення міської забудови на цінні сільськогосподарські угіддя;
- ✓ запобігання житлового будівництва на не придатних для цього територіях (підданих повеням, землетрусам. Зсувам, тощо) ;
- ✓ встановлення мінімальних розмірів земельних ділянок і їх ринкове оцінювання;
- ✓ заохочення розвитку альтернативних комерційних центрів з метою зниження навантаження на центральні ділові райони великих міст і створення нових робочих місць для мешканців окраїн. [3]

Важливим інструментом розвитку міст в контексті сталого розвитку територій є формування системи рекреаційного землекористування. Рекреаційна діяльність передбачає активну взаємодію людини і природи, не пов’язаної з виробничою діяльністю, та займає

чинне місце в задоволенні потреб суспільства. Поняття рекреаційного потенціалу урбанізованих територій включає в себе сукупність всіх засобів і можливостей території для задоволення потреб міського населення та прилеглих територій у відновленні сил організму і відпочинку, що є основою сталого розвитку.

Висновки

Беручи до уваги переваги соціальних наслідків містобудівної діяльності, ефективність використання земельних ресурсів в ринкових умовах повинна оцінюватися з урахуванням невиробничого характеру діяльності, тобто суспільною корисністю.

Ефективне міське планування передбачає врахування безлічі аспектів, у тому числі просторових, інституційних і фінансових, зокрема:

- ✓ забезпечення географічного зв'язку і узгодженості реалізації планів землекористування, основних послуг і об'єктів інфраструктури;
- ✓ виявлення, збереження і розвиток об'єктів культурної та природної цінності в процесі міського і територіального планування;
- ✓ поєднання планування і проектування з фінансовими механізмами, котрі спиралися б на відповідні правила і нормативи;
- ✓ забезпечення готовності нинішніх міст до катаклізмів і змін клімату, передбачаючи таку готовність у нових районах міст і у планах з модернізації щодо зниження ризику катастроф [5].

Таким чином, загальна ефективність міського землекористування містить дві складові, які мають бути поєднані і збалансовані: ефективність використання земель міст як системи в цілому та інвестиційна ефективність окремих напрямів землекористування.

Список літератури

1. Безлюбченко О.С. Планування і благоустрій міст: навч. посібник. для студентів усіх форм навчання та слухачів другої вищої освіти за напрямом підготовки 0921 (6.060101) – «Будівництво» / О. С. Безлюбченко, О. В. Завальний, Т. О. Черноносова; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2011. - 191 с.

2. Плешканівська М.І. Теоретичні основи функціонального використання міських територій. Дисертація д.арх-ри. - К., 1998. – 312 с.

3. Новаковська І.О., Ільющенко Є.Х. Ефективність використання земель міст. Землеустрій, кадастр і моніторинг земель. 2014. №3-4. сс. 118-123.

4. Андрейцев В. І. Правовий режим землі як основного національного багатства (Коментар до ч. 1 ст. 1 Земельного кодексу України) // Законодавство України: Науково-практичні коментарі. - 2002. - № 4.

5. Новаковська І.О. Управління міським землекористуванням: монографія. Київ: Аграрна наука, 2016. 304 с

ПОЛІТИКА СТІЙКОГО МІСЬКОГО ТРАНСПОРТУ: ВИКЛИКИ ДЛЯ УКРАЇНСЬКИХ МІСТ

Марія ОЛЬХОВА[1], к. т. н., доцент, Дмитро РОСЛАВЦЕВ[1], к. т. н., доцент

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова (Україна)

Ключові слова: стійкий транспорт, стійкість, міська транспортна система

Вступ

Стрімкі зміни спостерігаються у кожній сфері життєдіяльності людини, починаючи від соціальної, закінчуючи технологічною, навіть планетарних змін на прикладі клімату, негативного впливу життєдіяльності людини на неї тощо. Водночас транспорт є однією із ключових сфер, яка зазнає постійного цілеспрямованого розвитку. Ключовими факторами розвитку транспортних систем є процеси глобалізації та урбанізації, які обумовлюють потребу у стійких адаптивних транспортних систем міста. Розробляються стратегії, плани дій та нові правила щодо функціонування транспортної системи. Прикладом реалізації сучасного бачення до транспортної системи є розроблення «Нового підходу до мобільності», що був запропонований Міністрами транспорту ЄС у 2020. Він поєднує три цілі в одному підході: стійкість, мобільність і цифровізація [1]. При цьому в Україні спостерігається відставання впровадження концепцій розвитку стійкого транспорту у містах: тільки розпочинається розробка та впровадження планів стійкої міської мобільності на постійній основі, міські органи влади починають знайомитися з цим підходом і усвідомлювати необхідність змін. Для порівняння, у європейських містах плани стійкої міської мобільності почали впроваджувати починаючи з 2005 [2]. Звісно, наразі пріоритети країни повністю змінилися у зв'язку з війною, але питання відновлення та розвитку транспортної інфраструктури будуть першочерговими для України одразу після перемоги. Метою дослідження є аналіз можливих викликів та перспектив розвитку і впровадженні принципів стійкого транспорту для міст України.

Виклики стійкого міського транспорту для міст України

Відповідно звіту Brundtland, під стійкістю (sustainability) розуміють розвиток, який відповідає потребам сьогодення, не ставлячи під загрозу здатність майбутніх поколінь задовольняти свої потреби. Ключова концепція полягає в тому, що стійкий розвиток повинен досягати правильного балансу між принципами соціальної відповідальності, економічної прибутковості і екологічності, отримуючи найкращий баланс для всіх [3]. Викликом для наших міст є реалізація цієї концепції: (1) відсутній чіткий вектор на національному рівні, який заохочує та сприяє розвитку підходів стійкого транспорту; (2) відсутність інформаційної кампанії, що спрямована на зміну стереотипів, як у мешканців міста, так і у транспортних операторів; (3) обмеженість фінансових ресурсів; (4) важливим є проведення експертних досліджень та формування пропозицій, які включають усіх учасників транспортного процесу зокрема мешканців міста, бізнес та місцевих органів влади; (5) потреба у фахівцях з навиками сучасних інструментів моделювання транспортних процесів, які будуть ураховувати специфіку та індивідуальність кожного міста. Кожен із цих викликів необхідно деталізувати, описувати проблеми, технології, відставання, можливості та пропозиції на стратегічному, тактичному та операційному рівнях постійно, тому що місто – це «жива» система, яка потребує безперервного управління.

Позитивний та впевнений розвиток можна спостерігати у великих містах України. Так, розробленні плани сталої міської мобільності у містах Львів (2019), Житомир (2019), Миколаїв (2019), чотири міста розпочали роботу над розробкою плану – Харків, Київ, Чернігів, Чернівці, Вінниця, Суми, Дніпро. Набирають обертів громадські організації, зокрема National Cycling Concept, Ecoaction, U-cycle, Community Organization For Quality

Transport та ін. Спостерігаємо розвиток ринку каршерингу з 2015 р., однак пропозиція значно перевищує попит. Наявним є стрімкий розвиток мікромобільності, зокрема використання електросамокатів, гіроскутерів та ін., але є потреба у розвитку інфраструктури та правил регулювання. Велика увага приділяється питанням планування міського простору зокрема розвиток інфраструктури «біля дому»: магазини, дитячі майданчики, поштомати, зелені зони тощо. Але при цьому потребують уваги питання підвищення якості послуг громадського транспорту. Також суттєвим питанням є регулювання міської логістики. В Україні немає проєктів міської логістики, майже відсутні дослідження цього питання, але варто зазначити, що масштаби проблеми поки що не такі високі, як у європейських містах [4–6].

Передумовою формування стійкого розвитку транспорту у містах України є необхідність не тільки затверджувати транспорту стратегію, а сумлінно покроково її втілювати у містах. Наблизитись до стійкого розвитку можливо за рахунок підвищення обізнаності про політику стійкого міського транспорту ЄС зокрема через освіту, проєкти та наукові дослідження. Потужними можливостями є участь у європейських проєктах Erasmus+, CIVITAS, EiT Urban Mobility, COST. Зокрема, цікавою можливістю для студентів технічних спеціальностей є можливість брати участь у проєкті Erasmus+ Jean Monnet Module «Політика стійкого міського транспорту в Європі» [7].

Перспективи розвитку

Першочерговими завданнями є вирішення всіх питань, що вище перелічені. Але зважаючи на тривалість війни та найскладніші умови, необхідно продовжувати поширювати політику ЄС та практики сталого розвитку серед усіх ключових стейкхолдерів міста, що дозволить бути обізнаними щодо стійкої транспортної системи та продовжувати політику ЄС у містах України. Це потрібно запроваджувати на всіх рівнях: громадяни, бізнес, місцева влада. Окрему увагу слід приділити підготовці фахівців транспортних технологій за сучасними освітніми програмами. Також окремим завданням для місцевих органів влади є адаптація транспортної системи під виконання основних функції під час війни.

Після перемоги нагальним питанням є розвиток інфраструктури. Необхідність оновлення транспортної інфраструктури з урахуванням стратегії сталого розвитку відповідно SDGs. Для цього потрібне відповідне фінансування, експерти та «розумні» технології. При цьому невідкладним є обґрунтована пріоритеризація проєктів післявоєнної розбудови. Необхідно враховувати ризик руйнування інфраструктури внаслідок можливих воєн під час розробки нових проектів реконструкції та адаптувати місто до потреб людей з обмеженими можливостями. Незважаючи на катастрофічні наслідки, які приносить війна, у країні є унікальний шанс скористатися міжнародною підтримкою та розвивати стійкий транспорт, уникаючи відомих прогалин.

Список літератури

1. One approach for sustainability, mobility and digitalisation. The Federal Government. https://www.bundesregierung.de/breg-en/news/faq-eu-transport-council-1805708.

2. Mobility Plans. The Urban Mobility Observatory. https://www.eltis.org/mobility-plans/11-what-sustainable-urban-mobility-plan

3. The Triple P Model, eco-efficient value creation, and the circular economy Sustainability Impact Metrics. https://www.ecocostsvalue.com/mission/5572-2/the-triple-p-model-and-evr/

4. Оцінювання заходів міської логістики: моделювання потоку вантажних транспортних засобів : монографія / М. В. Ольхова, Д. М. Рославцев. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 99 с.

5. Olkhova, M., Roslavtsev, D., Comi, A., Plyhun O. (2023) Efficiency Assessments of the Parking and Time Restrictions Implementation in Kharkiv by Applying the Logistics Sustainability Index Methodology. Smart Technologies in Urban Engineering. Lecture Notes in Networks and Systems Proceedings of STUE-2022. Kharkiv, vol. 536. Springer. p. 795 – 806.

6. Olkhova M., Roslavtsev D., Galkin A. (2021) The Comparative Method of Assessing City Logistics Measure. In: Sierpiński G., Macioszek E. (eds) Decision Support Methods in Modern Transportation Systems and Networks. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 208. Springer.

Erasmus+ Jean Monnet Module: Політика стійкого міського транспорту в Європі. Режим доступу: https://www.facebook.com/sutran2022

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМЕРЦІЇ «ОСТАННЬОЇ МИЛІ» В МІСЬКІЙ ЛОГІСТИЦІ

Інна ОСАДЧУК[1], асистент

[1]Національний транспортний університет (Україна)

Ключові слова: електронна комерція, міська логістика, логістика «останньої милі», он-лайн замовлення.

Вступ

У сучасному світі Інтернет впливає практично на всі аспекти діяльності компаній. Розвиток електронної комерції (ведення бізнесу в Інтернеті) призводити безпосередньо до інтеграції логістичних підприємств в електронний інформаційний потік. Тому, плануючи майбутню сталу транспортну систему, важливо враховувати можливі наслідки динаміки розвитку електронної комерції (e-commerce) [1].

Основні логістичні проблеми електронної комерції, спрямовані на роздрібних одержувачів та зосереджені на останньому етапі доставки, викликаючи проблеми, відомі як проблема «останньої милі».

«Логістика останньої милі» – це кінцевий та найважливіший етап ланцюга постачання, який спрямовує акцент на тому, щоб забрати замовлення зі складу і вчасно доставити його до замовника, магазину або конкретного пункту отримання [2].

При аналізі функціонування логістики на останній милі сьогодення важливо знати і використовувати безліч нових доступних інструментів, оскільки електронна комерція перебуває у фазі постійного зростання, а Інтернет-продавці у конкуруючому середовищі.

Збільшення обсягу онлайн-замовлень веде за собою вдосконалення логістики останньої милі у багатьох компаніях України та Світу в цілому.

Мета роботи

Віддаленість логістичних терміналів від густонаселених міст, впливає на збільшення відстаней, які потрібно подолати, щоб задовольнити потреби міського населення, в той час як населення залишається зосередженим у центрі міста. Доставки електронної комерції в основному характеризуються доставками окремим особам. Основною складністю цих поставок є відсутність одержувача. Це змушує транспортних операторів проходити вдруге чи втретє ланцюг доставки, що призводить до значних втрат часу. Відповідно, це тягне за собою додаткові витрати. Таким чином, доставка «останньої милі» є однією з перешкод для розвитку доставки електронної комерції. Ось чому створення пунктів прийому є одним із можливих рішень цих високих витрат на розподіл у містах.

Виклад основного матеріалу

Електронна комерція перебуває у фазі постійного зростання та сприяє розвитку логістичного ринку транспортних послуг. Для будь якого он-лайн середовища електронної

комерції з точки зору клієнта, можна виділити в загальному випадку наступні найважливіші переваги [2]: доступність до замовлення 24/7; доставка додому / відсутність необхідності їздити в магазин; простота порівняння пропозицій; привабливі ціни; легкість пошуку рідкісних / спеціалізованих товарів; значна кількість інформації про товари; більший асортимент, ніж у традиційних магазинах; право повернення будь яких покупок, зроблених «на відстані».

Міська популяція має тенденцію постійного зросту, разом з нею збільшується щільність населення в містах, тому за останні десятиліття міська логістика була спрямована на вирішення основних проблем міського розподілу вантажів, вивчаючи їх рух у міських районах і пропонуючи рішення для зменшення заторів та витрат на доставку до кінцевого он-лайн споживача [3]. За прогнозами ОНН до 2050 року майже 10 млрд людей на планеті житимуть в містах [4]. Разом із збільшенням кількості людей, зростає і обсяг товарів, які рухаються містами. Так, наприклад, аналізуючи дані Global-e за перше півріччя 2020 року, електронні продажі по всьому світі збільшились близько 20 %. У США кожен п’ятий долар припав на он-лайн продажі, а загальне зростання он-лайн продажі в порівнянні з попереднім роком склало близько 45%. В цей час, Україна зайняла перше місце у Східній Європі за рівнем зростання електронної комерції, зі зростанням он-лайн продаж на 50% [5], що в свою чергу спонукає для детального обстеження в сучасних умовах розвитку e-commerce логістики безпосередньо в міських умовах. Так, наприклад, опитування, проведене в деяких європейських країнах (Лондон, Париж, Мадрид, Мілан) та аналіз їх ринків у 2017 та 2018 році, показало, що очікування споживачів швидкої доставки зростають. Тому, як наслідок, навіть за рахунок на значно високих орендних ставок, міські склади постійно знижують вартість саме останньої ланки доставки у порівнянні з розподільчими центрами, які розташовані за межами міст [6]. Це пояснюється тим, що використання міських складів значно скорочує затрати на заробітну плату водіїв, витрату палива, економії загальних транспортних витрат, та оптимізує використання автомобілів, що в загальному аспекті суттєво скорочує час на доставку. Як наслідок, за спостереженнями функціонування електронної комерції видно, що скорочення міської логістики на 20 хвилин дозволяє економити до 2 млн. євро на рік (або 4 млн. євро на рік, наприклад, у Парижі [7].

Логістика «останньої милі» - це новий напрямок досліджень, інтерес до якого зростає з боку вчених і практиків, особливо протягом останніх п’яти років. Швидке зростання в основному зумовлене зростанням урбанізації та зростанням населення, розвитком електронної комерції, зміною поведінки споживачів, інноваціями та зростанням уваги до сталого розвитку. Існує багато визначень логістики «останньої милі», однак загальна думка полягає в тому, що вона стосується останньої ділянки ланцюга постачання від останнього центру розподілу до бажаного пункту призначення одержувача. Останню милю часто описують як одну з найдорожчих, неефективних і забруднюючих частин ланцюга поставок з рядом проблем для великих і малих компаній: можливість доставки на наступний день, недоступні зони доставки, погодні умови і багато іншого [8].

Для забезпечення ефективної роботи останньої милі, як правило, використовують наступні технологічні досягнення [9]:

1. аналіз інформації – для ефективної логістики останньої милі, скорочення термінів доставки, зменшення кількості помилок;
2. використання маршрутизаторів – програмне забезпечення для управління та планування маршрутів;
3. краудсорсінгова доставка – замовлення з інтернет-магазину або ресторану здійснюють сервіси, що працюють з непрофесійними кур'єрами (для невеликих міських підприємств);
4. виділення додаткового часу для складу, в якому завжди є переповнений док, або за місцем проживання клієнта – вирішальна роль в підвищенні рівня обслуговування клієнтів;

5. використання ПО для відстеження відвантаження – є одним з найбільш ефективних способів для підвищення довіри клієнтів до операцій доставки

6. використання можливості прогнозної аналітики – для вирішення проблемам масштабного впровадження рішень останньої милі, хороша прогностична аналітика може запропонувати розуміння для кожного етапу доставки, від вибору транспортних контейнерів до розподілу запасів між складами;

7. впровадження технології керування водіями – технологія керування водіями є стандартною в транспортній галузі. Вимагає значних капіталовкладень, так як зазвичай передбачає оснащення транспортних засобів пристроями GPS;

8. скорочення останньої милі – для підприємств роздрібної торгівлі з точним розташуванням магазинів самовивозу перевагою є швидкість отримання замовлення, а для децентралізованої моделі, яка розширює свою діяльність, використовують безліч невеликих складів у великій кількості місць.

Управління міським вантажним транспортом – це не лише турбота про навколишнє середовище, а і безпека на дорозі та сталість розвитку міст. Міській владі необхідно співпрацювати з постачальниками логістичних послуг, щоб розробити інтегровані концепції, які узгоджують пропозицію з іншими елементами міського життя. Дослідження вимагає більшої уваги до логістики в міському плануванні та співпраці для створення нових ідей [9].

Наявність міського специфічного сегмента транспортного ланцюга останньої милі є однією з головних особливостей мобільності товарів у великих містах. Цей міський сегмент має власні особливості, оскільки проїзд через термінал у більшості випадків означає трансформацію форм мобільності. Однією з основних характеристик вантажних перевезень у великих містах порівняно з меншими містами є часто поширене проходження товарів через термінал під час їх транспортування. Таким чином, перед доставкою в міську зону (або відправкою з цієї міської зони) товар має всі шанси пройти через логістичний термінал (кросс-докінг-термінал), іншими словами, вузлову точку, в якій товар буде доставлений, де переміщується з одного транспортного засобу в інший, і часто піддається певним операціям (зберігання, пакування, тощо).

Те саме стосується доставки товарів, замовлених он-лайн. Ці товари готуються на логістичному терміналі перед їх остаточною доставкою клієнтам. Зміни в розташуванні цих терміналів безпосередньо вплинуть на відстані та маршрути транспортних засобів для доставки в міські райони.

Лідери ринку електронної торгівлі та доставки вже привчили клієнтів отримувати свої замовлення швидко і в більшості випадків безкоштовно. Тому споживачі очікують такого ж рівня сервісу і від всіх інших гравців на ринку. Витрати по забезпеченню «безкоштовної доставки» лягають на продавця і перевізника та «зашиваються» у вартість покупок. Якщо є необхідність доставити багато товарів низької вартості, то виникає «проблема останньої милі», коли для відправника «безкоштовна доставка» вже не є рентабельною [4].

За даними Business Insider вартість доставки «останньої милі» становить 53% від усіх логістичних витрат. Крім того, що це найдорожча частина доставки, вона ще й найбільш трудомістка.У той час як витрати на весь процес виробництва і продажу продовжують стрімко знижуватися, вартість доставки останньої милі зростає і буде зростати в майбутньому. Як результат, клієнти будуть вимагати ще швидшу і прогнозовану доставку. Покупців, товарів, і автомобілів буде стає все більше. Все це призведе до погіршення трафіку і до експоненціального зростання вартості доставки останньої милі. У цій ситуації бізнес буде змушений шукати альтернативні методи доставки. Це і є виклик, і можливість для розвитку і впровадження інновацій [4].

Висновки

Так як, сучасне місто це логістичний транспртно-інформаційних вузол, а швидкість та інтенсивність процесів часто досягають свого піку – великі міста страждають від перевантаження транспортної системи, що призводить до заторів та затримок.

За різними оцінками третину трафіку в місті припадає на вантажний автотранспорт. Ринок електронної комерції зростає. За даними ipost приріст ринку доставки в Україну в 2020 році складе 30%. На локальну доставку всередині міст припадає близько 17 млн посилок. Це означає, що в містах буде ставати все більше автомобілів і жителям доведеться стояти в заторах разом зі своїми посилками [4]. Тому, покращення сервісу останньої милі створює величезну конкурентну перевагу. Також поступово змінюються цивілізаційні цінності і пріоритети міського жителя: в якому місці ми живемо, яким повітрям дихаємо, як виробляємо товари, які споживаємо, як переміщаємося самі і як транспортуються наші покупки [4].

Отже, можна зробити висновок, що швидкість, своєчасність, прогнозованість, клієнтоорієнтованість і екологічність є основними вимогами сьогодення клієнтів та визначають фактично ринок доставки останньої милі, а якісна «доставка останньої милі» – ключ до задоволення споживача.

Список літератури

1. Fredrik Pettersson, Lena Winslott Hiselius & Till Koglin (2018) E-commerce and urban planning – comparing knowledge claims in research and planning practice, Urban, Planning and Transport Research, 6:1, 1-21, DOI: 10.1080/21650020.2018.1428114.
2. Дослідження ACCENTURE показує, як розвиток інтегрованої доставки на останній милі впливатиме на міську логістику *Logist. FM* веб-сайт. URL: https://logist.fm/news/doslidzhennya-accenture-pokazuie-yak-rozvitok-integrovanoyi-dostavki-na-ostanniy-mili (дата звернення 10.11.2022).
3. Ефективна логістика останньої милі *Trans.eu* веб-сайт. URL: https://www.trans.eu/ua/blog/tfc/logistyka-ostannio-myli/ (дата звернення 10.11.2022).
4. Jesus Gonzalez-Feliu, Bruno Durand, Dina Andriankaja. Challenges in last-mile e-grocery urban distribution: have new B2C trends a positive impact on the environment?. Environmental issues in supply chain management – new trends and applications ed. P. Golinska and C.A. Romano, Springer Verlag, Amsterdam, Series: EcoProduction - Environmental Issues in Logistics and Manufacturing, 2012. hal-01770405.
5. «Нестерпна легкість» доставки в місті або чому логістика - це новий рітейл RETAILERS веб-сайт. URL: https://retailers.ua/uk/news/mneniya/11102-nevyinosimaya-legkost-dostavki-v-gorode-ili-pochemu-logistika--eto-novyiy-riteyl (дата звернення 14.11.2022).
6. Жалдак Г.П. Сучасні реалії розвитку логістики та електронної комерції. Україна. веб-сайт. URL: http://confmanagement.kpi.ua/proc/article/view/231025
7. Логістика останньої милі: 10 хвилин дають економію в 1 млн євро Logistics in Ukraine веб-сайт. URL: https://logistics-ukraine.com/2020/03/04/логістика-останньої-милі/#more-1757 (дата звернення 14.11.2022).
8. Framework of Last Mile Logistics Research: A Systematic Review of the Literature /John Olsson , Daniel Hellström and Henrik Pålsson/Lund University, Sweden, December 2019. DOI:10.3390/su11247131.
9. 9 способів поліпшити логістику останньої милі *Filian* веб-сайт. URL: https://fialan.ua/ua/news/vagno-znat/9-sposobiv-polipshiti-logistiku-ostannoji-mili/ (дата звернення 13.11.2022).

УПРАВЛІННЯ РІВНЕМ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ МІСТ ШЛЯХОМ МОДЕЛЮВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Євген САМОЙЛЕНКО[1]
[1]Національний транспортний університет (Україна)

Ключові слова: управління рівенем забруднення, вуличний каньон, транспортні потоки, екологічна безпека, гранично допустима концентрація, географічна інформаційна система

Вступ

На сьогоднішній день екологічна безпека країни є невід'ємною складовою національної безпеки, визначаючи якість та комфортність умов для усіх видів людської діяльності. Основною екологічною проблемою, що впливає на стан здоров'я населення є забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом. Місто Київ має найвищий показник рівня автомобілізації в Україні, а саме 343 автомобілів на 1000 жителів. Загальний обсяг викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел у 2020 р. склав 25,5 тис. т., від пересувних майже в 9 разів більше – 225,8 тис. т. Небезпека забруднення атмосфери транспортними потоками полягає в їх приземному розташуванні, що призводить до накопичення та перевищення концентрацій забруднюючих речовин в безпосередній близькості до життєдіяльності людей. Оцінка та прогнозування рівня забруднення атмосфери міст дозволить вчасно виявляти області з високим рівнем забруднення та своєчасно проводити природоохоронні заходи [1].

Мета роботи

Оцінка стану забруднення атмосферного повітря здійснюється методом порівняння фактичних концентрацій забруднюючих речовин з відповідними гранично допустимими концентраціями (ГДК). Виділяють максимально-разові, середньодобові та ГДК у робочій зоні.

За характеристику якості повітря в містах та виявлення речовин, що вносять найбільший внесок у забруднення атмосфери обрано комплексний індекс забруднення атмосфери (ІЗА). Комплексний індекс забруднення атмосфери дозволяє визначити у скільки разів сумарний рівень забруднення повітря кількома домішками перевищує допустиме значення.

В більшості європейських країн, США, Канаді тощо для контролю рівня забруднення атмосферного повітря використовується індекс якості атмосферного повітря (AQI). При розрахунку AQI концентрація забруднюючих речовин визначається шляхом натурних досліджень (моніторингу) або математичним моделюванням. В багатьох країнах створені національні мережі станцій контролю атмосферного повітря в режимі on-line. Моніторинг забруднення ведеться переважно за шістьма основними забруднюючими речовинами: діоксидом сірки (SO_2), завислими частинками розміром до 10 мікрон (PM_{10}), завислими частинками розміром до 2.5 мікрон ($PM_{2.5}$), оксидами азоту (NO_x), оксидами вуглецю (CO) і озону (O_3) на основі яких визначається індекс якості повітря.

Метою роботи є управління рівнем забруднення атмосфери міст шляхом моделювання з використанням сучасних геоінформаційних систем.

Виклад основного матеріалу дослідження

Моделювання рівня забруднення атмосферного повітря у вуличних каньонах визначалося на основі методології Operational Street Pollution Model. Модель заснована на гаусівському типу розсіювання забруднюючих речовин в поєднанні з характеристиками вулично-дорожньої мережі (ВДМ) міст [2]. У ній враховується метеорологічні умови, геометричні характеристики вуличних каньонів, а саме: конфігурація вулиць, ширина, висота, щільність забудов, також в моделі враховується механічна турбулентність, створена рухом транспортних засобів. В OSPM передбачається, що викиди забруднюючих речовин від транспортного потоку рівномірно розподілені по каньйону. Згідно моделі концентрація

забруднюючих речовин визначається в межах вуличного каньону і дорівнює сумі концентрації прямого розсіювання полютантів (Cd), концентрації спричиненою рециркуляцією повітря у вуличному каньоні (Cr) та міською фоновою концентрацією (Co).

Концентрація прямого розсіювання забруднюючих речовин від транспортного потоку дорівнює:

$$Cd=2QdxUsW\sigma zx \qquad (1)$$

Q – інтенсивність викидів забруднюючих речовин від “ефективного” транспортного потоку, мг/м*с;

U_s – швидкість вітру на рівні вулиці, м/с;

W – ширина вуличного каньону, м;

zx – параметр вертикальної дисперсії на відстані *x* від джерела викиду.

Наведена модель була застосована для визначення рівня забруднення вуличних каньонів, що наповнюють вулично-дорожню мережу Печерського району м. Києва. ВДМ Печерського району міста Києва налічує 377 елементарних вуличних каньонів – однорідних ділянок з забудовами між найближчими перехрестями.

На рис. 1 побудовано динаміку рівня забруднення атмосфери основними забруднюючими речовинами, а саме оксидом вуглецю та оксидами азоту в одному з найтиповіших вуличних каньонів (вул. І.Мазепи) Печерського району. Оцінка проводилася з врахуванням добової динаміки інтенсивності транспортних потоків [3].

Рисунок 1 – Динаміка рівня забруднення атмосфери оксидом вуглецю та оксидами азоту при швидкості вітру 5 м/с (вул. І. Мазепи)

Найвищий рівень концентрації забруднюючих речовин спостерігається в ранкові та вечірні періоди. Саме у ці періоди, з найбільшою інтенсивністю руху, концентрація оксидів азоту перевищує гранично допустимі значення.

На рисунку 2 побудовано середньодобовий рівень забруднення повітря оксидом вуглецю та оксидами азоту при різних швидкостях вітру. Так, на вул. І. Мазепи перевищення середньодобової концентрації оксидів азоту спостерігається при швидкості вітру 1 м/с [4].

Рисунок 2 – Середньодобовий рівень забруднення атмосфери оксидом вуглецю та оксидами азоту (вул. І. Мазепи)

Результати моделювання представлені у вигляді карти забруднення вуличних каньонів Печерського району м. Києва (рис.3). Побудова карти здійснювалася за допомогою географічної інформаційної системи (ГІС). ГІС являє собою систему збору, зберігання, аналізу та графічної візуалізації просторових даних та пов'язаної з ними інформації про необхідні об'єкти.

В ГІС використовується два види просторових даних. Дискретні дані характеризують об’єкти, що мають чіткі, однозначні межі. Ці об’єкти представлені у вигляді точок, ліній та полігонів. Континуальні дані мають справу з об’єктами, які постійно варіюються на місцевості. Ці дані не мають меж і тому мають певне значення на кожній точці території дослідження. Ці дані зазвичай представлені у вигляді растрової структури даних. Кожна ГІС використовує реляційну базу даних, яка організовує атрибутивні дані у таблиці. Кожний рядок у таблиці представляє інформацію по конкретному графічному об’єкту (такому як точка, лінія, полігон, растрова комірка або інший об’єкт). Кожна колонка представляє конкретний атрибут, наявний для всіх об’єктів [5].

Вуличні каньони на карті представлені у вигляді лінійних об’єктів, з відповідною атрибутивною інформацією (назва та тип вулиці, довжина вуличного каньону, категорія дороги, рівень забруднення відповідною шкідливою речовиною, тощо). Різним кольором відображена середньодобова концентрація оксиду вуглецю в залежності від рівня забруднення кожного з вуличних каньонів.

Рівень забруднення вуличних каньонів м. Києва оксидом вуглецю

Рисунок 3 – Карта середньодобового рівня забруднення вуличних каньонів м. Києва оксидом вуглецю при швидкості вітру 5 м/с

Отже, шляхом управління параметрами транспортного потоку та прогнозування швидкості вітру, можливо моделювати рівень забруднення атмосфери міст в різних вуличних каньонах та візуалізувати стан забруднення, шляхом побудови карт забруднення вулиць міста з використанням сучасних геоінформаційних систем.

Висновки

Таким чином, в роботі проаналізовано основні підходи оцінки рівня забруднення атмосфери міст. Моделювання рівня забруднення атмосферного повітря проводилася в однорідних елементах міської території – вуличних каньонах. На основі моделі міських каньонів (OSPM) визначено рівень забруднення вуличних каньонів Печерського району м. Києва автомобільним транспортом. За допомогою геоінформаційних систем побудована карта забруднення вулиць міста Києва. Результати дослідження дозволяють оперативно прогнозувати рівень забруднення атмосферного повітря придорожнього простору міст та управляти ним, попереджаючи екологічно небезпечні ситуації за яких концентрація забруднюючих речовин перевищує нормативні значення.

Список літератури

1. Гутаревич Ю.Ф., Зеркалов Д.В., Говорун А.Г., Корпач А.О., Мержиєвська Л.П. Екологія та автомобільний транспорт: Навчальний посібник. – К.: Арістей, 2006. – 292с.

2. R. Berkowicz, M. Ketzel, S. S. Jensen, M. Hvidberg, O. Raaschou-Nielsen, Evaluation and application of OSPM for traffic pollution assessment for a large number of street locations. Environ. Model. Softw. 2008, 23, 296. doi:10.1016/J.ENVSOFT.2007.04.007

3. Бакуліч О.О., Самойленко Є.С. Динаміка рівня забруднення урбанізованих територій. Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-

технічний збірник. 2021. Випуск 1 (48). С. 12-19. URL: http://publications.ntu.edu.ua/visnyk/48/012-019.pdf

4. Бакуліч О.О., Самойленко Є.С. Точність оцінки при розрахунку концентрації забруднюючих речовин у вуличному каньйоні. Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. 2017. Випуск№1(36). С.13-20. URL: http://publications.ntu.edu.ua/visnyk/37/013.pdf

5. Шипулін В.Д. Основи ГІС-аналізу: Навчальний посібник / В. Д. Шипулін; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. - Х.: ХНАМГ, 2012, 300 с.

РОЗРОБКА АРХІТЕКТУРИ СИСТЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ МЕГАПОЛІСУ

Олексій СТЕПАНОВ[1], д-р техн. наук, проф., Альбіна ВЕНГЕР[1], аспірант (PhD студент), Сергій МИРОНЕНКО[2], канд. техн. наук, доц.

[1]Харківський національний автомобільно-дорожній університет (Україна)
[2]Відокремлений структурний підрозділ «Одеський автомобільно-дорожній фаховий коледж Національного університету «Одеська політехніка» (Україна)

Ключові слова: інтелектуальна транспортна система, мегаполіс, транспорт, управління, стратегія.

Вступ

Високий рівень автомобілізації сучасних міст призвів до ускладнення функціонування автомобільної транспортної системи – зниження швидкості пересування автомобілів, регулярним транспортним заторам. Нездатність задовольнити заданий рівень попиту та якості на автомобільні перевезення відображається на різних сферах економіки як окремого регіону, так і країни загалом. Одним із актуальних способів вирішення транспортних проблем є впровадження інтелектуальних транспортних систем (ІТС). Ефективна реалізація об'єктів ІТС підвищує якість транспортного обслуговування населення, забезпечує безпеку дорожнього руху та перевезень, розширює можливості автоматизованої системи управління дорожнім рухом (АСУДР) та транспортної системи із задоволенням зростаючого попиту на пасажирські та вантажні перевезення, підвищує якість виконання державних функцій у транспортному комплексі регіону.

Процес застосування об'єктів ІТС є складним і трудомістким. Він вимагає побудови різних архітектур ІТС, чіткого визначення поставлених завдань (потреб користувачів), складання бази даних.

Стрімке збільшення чисельності населення в містах та ускладнення їх соціально-економічних систем зумовлює перехід міста до більш складної форми розселення – мегаполісу. У термінології Організації Об’єднаних Націй мегаполіс являє собою найкомпактнішу форму поселення, що утворюється при зростанні великої кількості сусідніх міських агломерацій [1]. Мегаполісами вважають такі міста як Нью-Йорк, Токіо, Київ, Харків та інші.

Мета роботи

Процеси урбанізації мегаполісів істотно впливають на якість функціонування їх транспортних систем. Це стосується факторів сталого зростання мобільності міського населення, попиту на перевезення та доступності транспортних послуг для всіх груп населення, тому забезпечення сталого розвитку транспортної системи мегаполісу є

серйозним науковим завданням, актуальність якого наголошується в Національній транспортній стратегії України на період до 2030 року [2], а також у плані заходів з реалізації Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року.

Тому треба розробити архітектуру системи організації транспортної системи мегаполісу яка може бути інтегрована в узагальнену систему управління мегаполісом.

Формування логіко-алгебраїчної структури системи

Розробку системи організації та розвитку транспортної системи мегаполісу доречно розпочати з формування її логіко-алгебраїчної структури (Θ), що включає підсистеми: учасник – [P], мегаполіс – [M], транспорт – [T], функціонал управління – [F] та реляційний регулятор узгодження – [$\sum$]. Формально систему організації та розвитку транспортних засобів системи мегаполісу задамо виразом (1), а графічно представимо на рисунку 1:

$$\theta \ni \begin{cases} \left\langle \begin{matrix} [P] \\ [M] \\ [T] \end{matrix} \right\rangle : \left| [M] \right| \ni \left([T] \ni [P] \right) \\ [\Sigma]_{[F]} \cup \left(\left\langle \begin{matrix} P \\ EV \end{matrix} \right\rangle \wedge \left\langle \begin{matrix} M \\ EV \end{matrix} \right\rangle \wedge \left\langle \begin{matrix} T \\ EV \end{matrix} \right\rangle \wedge \left\langle \begin{matrix} F \\ EV \end{matrix} \right\rangle \right) \\ \left\langle \begin{matrix} P \\ EV \end{matrix} \right\rangle \nabla \left(I_{[P]} \right); \left\langle \begin{matrix} M \\ EV \end{matrix} \right\rangle \nabla \left(I_{[M]} \right); \left\langle \begin{matrix} T \\ EV \end{matrix} \right\rangle \nabla \left(I_{[T]} \right); \left\langle \begin{matrix} F \\ EV \end{matrix} \right\rangle \nabla \left(I_{[F]} \right) \\ \left\langle \begin{matrix} F \\ EV \end{matrix} \right\rangle \nabla \left(\left\langle \begin{matrix} P \\ EV \end{matrix} \right\rangle \wedge \left\langle \begin{matrix} M \\ EV \end{matrix} \right\rangle \wedge \left\langle \begin{matrix} T \\ EV \end{matrix} \right\rangle \right) \end{cases}, \qquad (1)$$

де підсистема [F] = (f_μ, f_Γ, f_ρ, f_κ) включає оператори: вимірювання – f_μ, регулювання – f_Γ, планування – f_ρ та контроль – f_κ;

$I_{[P]}$ – безліч індикаторів розвитку підсистеми учасник,

$I_{[M]}$ – безліч індикаторів розвитку підсистеми мегаполіс,

$I_{[T]}$ – безліч індикаторів розвитку підсистеми транспорт;

$I_{[F]}$ – безліч індикаторів розвитку підсистеми функціоналу управління;

$\begin{matrix} P \\ EV \end{matrix}$ - полюс розвитку підсистеми учасник;

$\begin{matrix} M \\ EV \end{matrix}$ – полюс розвитку підсистеми мегаполіс;

$\begin{matrix} T \\ EV \end{matrix}$ – полюс розвитку підсистеми транспорту;

$\begin{matrix} F \\ EV \end{matrix}$ – полюс розвитку підсистеми функціоналу керування.

Рисунок 1 – Структурна схема системи організації та розвитку транспортної системи мегаполісу

Стрілки, що виходять із підсистеми реляційного регулятора узгодження та перетинають підсистеми системи організації та розвитку транспортної системи мегаполісу [*P*], [*M*], [*T*], [*F*] у напрямку відповідних полюсів – $\overset{P}{EV}$, $\overset{M}{EV}$, $\overset{T}{EV}$, $\overset{F}{EV}$ означають раціональний безперервний процес розвитку елементів системи.

Перспективу розвитку при цьому визначають інтегральні індикаторні множини $I_{[P]}$, $I_{[M]}$, $I_{[T]}$, $I_{[F]}$ відповідної пари «підсистема» → «полюс». Формально процес розвитку системи організації та розвитку транспортної системи мегаполісу інтерпретується виразом (2):

$$\theta \xrightarrow{[\Sigma],[F]} EV \begin{cases} P \xrightarrow{I[P]} EV \\ M \xrightarrow{I[M]} EV \\ T \xrightarrow{I[T]} EV \\ F \xrightarrow{I[F]} EV \end{cases}, \qquad (2)$$

Запропонована архітектура узгоджується з інтелектуальними моделями систем управління міських транспортних систем та транспортно-логістичних систем [3] та може бути інтегрована до узагальненої системи управління мегаполісом [4]. Подібна інтеграція дозволить перейти до побудови якісно нових та ефективніших систем інтелектуального управління [3], порівняно з [3, 4] та усунути невизначеності процесу організації та розвитку міського середовища.

Висновки

Наведено опис зовнішньої структури системи організації та розвитку транспортної системи мегаполісу, яка логічно пов'язує процес розвитку транспортної системи та мегаполісу, а також дозволяє проводити аналіз їх компонент з урахуванням розширення структури останніх. Розкрито функції, що входять до складу системи організації та розвитку транспортної системи мегаполісу підсистем.

Представлено логіко-алгебраїчний опис внутрішньої структури системи організації та розвитку транспортної системи мегаполісу. Задля більшої однорідності структури її підсистем запропоновано реляційний фільтр селективного аналізу індикаторного комбінаторного розширення зв'язків. Представлена формалізація системи дозволяє здійснити процес управління організацією та розвитком систем транспорт, мегаполіс та учасник на відміну від існуючих за допомогою вбудованого регулятора реляційного узгодження.

Аналіз закордонного досвіду дозволив виявити основні засади успішної реалізації проектів інтелектуальних транспортних систем. Принцип первинності побудови архітектури ІТС – використання системного підходу, що дозволяє уникнути потенційних складнощів у розробці інтелектуальних транспортних систем. Завдяки архітектурі забезпечується узгодженість роботи підсистем управління дорожнім рухом на будь-якому рівні. Архітектура ІТС поєднує у собі всі інструменти, що вирішують проблеми руху транспортних потоків. Завдяки архітектурі забезпечується узгодженість роботи підсистем управління дорожнім рухом на будь-якому рівні.

Список літератури:

1. Абрамова Л. С., Ширин В. В., Птица Г. Г. Анализ методов определения показателей безопасности дорожного движения. Вестник ХНАДУ, вып. 69. 2015. С. 118–123.

2. Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 30 травня 2018 року № 430-р. Київ, 2018. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80#Text (дата звернення 11.11.2022)

3. De Pina Filho Armando Carlos, De Pina Aloisio Carlos. Methods and Techniques in Urban Engineering. Brazil : InTech, 2010. 270 p.

4. Batty M., Axhausen K. W., Giannotti F., Pozdnoukhov A. eds. Smart cities of the future. The European Physical Journal Special Topics, 2012. Vol. 214, iss. 1, P. 481–518.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ І КОНСТРУКТИВНИХ ФАКТОРІВ НА ТРАНСПОРТНУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ВИКИДИ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН АВТОБУСІВ ДЛЯ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Ірина ФЕДОРЕНКО[1] аспірант,

[1]Національний транспортний університет (Україна)

Ключові слова: транспортна енергоефективність, викиди шкідливих речовин, автобус, електробус, міські пасажирські перевезення.

Вступ

Сучасний стан рухомого складу для здійснення міських пасажирських перевезень в Україні характеризується високим рівнем морального та фізичного зносу. Існуючі методи обґрунтування вибору автобусів для здійснення міських пасажирських перевезень є спрощеними та недосконалими, не придатними до високотехнологічного розвитку транспортних технологій. Вони не враховують: основні конструктивно-технічні характеристики автобуса; параметри його експлуатації. Для придбання нових автобусів основним фактором є ціна транспортного засобу, такий підхід є недосконалим. Існуючі методи не дозволяють комплексно обґрунтувати автобуси з точки зору їх енергоефективності та екологічної безпеки на етапі вибору для наданих маршрутів. [1]

Автомобільний транспорт є основним джерелом забруднення повітря у великих містах. Шкідливі речовини, під час експлуатації автотранспорту потрапляють у повітря з вихлопними газами, випарами з паливних систем, а також під час заправки автомобіля паливом. На сьогодні викиди забруднювальних речовин автомобільним транспортом у середньому за рік становлять близько 5,5 млн т, це біля 39 % усього обсягу шкідливих викидів в Україні. Левова частка забруднень припадає на великі міста. У деяких з них відсоток забруднення повітря вихлопними газами часом досягає 70 – 90 % загального рівня забруднень. Однією з серйозних проблем є те, що більш як 20 % автотранспортних засобів експлуатується в Україні з перевищенням встановлених нормативів умісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах.[2]

Саме тому є необхідність у новому підході до комплексного аналізу транспортної енергоефективності і викидів шкідливих речовин автобусів для міських пасажирських перевезень, що і представлено у даному дослідженні.

Метою роботи є комплексний аналіз впливу експлуатаційних і конструктивних факторів на транспортну енергоефективність міських пасажирських перевезень і викиди шкідливих речовин на основі тестового моделювання функціонування автобусу як ресурсно-технічного засобу автотранспортної технології.

Виклад основного матеріалу дослідження

Для дослідження використано метод симулятовно-еволюційного моделювання багатофазного руху автобусуу маршрутно-адаптованих тестових операціях, що дозволяє проводити одно параметричний та багато параметричний аналіз впливу експлуатаційних та конструктивних факторів на транспортну енергоефективність і викиди шкідливих речовин автобуса при адаптовно-дискретному русі на типовому для міста Києва маршруті (l=550m →*const*) [3]. Дослідження проведено на основі технічних даних автобуса МАЗ 103 [4].

Показник транспортної енергоефективності – це відношення транспортної енерговіддачі даного автобуса у тестовій операції ρ до транспортної енерговіддачі $\rho_{ет}$ еталонного автобуса у еталонній операції [2]. Модель цього показника можна представити у двох формах :

$$Пе=ет=KvстKe(Kq)(q+ст)\rightarrow max, \quad \textit{або} \quad Пе=ет= ст(q+ст)*Per(Peq)\rightarrow max \qquad (1)$$

де: Kv - коефіцієнт швидкості (відношення середньої швидкості автобуса в тестовому циклі до швидкості еталонного автобуса);
$\gamma_{ст}$ - коефіцієнт статичного використання пасажиромісткості автобусу;
Ke - енергетичний коефіцієнт пробігу (відношення енерговитрат даного автобуса в циклі до енерговитрат еталонного автобуса, який рухається з постійною еталонною швидкістю);
η_q - коефіцієнт спорядженої маси автобуса.

Формулу (1) можна розраховувати в двох варіантах: а) для аналізу енергетичної ефективності автобусу використовують значення (Ke, Per); б) для аналізу паливної ефективності автобусу використовують значення (Kq, Peq).

Для подальшого аналізу транспортної енергоефективності автобуса використано математичні моделі коефіцієнтів енергоефективності АТЗ в тестовій операції – Per (Per = Kv/Ke) і паливної ефективності АТЗ – Peq (Peq=Kv/Kq), Kq - паливний коефіцієнт пробігу (відношення витрати палива даного автобуса в циклі до витрати палива еталонного автобуса, який рухається з постійною еталонною швидкістю).

Показником інтенсивності фазових машинних процедур транспортної технології TB_i у багатофазної тестової операції називається відношення дискретної транспортної роботи автобусу $W_i(\Delta l)$ *у i-ї* фазі операції , яка відповідає фазовому пробігу АТЗ Δl_i, до величини квадратичного імпульсу сили тяги автобуса $P_{mi}\Delta t_i$ в цієї фазі [5,6]:

$$TBi=Wi(\Delta l)Pmiti2 \rightarrow max, \quad (2)$$

де: P_{mi} –середня сила тяги автобусу в *i-ї* фазі операції;
Δt_i – час руху автобусу в *i-ї* фазі операції;

Показником інтенсивності операційних машинних процедур транспортної технології ТВС у багатофазної тестової операції:

$$TBC= 1=1nфTBi*li1=1nфli\rightarrow max \quad (3)$$

де: li – довжина пробігу автобусу в і-й фазі, м;
nф – кількість фаз руху автобуса в тестовій операції.

Проведено аналіз впливу максимальної потужності двигуна автобуса (N, к.с.) на величини коефіцієнтів енергоефективності (Per) і паливної ефективності (Peq) у тестової операції (рис. 1). При цьому величини максимальної потужності (N, к.с.) змінюються в межах - 20%, + 30% від базової потужності, що задана в технічних характеристиках автобуса.

Рисунок 1 – Графік залежності впливу максимальної потужності (N, к.с.) двигуна автобусу МАЗ 103 на величини коефіцієнтів енергоефективності (Per) і паливної ефективності (Peq)

Встановлено, що величини коефіцієнтів енергоефективності (Per) і паливної ефективності (Peq) мають лінійну спадаючу залежність і зменшуються на 28,22% і на 42,85% відповідно, з зростанням максимальної потужності двигуна автобуса (N, к.с.).

На рисунку 2 наведено залежність коефіцієнтів енергоефективності (Per) і паливної ефективності (Peq) від коефіцієнту використання пасажиромісткості (γ_{cm}). Значення показника енергоефективності (Per) зростає зі зростанням значення коефіцієнту використання пасажиромісткості (γ_{cm}) на 5,3%, для коефіцієнту паливної ефективності (Peq) – 8,77%.

Рисунок 2 – Графік впливу коефіцієнту використання пасажиромісткості (γ_{cm}) автобусу МАЗ103 на величини коефіцієнтів енергоефективності (Per) і паливної ефективності (Peq),

Проведено аналіз впливу конструктивних та експлуатаційних факторів на викиди шкідливих речовин автобусу МАЗ 103 з дизельним двигуном, дослідження проводили для різних фаз руху автобуса (розгін, сталий рух) та для циклу їздки. В джерелі [7] визначено токсичні викиди та їх склад, спираючись на дані витрат палива. У дані роботі враховано адаптивно-дискретний рух між зупинками при розрахунку викидів шкідливих речовин. Для визначення значення мас викидів шкідливих речовин при різних режимах руху використовується методика [7]. Для визначення різних компонентів викидів шкідливих речовин при адаптивно-дискретному русі необхідні показники витрати енергії і середньої потужності потоку енергії адаптивно-дискретного руху між зупинками. Сукупні споживані енерговитрати адаптивно-дискретного руху автобуса (4) представлені у таблиці 1 (сукупні споживані енерговитрати адаптивно-дискретного руху автобуса в циклі руху Ас, при розгоні Ар та в сталому русі Av_1).

$$Ai = Ncepi * Ti, \text{ кВт*год} \quad (4)$$

де Ncepi– потужність потоку енергії при адаптивно-дискретному русі, кВт; T_i– витрати часу, с.

Таблиця 1 – Сукупні споживані енерговитрати адаптивно-дискретного руху автобуса залежно від опору кочення автобуса (FOK)

FOK	0,012	0,014	0,016	0,018	0,02	0,022
Ас, кВт*год	1,766	1,774	1,701	1,831	1,840	2,000
Ар, кВт*год	0,715	0,726	0,737	0,464	0,761	0,774
Av1,кВт*год	0,201	0,201	0,180	0,211	0,211	0,250

Проаналізовано вплив радіусу колеса (rk) автобуса на викиди шкідливих речовин оксиду вуглецю CO, вуглеводнів HC, оксидів азоту NOx, при розгоні, сталому русі, циклі тестової операції. На рисунку 3 представлено залежність викидів CO від радіусу колеса (rk)

автобуса МАЗ 103 для фаз розгону (СОр), сталого руху (СОср) та циклу (СОс) тестової операції.

Рисунок 3 – Графік залежності викидів оксиду азоту СО від радіусу колеса (rk) автобуса МАЗ 103 для фаз розгону, сталого руху та циклу тестової операції.

На рисунку 3 представлено графік впливу радіусу колеса автобуса (rk) на викиди оксидів азоту СО. Незалежно від радіусу колева автобуса викиди СО при розгоні є вищими ніж при сталому русі, для rk=0,57 (як зазначено в технічних характеристиках автобуса) ця різниця становить 75%.

Висновки

1. Встановлена актуальність використання технічно-еволюційного, операційно-тестового та маршрутно-адаптованого методу комплексного підвищення енергоефективності та екологічності автобусних перевезень при оновленні парку автобусів для міських пасажирських перевезень.
2. За результатами багатоваріантного моделювання встановлено взаємозв'язок між задачами формування енергозберігаючої і екологічної технології пасажирських автомобільних перевезень у містах та удосконалення методу техніко-технологічного вибору автобусів для міських маршрутів з урахуванням різних (конструктивних і експлуатаційних) факторів.
3. Отримано кількісні залежності впливу конструктивних і експлуатаційних факторів на показники транспортної енергоефективності перевезень та операційної інтенсивності машинних процедур технології автобусних перевезень.
4. Встановлено закономірності впливу конструктивних та експлуатаційних факторів на викиди шкідливих речовин (СО, НС, NOx) для режимів розгону, сталого руху та циклу тестової операції.

Список літератури

1. Закон України «Про публічні закупівлі». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/922-19#Text (Дата звернення 13.11.2022)
2. Транспортна екологія: навчальний посібник / О. І. Запорожець, С. В. Бойченко, О. Л. Матвєєва, С. Й. Шаманський, Т. І. Дмитруха, С. М. Маджд; за заг. редакцією С. В. Бойченка. К.: НАУ, 2017. – 507 с.
3. Хабутдінов Р.А., Федоренко І.О. Аналіз впливу зміни коефіцієнта використання пасажиромісткості на транспортну енергоефективність та викиди шкідливих речовин автобуса для міських пасажирських перевезень. «SWorldJournal», Болгарія Випуск №10 2021. *ISSN* 2410-6615 (Online)

4. Краткий автомобильный справочник. Том 1. Автобусы / Кисуленко Б.В. и др. — М.: НПСТ «Трансконсалтинг», 2002. — 360 с.
5. Хабутдінов Р.А., Ткаченко С. П., Піцик М. Г. Концептуальноорієнтований метод підвищення технологічної енергоефективності автобусів // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. Сєвєродонецьк. 2011. № 5 (1). С. 208-212.
6. Хабутдінов Р. А., Піцик М. Г., Ткаченко С. П. Кількісна оцінка машинних процедур транспортних технологій автобусних перевезень // Управління проектами, системний аналіз і логістика. Технічна серія. 2011. № 8. С. 207 – 209.
7. Гутаревич Ю.Ф. Екологія та автомобільний транспорт : навч. посібн. / Ю.Ф. Гутаревич, Д.В. Зеркалов, А.Г. Говорун, А.О. Корпач, Л.П. Мержиєвська. – Вид. 2-ге, [перероб. та доп.]. – К. : Вид-во «Арістей», 2008. – 296 с.

ВИКЛИКИ ТРАНСПОРТНИХ ПРОБЛЕМ МІСТА

Євген ФОРНАЛЬЧИК[1], д-р техн. наук, проф.

[1]Національний університет «Львівська політехніка»

Ключові слова: сталий розвиток, транспортна система, вулично-дорожня мережа, транспортний потік, транспортна підсистема, взаємодія

Вступ

Ми уже третій рік живемо зі сталим розвитком міст і зокрема їх транспортних систем. Які його реальні ознаки? Може він полягає у тому, що про нього (сталий розвиток) постійно пишуть (у т.ч. наукові публікації) і говорять у мас-медіа. Будь-які нові починання мають на увазі нові і великі фінансові вливання. З відомих причин у нас цього обмаль і надія як правило на зовнішні допомоги.

Мета роботи

У більшості сучасних публікацій щодо особливостей та характеристик руху транспортних потоків по вулично-дорожній мережі (ВДМ) міст ставиться за мету обґрунтування за відповідними критеріями показників, якими частково покращуються умови та режими руху. При цьому у дослідженнях використовуються відповідні сучасні програмні продукти. Однак, не зважаючи на це, і зважаючи на безупинний ріст автомобілізації, істотного покращання автомобільного мікроклімату у місті не спостерігається. Найбільше це відчутно у заторах, особливо у центральній частині. Обіцянки щодо швидкої реалізації планів сталої міської мобільності почали частково реалізуватися і лише у плані покращання дорожніх та тротуарних покрить і частково змін режимів руху. На жаль це виконується без урахування особливостей ВДМ центральної та периферійної частин міста і проїзду ними транспортних потоків без узгодження транспортної взаємодії між цими частинами. На нашу думку у серйозних наукових дослідженнях це повинно враховуватись у першу чергу.

Виклад основного матеріалу

Отже, щоб відчути сталий розвиток міста (на прикладі міста Львова), потрібно розібратися з транспортною системою його. Вона така, що постійно вдосконалюється у напрямку практичних можливостей: у периферійній частині його розширення проїжджих частин, побудова велодоріжок, адаптування до зрослих інтенсивностей транспортних потоків режимів роботи світлофорів, виділення окремих смуг для громадського транспорту і таке інше. Усе це, звісно, з обґрунтуваннями відповідної служби міської влади (у т.ч. і західних фахівців) і зважаючи на фінансові можливості. Одночасно з цим транспортна система

центральної частини міста обмежується лише підвищенням якості дорожніх покрить та змінами напрямків руху транспорту й системи сигналізації світлофорів. Як результат – істотного покращання з транспортними потоками не відбувається. Затори у цій частині міста, затримки у русі громадського транспорту (автобуси, тролейбуси) та безпека і екологічність повітряного басейну залишаються, як і було, проблемами.

Зважаючи на це, вважаємо, що, по перше, транспортну систему міста потрібно поділити умовно на транспортну підсистему центральної частини (історична забудова) з непорушною вулично-дорожньою мережею та на периферійну. Окремими дослідженнями потрібно оцінити їхні можливості і запроектувати їх взаємодію. Якщо у центральній частині уже все відпрацьовано, то периферійна з її радіальним (відносно центральної) плануванням ВДМ може піддаватися обґрунтованим цілеспрямованим діям (реконструкції, побудова нових) щодо забезпечення оптимальних транспортних трафіків. Окремі обмежені трафіки можуть пролягати через центральну частину, а основна їх маса, оминаючи центр, і, розгалужуючись по ВДМ, прямуватимуть до місць призначень.

Це перше і надзвичайно важливе завдання – визначитися з транспортними підсистемами центральної і периферійної частин міста. У цьому плані потрібно зважати не тільки на особливості планувальних характеристик ВДМ цих частин, але і на засилля великої маси транспортних засобів, які споживають гігантські маси повітря і викидають такі ж маси різних компонентів шкідливих токсичних речовин. З цих причин трафіки ТЗ через центральну частину повинні бути обмеженими. Максимальний ріст забруднення атмосфери у центральній частині міста зумовлений збігом периферійних трафіків у ній.

Щодо ВДМ на периферійній частині міста. Вона, як ішлося вище, вдосконалюється – де є можливості проїзні частини можуть поширюватися, можуть змінювати траєкторію, можуть бути винесеними за межі проїзної частини трамвайні колії, велодоріжки тощо. Усе це, звісно, з метою підвищення швидкості транспортних потоків, у т.ч. швидкості сполучення на маршрутах громадського транспорту. Для нерейкового транспорту виділяються на проїжджих частинах окремі смуги, трамвайні колії виносяться за межі цих частин. Периферійні транспортні підсистеми міста у найбільшій мірі можуть відповідати ідеї пасажироцентрованого трафіку, яку не можна віднести до центральної транспортної підсистеми. Остання обмежується (щодо громадського транспорту) пересадковими майданчиками для подальшої поїздки пасажирів за іншими напрямами трафіків. Периферійна транспортна підсистема може, крім цього, відігравати роль аналогічних майданчиків, проте лише для водіїв і пасажирів індивідуального транспорту, які на перехоплюючи стоянках можуть продовжувати свій трафік, користуючись громадським транспортом.

Щодо пішоходів, велосипедистів та електросамокатників. Власні спостереження вказують та те, що інтенсивність пересування їх у центральній частині (у місцях наявних об’єктів притягання) значно вища, ніж у периферійній. З цієї причини у центральній частині на передній план виступає актуальність забезпечення безпеки пересувань усіх учасників руху.

Актуальним залишаються затримки транспортних засобів. Наближаючись з кінця ВДМ периферійної транспортної підсистеми до центральної затримки (для усіх видів транспорту) зростають, створюючи непереборну проблему, яку можна розв’язати лише частково зважаючи на обмежені фінансові ресурси.

Алгоритмом подальших досліджень повинно стати таке. Спочатку окремо досліджується транспортна підсистема центральної частини з отриманням показників і параметрів існуючого трафіку транспортних потоків. Ці результати повинні кластися в основу, як початкові, для обґрунтування процесів вдосконалення периферійної підсистеми. Тобто, робота транспортної підсистеми центральної частини міста повинна диктувати вимоги для периферійної.

Й накінець, про взаємодію між транспортними підсистемами центральної та периферійної частин міста. Як узгодити цю взаємодію. Власне це становить головну

транспортну проблему міста. На нашу думку потрібно починати усе спочатку: досліджувати (з використанням відповідних програмних продуктів) транспортні потоки в центральній частині, зважаючи на її непорушну ВДМ, відтак у периферійній частині - з можливими обґрунтованими змінами її транспортної підсистеми (щодо наявних кількості регульованих та нерегульованих перехресть, довжин прогонів між ними, а також структури транспортних потоків, наявних та розосередженості об'єктів притягання тощо).

Висновки

Незважаючи на багаторічний досвід функціонування транспортної системи у місті воно залишається і надалі з відомими проблемами (затори, затримки, загазованість, ріст ДТП). Розв'язати їх у певній мірі можливо, дослідивши і отримавши відповідні практичні результати, за умови визнання головною (визначальною) транспорту підсистему центральної частини міста. Периферійна, з її транспортною підсистемою, розмір якої набагато більший від центральної, повинна підпорядковуватися першій.

ПЕРЕДУМОВИ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ МІСТА ДУБНО

Ігор ХІТРОВ[1], канд.техн.наук, доц.

[1]Національний університет водного господарства та природокористування

Ключові слова: громадський транспорт, стратегії розвитку, ефективність, транспортні системи

Вступ

Дієвим напрямом, який диктується умовами сьогодення, з суттєвого покращення ефективності функціонування громадського транспорту міста є впровадження інноваційних стратегій розвитку, звичайно, передбачених сталим розвитком міста. Основою для розроблення прогресивної стратегій розвитку з рамках перевезень пасажирів громадським транспортом є спільні дії (інтереси сторін) громади міста, пасажирів і перевізників.

Мета роботи

Хороший громадський транспорт сприяє більш доступним, інклюзивним та придатним для життя містам, покращуючи якість повітря, оптимізуючи використання дорожнього простору та оживляючи міські центри. Сучасні розвинені міста активно запроваджують інноваційні, інформаційні, інтелектуальні, інтегровані системи (реалізують відповідні заходи) щодо покращення використання громадського транспорту, міського простору, мобільності населення тощо [1-7]. Але це стосується також і міст, що розвиваються, зокрема м. Дубно Рівненської області [8].

Виклад основного матеріалу дослідження

Громада міста прагне до покращення екологічного стану міста, необхідності транспортних зміни (як правило, до зменшення кількості транспортних одиниць).

Пасажири прагнуть до комфортного перевезення, нижчої вартості поїздки, мінімізації часу поїздки.

Робота транспортних перевізників в першу чергу направлена на отримання максимального прибутку з одночасним зменшення всіх складових витрат на перевезення, оновлення рухомого складу.

Проаналізувавши практичний досвід зарубіжних країн та назрілих проблем покращення організації громадського транспорту [1-6] і запропонуємо інноваційну стратегію розвитку міста Дубно (рис. 1).

Рисунок 1 – Стратегічні напрями покращення організації перевезень громадським транспортом м. Дубно (за основу взято дослідження [4, 8])

Перша інноваційна стратегія розвитку передбачає вдосконалення маршрутної мережі шляхом її оптимізації. Згідно даних досліджень необхідно зменшувати кількість маршрутів руху транспорту.

Друга інноваційна стратегія розвитку передбачає перегляд структури рухомого складу перевізників, зокрема перегляду його вікового складу, загальної місткості, відповідності екологічним вимогам (відповідність сучасним нормам токсичності відпрацьованих газів), безпечності перевезень.

Третя інноваційна стратегія розвитку направлена на покращення ефективності управління перевізним процесом. Одним з напрямків є використання сучасних навігаційних комплексів, які дозволять відслідковувати маршрути руху в реальному часі, визначати пасажиропотік, вести облік пасажирів на зупинках і в громадському транспорті.

Четверта інноваційна стратегія розвитку направлена на запровадження прогресивних технологічних засобів контролю пасажирів і перевізника, наприклад, єдиного електронного квитка.

П’ята інноваційна стратегія розвитку передбачає проведення заходів з підвищення суспільного рівня безпеки в місті.

Для реалізації стратегії розвитку необхідно створити моніторинговий комітет з представників державних органів влади, громадських організацій, представників бізнесу, засобів масової інформації та інших зацікавлених осіб, котрим не байдужий розвиток міста. Першочергово, для реалізації, визначаються з ключовими завданнями та заходами, визначають відповідальних виконавців, встановлюють графіки і терміни їх реалізації, проводять оцінку заходів, тощо.

Проаналізувавши розвиток міста Дубно за період 2017-2021рр. можна відмітити значне покращення транспортної інфраструктури, зокрема і підвищенні безпеки дорожнього руху, безпеки переміщення велосипедистів, пішоходів, розвиток інформаційного забезпечення.

Громадський транспорт є ключовим елементом стійкої мобільності в містах, і його якість слід підтримувати, щоб утримати існуючих користувачів та залучити нових. Шляхи підвищення привабливості громадського транспорту включають підвищення оперативної

ефективності, узгодження тарифів і розкладу, а також покращення доступності та зручності обміну.

В рамках сучасного міста для громадського транспорт застосовують такі нововведення (табл. 1): надання інформації в режимі реального часу; запровадження єдиних транспортних пропусків та інтегрованих систем оплати квитків; покращена доступність для людей з обмеженими фізичними можливостями; вдосконалені автобусні зупинки та встановлення систем виїзного обліку; інтеграція громадського транспорту з велосипедними, паркувальними спорудами та вертикальними транспортними системами; впровадження систем безпеки; та інформаційно-просвітницькі кампанії з безпеки. Інформаційні системи можуть покращити пропускну спроможність громадського транспорту та визначити пріоритет у міру того, як стануть доступні кращі інформаційні технології. Нові інвестиції включають інформаційну інфраструктуру та модернізовані, комфортніші та доступніші автобуси.

Кілька прикладів вказують на те, що успішне просування громадського транспорту тісно пов’язане з покращенням уявлення громадськості про безпеку та безпеку системи громадського транспорту. Це стало гарячою темою, особливо в нових країнах-членах ЄС. Заходи щодо забезпечення безпеки в громадському транспорті вимагають партнерства між органами влади та операторами. У деяких випадках також потрібні юридичні зміни щодо захисту персональних даних (відеозаписів). Встановлення камер спостереження зазвичай недостатньо для досягнення цілей: діяльність зв’язку також необхідна, щоб потенційні вандали знали про нове обладнання спостереження.

Освіта та підвищення обізнаності також є важливим напрямком діяльності. Зокрема, залучення громадян до ідентифікації пішохідних зон у Любляні (Словенія) мало позитивні результати з точки зору залучення громадськості до змін інфраструктури [7]. Покращення безпеки та безпеки є постійним процесом, що вимагає постійного збору інформації та даних для реагування на конкретні виклики. Багато результатів можна буде побачити лише в середньо- та довгостроковій перспективі. Розгляд загального нормативно-правового контексту може допомогти у впровадженні заходів безпеки. Це слід враховувати у добре розробленій стратегії.

Таблиця 1 – Сучасні та інноваційні стратегічні заходи розвитку міста

Першочергові заходи			
Розумна зупинка			
Електронний квиток			
Транспортний засіб для особливих потреб			
Модернізація облаштування транспортних засобів			

Перспективні напрямки

Технологія автономного руху. Безпілотний транспортний засіб (наприклад система CityPilot)

Екологічний транспортний засіб

електричний	Водневий	Гібридний

Новаторські заходи, що покладаються на телематику, виявились корисними у здійсненні місцевої транспортної політики [7]. У кількох політичних ініціативах інтелектуальні транспортні системи (ITC) використовувались для оцінки потоку трафіку, здійснення дистанційного спостереження та надання миттєвої інформації користувачам. Знання та досвід стосовно технології ITC життєво необхідні для забезпечення безперебійного впровадження плану мобільності. Досвід показав, що досвід інших сторін може допомогти. Успіх заходів ITC також вимагає сумісності з точки зору апаратного та програмного забезпечення. Інформаційні технології включають цифрові та мобільні додатки для надання громадянам інформації в режимі реального часу, полегшення використання різних видів транспорту, залучення зацікавлених сторін до прийняття рішень та активного залучення їх до кампаній та стимулюючих програм.

Запровадження ITC досволить: вести ефективний централізований контроль і управління транспортним комплексом міста/регіону; оптимізацію процесу контролю якості послуг, що надаються в рамках муніципальних контрактів на надання послуг у сфері пасажирських перевезень; підвищення точності прогнозування при плануванні робіт з виконання контрактів на надання послуг у сфері пасажирських перевезень; можливість створення єдиної транспортної системи міста/регіону; забезпечення централізованого контролю часу і швидкості проходження маршрутів; підвищення достовірності інформації про роботу транспортного комплексу; підвищення якості транспортного обслуговування та комфортності життя населення за рахунок автоматичного контролю місцезнаходження, дотримання графіків та інтервалів руху пасажирського транспорту (забезпечення регулярності руху, зниження щільності наповнення транспорту, зниження інтервалів руху на маршрутах в «годину пік», підвищення регулярності руху транспорту, підвищення безпеки перевезень; підвищення інформованості населення про роботу громадського транспорту; оптимізацію використання бюджетних коштів; підвищення інноваційної привабливості міста або регіону; забезпечення безпеки транспорту та на транспорті.

Висновки

Таким чином:

1. Основою для розроблення прогресивної стратегій розвитку в рамках перевезень пасажирів громадським транспортом є спільні дії (інтереси сторін) громади міста, пасажирів і перевізників;

2. Впровадження і поєднання інтелектуальних та інших транспортних систем сприятиме покращенню екології, безпеки, якості і комфорту перевезень пасажирів і міського простору в цілому.

Список літератури

1. Петровська С. І. Теоретичні аспекти створення організаційно-економічної моделі якості обслуговування пасажирів міським транспортом. Вісник НТУ, 2007. Вип.14, С. 58–63.

2. Мельникова О. П., Василенко Т. Є. Модель оцінювання функціонування системи управління якістю на пасажирських автотранспортних підприємствах. Наукові праці ДонНТУ. Донецьк : ДонНТУ, 2007, С. 132-138.

3. Аулін В. В. Якість перевезень пасажирів як невід'ємна частина транспортного процесу. Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. 2008. Вип. 5, С. 80-84.

4. Філіппов В. Ю., Лазар В. А. Стратегії інноваційного розвитку міського пасажирського транспорту та їх реалізація. Економіка і суспільство. Випуск 13. 2017, С. 754-760.

5. Krishna K. Govender. Public transport service quality in South Africa: A case study of bus and mini bus services in Johannesburg / Krishna K. Govender. University of KwaZulu-Natal, Pietermaritzburg, South Africa, 2004, pp. 318–326.

6. Laura Eboli, Gabriella Mazzulla. A Service Quality experimental measure for public transport. European Transport, 2006, № 34, pp. 42–53.

7. Integrated high-quality mobility corridor. Civitas – веб-сайт. https://civitas.eu/content/integrated-high-quality-mobility-corridor.

8. Стратегія розвитку Дубенщини на період до 2020. Сайт Дубенської міської ради. http://dirada.com.ua/our-strategy/strateg-ja-rozvitku-dubenschini-na-per-o.html

ПРИКЛАДИ ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

Тетяна ХОБОТНЯ[1], канд. техн. наук, Денис ЗАЙЦЕВ[1], магістр

[1] Національний транспортний університет (Україна)

Ключові слова: інтелектуальні транспортні системи, міська логістика, транспорт, логістика, мультимодальні перевезення, планування, громадський транспорт, паркування

Вступ

Інтелектуальні транспортні системи (ІТС) можуть значно сприяти створенню більш чистої, безпечної та ефективнішої транспортної системи. Отже, ІТС стали центром низки політичних, законодавчих і технологічних ініціатив у Європі. Європейська комісія заклала законодавчу базу для прискорення впровадження цих інноваційних транспортних технологій у Європі.

Мета роботи

Допомогти особам, відповідальним за прийняття рішень у містах, та їхнім радникам зрозуміти, що потрібно враховувати, аби якнайкращим чином скористатися ІТС, які

можливості може дати і які проблеми можуть створити ІТС, і яким чином можна якнайкраще вирішити ці проблеми і скористатися цими можливостями.

Виклад основного матеріалу дослідження

Багато міст покладалися на досвід розвинутих країн у плануванні та впровадженні ІТС. Однак міста можуть розробляти власні підходи, які би відповідали їхнім власним неповторним характеристикам, оскільки вони мають унікальну можливість використати чийсь досвід і на його основі зробити різкий стрибок вперед до ефективнішого використання [1]. Деякі детальні приклади ІТС у дії, включаючи витрати та оцінки, якщо такі є:

- інформація в режимі реального часу як для громадського транспорту, так і для приватного транспорту, щоб користувачі мали найновішу інформацію про послуги, місце їх розташування, а також про інциденти/затримки та як їх уникнути. На дорогах така інформація також може підвищити безпеку;
- продаж квитків за допомогою «Smartcard» (розумна картка) в громадському транспорті, щоб надати пасажиру найкращу пропозицію для групи поїздок, які він може здійснювати в певний період часу, і надати операторам детальну інформацію про основні подорожі пасажирів. Остання інформація може бути корисною для планування послуг;
- системи керування паркуванням, щоб скоротити час пошуку паркування.

Слід зазначити, що деякі додатки ІТС залежать від супутників комунікації (рис. 1).

Рисунок 1 – Схема роботи ІТС через супутники комунікації

У більшості міст розвинутих країн надійно працюють системи єдиного електронного білета для оплати проїзду в громадському транспорті. В деяких країнах вони інтегровані на всю територію держави (або наближаються до цього), використовують єдину систему оплати для всіх видів транспорту (здебільше диференційовану за кількістю передплачених поїздок чи дальністю пересування, деякими іншими ознаками) та ще й споріднену з іншими сервісами, що надають послуги населенню. Вони дозволяють пасажиру оплатити послугу простіше, швидше і зручніше, а транспортній компанії – збільшити прибуток за рахунок підвищення точності обліку оплати проїзду, відстеження пасажиропотоку та наочності для корегування маршрутної мережі та завантаженості існуючих маршрутів. Розглянемо на прикладі картки *Oyster card* – це смарт-карта громадського транспорту, яка використовується в Лондоні (Великобританія) [2]. Він безконтактний, використовує радіочастоти для зв’язку з карткою зчитувач карток (рис. 2). Це також перший у світі квиток на громадський транспорт з обмеженням ціни – пасажири можуть використовувати його для оплати разових тарифів, але якщо грошова вартість їхніх разових тарифів за день перевищує вартість одноденного квитка, то з них стягується плата лише за цей одноденний квиток. Використання смарт-картки також надає операторам набагато кращі дані про те, як на яких поїздах і автобусах, якими можна (залежно від характеру подорожі) багато пасажирів фінансового контракту між оператором і органом громадського транспорту) здійснити розподіл дохід для операторів набагато точніший, ніж якщо є лише паперові квитки.

Рисунок 2 – *Oyster card* і зчитувач

Щоб *Oyster card* працював, усі термінали на всіх станціях метро мали бути обладнані зчитувачами карток, а квиткові автомати були встановлені на всіх автобусах і трамваях. Крім того, автомати з продажу квитків у деяких випадках мали бути обладнані для продажу або поповнення (додавання готівки) *Oyster card*. Усю цю роботу потрібно було виконати, зберігаючи існуючу технологію продажу квитків на магнітній смузі. *Oyster card* було запущено в 2003 році. У 2004 році 27% поїздок на метро в будні дні було здійснено за допомогою картки Oyster, у тому числі п’ята частина поїздок оплачувалась за одноразовими тарифами та майже половина всіх квитків на період. В автобусах 18% поїздок у будні були оплачені за допомогою картки *Oyster*. Зараз використовується 2,9 мільйона карток *Oyster card* і 2,2 мільйона подорожей щодня здійснюється. Важливо визначити вартість проекту. На розробку та впровадження *Oyster card* було витрачено 1 мільярд фунтів [1,44 мільярда євро].

Найбільші міста Європи задихаються без необхідної кількості паркувальних місць. Рятуючи місто від транспортного колапсу, влади створюють «розумні» системи парування з впровадженням ІТС.

Управління паркуванням може прагнути досягти наступного щодо паркування:

- інформувати водіїв про можливості паркування;
- допомога в розподілі та управлінні обмеженою кількістю паркувальних місць, в тому числі їх ціноутворення;
- допомога в забезпеченні паркування.

ІТС має низку можливих застосувань щодо цих цілей. Системи паркування традиційно мають пов’язані лічильники на в’їзді і виїзді з позавуличних автостоянок (які контролюють заповненість та черги) до змінних знаків повідомлень на ключових посиланнях та навколо міста чи центру міста, щоб надати поради водіям де вони, швидше за все запаркуються.

Система управління паркуванням *Dahua* – це навігаційна система, яка розроблена для завантажених і багаторівневих паркінгів, де водії часто викликані їздити колами в пошуках вільного місця [3]. Система інформування про вільні місця на парковці забезпечують супровід водіїв, в реальному часі направляючи їх до вільних місць за рівнями, зонами і смугах. Система працює з будь-яким типом чотириколісних транспортних засобів. Які проблеми вирішує дана система:

- труднощі пошуку вільних місць на парковці;
- ілюзорна завантаженість паркінгу при наявності вільних місць;
- аварії і затори, як внаслідок хаотичності паркування.

Система інформування про вільні місця на парковці працює наступним чином. Датчик, розроблений спеціально для визначення наявності під ним транспортного засобу, а також світлодіодний індикатор розміщені безпосередньо над кожним паркомісцем. Щомиті датчик зчитує наявність транспортного засобу і передає свій статус в центр управління через структуровану кабельну систему. ПК обробляє дані і оновлює інформацію на екранах навігації (цифрових табло), надаючи водіям дані про вільні місця в реальному часі (рис. 3).

Рисунок 3 – Система управління паркуванням *Dahua*

Систему управління паркуванням *Dahua* відрізняють:

- повністю автоматична система управління;
- розумна вартість системи;
- безвідмовна, надійна робота;
- мінімум часу для пошуку місця на парковці;
- спостереження за допомогою камер високої якості.

Протягом останніх декількох років спостерігається прискорення темпів впровадження ІТС, тому сьогодні все частіше країни сприймають їх не як технологію майбутнього, а як інструмент для вирішення щоденних транспортних проблем.

Існують такі проблеми на шляху впровадження ІТС, а саме:

- брак політичної волі і розуміння в суспільстві;
- недостатня підготовка з питань ІТС або її відсутність;
- брак інфраструктури;
- захист особистої інформації;
- відсутність загальноприйнятого визначення;
- різні темпи здійснення в державному і приватному секторах.

Висновки

Існує відносно багато ІТС-систем і послуг, які спеціально спрямовані на цілі (екологічні, безпечне транспортування, ефективне та комфортне транспортування), або на конкретні галузі (автомобільний транспорт, залізничний транспорт, повітряний транспорт, морське та внутрішнє судноплавство тощо.) Наприклад, в автомобільному транспорті інтелектуальні транспортні системи , які мають назву дорожньої телематики) розвиваються вже понад 20 років. Деякі програми зараз широко поширені та добре відомі. Наприклад, кілька мільйонів легкових і вантажних автомобілів оснащені бортовими навігаційними системами, які здатні враховувати дорожній рух і інформацію про подорожі в реальному часі. Оптимізація взаємодії між залізницею та автомобілем є широко дослідженою темою та благодатним полем для прикладних досліджень [4]. Послуги мультимодального транспорту вдосконалюють повітряний, морський, наземний і залізничний транспорт від початку до кінця. Щоб отримати повністю інтегровані транспортні послуги з використанням різних модальностей, необхідно внести багато змін як в організаційні процеси, так і в технології їх використання.

Список використаних джерел

1. Intelligent transport systems - European Commission official website, [Online]. Available:h https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/intelligent-transport-systems_en

2. Intelligent transport systems - European Commission official website, [Online]. Available: https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/intelligent-transport-systems_en

3. Системи керування паровкою Dahua [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:https://www.dahuasecurity.com/asset/upload/download/2017_SMART_PARKING_MANAGEMENT_SOLUTION(16P).pdf

Todd Litman, «Introduction to Multi-Modal Transportation Planning», Victoria Transport Policy Institute, October 2022, Canada. pp. 8-10.

СЕКЦІЯ 4

Розбудова ІТС в умовах післявоєнного відновлення країни

THE WAR IN UKRAINE IS CHANGING GLOBAL LOGISTICS

Maxim KOMLYK[1], student,
Liudmyla KHARSUN[1], Associate Professor

[1]State University of Trade and Economics, Faculty of Trade and Marketing,
Kyiv, Ukraine

Key words: logistics, delivery, supply chain, reformatting of logistics.

With the beginning of military actions, Ukraine had to face the Russian regular army. Open confrontation with Russia has become a serious challenge for our country, which requires general consolidation and optimization of all social processes. And one of the most important points to pay attention is the reformatting of logistics.

The start of military actions did not come as a complete surprise to Ukrainians and the Ukrainian authorities. We can`t say that everything is bad, but there are a lot of problems, and they are quite serious(It cannot be said to say that everything is bad in the supply of troops and the population, but there are problems, and they are quite serious.) To solve them, we need not only to receive military equipment, humanitarian and financial aid, but also to build the economy for military needs and use our strengths, including a powerful volunteer movement and the experience of successful business structures. Optimization of logistics is the second problem after the direct conduct of military operations, which is vitally important for the survival of our state [1].

Optimizing logistics requires solving a number of obvious questions, which can be done with the help of some proven mechanisms. There are many specialists in Ukraine who have worked in the field of freight(cargo) transportation and have considerable experience in managing these processes. The principle by which they work boils down(comes down) to this: there is a truck that must deliver the cargo. This cargo does not occupy the entire cargo space. Then one more cargo is sought from another customer or customers, and thus the delivery of cargo becomes much cheaper. In the case when the truck goes in one direction loaded, and in the opposite direction - empty, it will be logical to look for some cargo that needs to be delivered in the opposite direction. This principle in cargo delivery should be brought to the national level. In this way, we will save fuel and reduce the number of transport movements.

Ukraine is one of the world leaders in the export of grain, but due to Russian aggression, the main logistics route for this product — the Black Sea — was blocked.

According to experts and global organizations, the impossibility of delivering Ukrainian grain can intensify the food crisis in many countries, particularly in Africa and Asia. This issue appears to have become a local logistical challenge, but the proposed solutions are a precedent for the global market. The problem is that there are no alternatives to sea transportation yet. Ukrainian tracks are wider than European tracks, so delivery by rail seems problematic.

One of the solutions is the help of supranational associations, in particular the European Commission. The European Commission announced it would ask individual countries to prioritize grain exports over other shipments, as well as temporarily allow an increase in the number of Ukrainian and Moldovan carriers in the European Union [3].

At the same time, the Ukrainian authorities announced plans for a phased transition to narrower tracks for the railway connection between Ukraine and the EU. This is a long-term project, but with a political decision and further implementation, it will significantly change not only Ukrainian, but also European logistics.

Since March, the volume of shipments from Ukraine to the countries of Europe and North America has been steadily growing by 30% every month. Among the most common destinations are Poland, Germany, and the Czech Republic.

There is demand and delivery to Ukraine, while the type of goods has changed somewhat. Now our users order from Europe through the Meest service tactical goods, clothes of brands that have temporarily stopped working in Ukraine, vitamins and medicines.

The largest marketplaces and clothing brands have already resumed sales and, accordingly, delivery to Ukraine: AliExpress, NOTINO, ANSWEAR, brands of the LPP and MODIVO group of companies. Meest will continue to be their main logistics partner in the country.

Customs relations of Ukraine with other countries are also developing. Our political and economic projects with Poland have considerable potential, because for us this country is actually a bridge in the EU.

If we reach mutually beneficial solutions, Ukrainian customs — and, accordingly, trade and transportation — will become even more competitive.

However we have to look at the whole economy in general. Now is the best time to finally start moving toward true market models. In order to maintain economic stability and create a foundation for post-war recovery, liberalization, privatization and reform of the fiscal sector must begin now [2].

Currently, initiatives that can be useful for transporters, volunteers and refugees have already begun to appear, for example, the Crisis Logistics Center, VzayemoDiya. The Ministry of Digital Transformation and other relevant ministries should also join this process. It is necessary to remember not only the need to optimize logistics, but also corruption risks. Therefore, it is necessary to combine the advantages of the centralized capabilities of the state, public initiative, feedback mechanisms and the selection of the best organization models should be taken into account.

Список використаних джерел:

1. Голобородько Я. Війна в Україні: економіка, бізнес, логістика, допомога. Офіційний сайт транспорту та логістики. [Електронний ресурс] URL: https://trans.info/ru/viyna-v-ukrayini-ekonomika-biznes-logistika-dopomoga-279148 (дата звернення: 10.04.2022).

2. Крилова І.І. Необхідність дерегуляції процесів в рамках відновлення пошкодженого житлового фонду та критичної інфраструктури. Публічне управління та адміністрування в умовах війни і в поствоєнний період в Україні: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., 15-28 квітня 2022 р. Т. 2. Київ : ДЗВО «УМО» НАПН України, 2022. С. 49–51.

3. Brussels' masterplan to get Ukraine's grain moving [Електронний ресурс] URL: https://www.politico.eu/article/brussels-masterplan-to-get-ukraine-grain-moving/

THE ROLE OF SEA PORTS OF GREATER ODESSA IN THE "GRAIN INITIATIVE"

Iryna PAVLOVA[1], PhD student

[1]State Organization «Institute of Market and Economic & Ecological Researches of the National Academy of Sciences of Ukraine» (Ukraine)

Keywords: food security, water transport, grain initiative, sea ports, Ports of Greater Odessa.

Introduction

Russia's military aggression against Ukraine, which turned into a full-scale invasion on February 24, 2022, led to the disruption of the usual logistics routes that were responsible for the

export of agricultural products. The war in Ukraine created inevitable consequences for a world already affected by COVID-19 and climate change. Serious damage has been done to the global economy, the population (income level is lower than the average) and developing countries.

The goal of the work

The purpose of the work is to analyze the activities of the seaports of Great Odesa in relation to the resolution of the crisis situation on the issues of international food security.

Presentation of the main research material

Since the beginning of the full-scale invasion of Russia on the territory of Ukraine, all ports of Ukraine have been blocked. Export of agricultural products took place with the help of railway transport, Danube ports and road transport through the checkpoints of the western border. However, this method of exporting agricultural products was unable to cover the necessary amount of grain that would solve the problem of the international food problem of countries dependent on Ukrainian exports.

According to the definition of the FAO, the food security of the state is a clearly functioning system that provides all strata of the population with food according to accepted physiological norms due to its own production and the necessary level of import of those products for the production of which there are no internal conditions[1].

In order to solve the global problem of food security, on July 22, 2022, at the suggestion of the United Nations, the Initiative on the safe transportation of grain and food products from Ukrainian ports was signed between Ukraine, Turkey and the UN Secretary General[2].

As of November 10, 2022, 10.1 million tons of agricultural products were sent from sea ports to the countries of Asia, Europe and Africa. A total of 427 ships left Ukrainian ports:

- 127 from the port of "Odesa";
- 189 from the port "Chornomorsk";
- 111 from the "South" port[3].

In Figure 1, the dynamics of tonnage by various types of exported products was analyzed.

Figure 1 – Dynamics of tonnage by different types of products

So, we can see that corn (4.2 million), wheat (2.92 million), rapeseed (726.3 thousand), barley (431.8 thousand), sunflower oil (599.7 thousand) and soybeans (178.7 thousand).

Figure 2 shows the analysis of the export of agricultural products by various types from each seaport within the framework of the "Grain Initiative" from the moment the agreement was signed until November 10, 2022.

Figure 2 – Export of agricultural products by various types within the framework of the "Grain Initiative"

We can see that from the ports of "Chornomorsk" and "Pivdenny" the most agricultural products were exported, such as corn, 1633.224 thousand tons and 1619.183 thousand tons, respectively, from the port of "Odesa" in turn, only 959.77 thousand tons of corn.

The maximum amount of wheat, in the amount of 1,107.41 thousand tons, was exported from "Chornomorsk", the minimum amount - 744.55 thousand tons from the "Pivdenny" port.

Indicators of Odesa port, which correspond to agricultural crops such as sunflower oil and soybeans, were exported in the amount of 836.29 thousand tons and 648.5 thousand tons, respectively.

Summarizing the indicators obtained during the "Grain Initiative" from August to November 10, 2022 with the general indicators of 2021 [4], we get the following:

- "Chornomorsk" port exported 14.6 million tons of cereals in 2021, and 4.169 million tons in 2022;
- the port of "Odesa" for 2021 demonstrated indicators in the amount of 5.8 million tons, in the same year only 2.8 million tons;
- "Southern" port exported 9.7 million tons of grain crops in 2021, and 3.3 million tons during the "Grain Initiative".

Conclusions

The conduct of military operations in the maritime spaces of Ukrainian territory significantly affects the export of agricultural crops, which in turn, of course, cannot but affect the international state of food security.

Also, we understand that the "Grains Agreement" will not only provide countries dependent on agricultural products with a sufficient amount of food, reduce world food prices and reduce the risk of a problem with global food security, but will also free up space in warehouses for a new harvest, which has positive impact on the Ukrainian economy.

Reference

1. Rome Declaration on World Food Security and Plan of Action of the World Food Summit, Rome, 13 November 1996. URL: https:///www.un.org/Russian/document/declarant/hunger.htm

2. Unblocking ports: an agreement was reached on the export of food from the ports of Odesa, Chornomorsk and Pivdenny URL: https://mtu.gov.ua/news/33612.html

3. Black Sea Grain Initiative Vessel Movements URL: https://data.humdata.org/dataset/black-sea-grain-initiative-vessel-movements

4. Cargo flows of Ukrainian ports – 2021 URL: https://cfts.org.ua/infographics/gruzopotoki_portov_ukrainy_2021

THE POST-MILITARY MODERNIZATION OF THE LOGISTICS SYSTEM IN CONSISTENT WITH EUROPEAN STANDARDS.

Volodymyr POLISHCHUK[1], Prof. Dr. of Sc. (Engineering); Yevgenia SHAPENKO[1], Ass. Prof; Svitlana KOTOVA[1], senior lector; Danylo BEZRUK[1], post graduate student.

[1]National Transport University

Keywords: City logistics, Logistics centers, Just in time, Supply chains.

Introduction:

For the Ukraine transport sector, the last four years were exceptionally challenging with passenger and freight transport severely disrupted due to the COVID-19 pandemic and the russian invasion of Ukraine in 2022. The sector's recovery is vital for Ukraine's economy, as current logistics routes cover less than 20% of exports. If we take data from 2021, we can see that exports of goods and services are making 41% of Ukraine's GDP which means that we're losing almost 33% of GDP due to the war, which could be received from exports.

So, we have almost destroyed transport sector which needs to be repaired and upgraded. And if we take into consideration the fact that we're integrating into the EU, our transport sector needs to be repaired and upgraded due to European standards. For this integration as base can be taken the EU Strategy for Sustainable and Smart Mobility ("EUSSSM"), published by the European Commission on 9 December 2020

Purpose of the study:

Analyze the current situation on the logistics market in Ukraine. Consider strategies for improving the market situation. Consider the main theses of "The EU Strategy for Sustainable and Smart Mobility ("EUSSSM")". Summarize and analyze the interaction of new strategies with the current logistics market.

Presentation of the main material of the study:

Analyze of current Ukraine's transport system

What logistical problems did Ukrainian business face?

Rejection of accumulation. The more goods in warehouses, the greater the volume of frozen finances. In addition, it is dangerous to store goods in warehouses for a long time - in the event of an attack, they can be lost.

Change of storage conditions. The largest hub (70–80% of professional warehouse space) was located in the Kyiv region. With the beginning of hostilities, the companies were forced to transport goods to the west of Ukraine, where there were basically no warehouses of this size.

Difficulties with purchasing goods. The problems are primarily related to the limited assortment and suppliers, the blocking of ports and the load on the railway infrastructure.

Solutions that can be used for recovery:

1. City logistics

A city is an entity with a high concentration of many logistical flows: material, passenger flows, transport, trade, finance, management, politics, culture, administration, energy, water, waste, and others. The concentration of these flows is constantly increasing and the parameters of the city as a complex logistics system are changing significantly. In this system, there is an increase in the volume and speed of movement, primarily of information flows, which initiate the dynamic growth of other flows. As a result, a complex of problems is formed, which requires a logistical approach at the level of city management.

"City logistics" (English: City logistics, German: City-Logistik) can cope with such a task, since only it is able to optimize numerous chains of activity, minimize costs and contribute to increasing profits.

In the West, such a scientific and practical direction as logistics in relation to the urban and communal sphere has been developing for a long time. In Ukraine, this direction is quite new and, unfortunately, is only being introduced into scientific and practical use. In modern urban planning of Ukraine, such factors as movement, storage, distribution of goods, movement of cargo, passenger and personal transport, functional dependence of the city on transport, which affect the planning of the city, its architecture, ecology, and the efficiency of movement of "moving units" are not sufficiently taken into account.

The main tasks of city logistics

Figure 1 - Main tasks of logistics

The tasks of urban logistics are closely related to the spatial structure of the city and may change according to the structure of a particular city.

Spatial structure reflects the distribution and density of urban activity and is usually divided into the following areas, namely, from the central business district, city districts, suburbs to suburban cottage settlements

There are no large cargo terminal complexes, airports, railway and sea ports located in the central area of the city; the traffic density is high enough due to the use of personal and city transport, so "traffic jams" occur very often, which complicates the processes of traffic management of economic flows. The solution can be the development of the city's transport concept, taking into account the ban on the entry of personal vehicles into the center, the location of the appropriate parking zones, the development of the movement of city passenger transport according to the needs of people and the corresponding passenger flow.

The districts of the city are characterized by a high population density and, accordingly, a high consumption structure, which determines the use of product distribution channels. There is also a big problem of passenger traffic in the morning and evening due to the increase in traffic flows and the occurrence of "traffic jams".

The suburb is characterized by the largest placement of logistics infrastructure for service and distribution of goods, "Cash&Carry" type stores, large shopping hypermarkets, bypass roads for freight transportation. The suburbs experience less congestion than the central part of the city, which means there are less parking problems and the use of large trucks is not limited.

It is this level of the spatial structure of urban logistics that is the defining link between multimodal transportation in global supply chains and urban logistics.

Rural cottage towns need solutions to the problems of transportation, social and communal infrastructure, and food supply.

Therefore, taking into account the problems identified by us in the spatial structure of urban logistics, there is a need to form a strategy of urban logistics, which should be connected with the general strategy of the city's development. Few cities have a well-designed and developed urban logistics strategy.

The city development strategy should be developed taking into account the interests of all interested parties, integrating development strategies in all areas of the city economy, including city logistics. The priority is the problem of forming the city's transport and logistics infrastructure

The formation of the transport and logistics infrastructure of the city includes the following:

- the logistics of the city's transport infrastructure is fully realized only when the needs of the population are met;
- in the conditions of a market economy and municipalization of local self-government, it has high autonomy and self-sufficiency;
- the larger the taxonomic unit of the city, the higher the need for the development of the transport and logistics system of infrastructure support;
- the system-forming function of logistics is based on the adaptation of the existing infrastructural potential to the new conditions of the economic and political life of the metropolis.

The main goal of the logistics of the city's transport infrastructure is a systematic approach to the formation and development of complex infrastructural support of a high level and quality of life of the population, including the maximum possible satisfaction of the range of industrial, social, cultural and other needs.

2. Creation of logistics centers.

Logistics centers - are transit-transshipment-warehouse facilities and bureaus located at the intersection of roads of various branches of transport, the modern equipment of which allows logistics operators to offer a comprehensive package of services with high quality parameters within the city.

Logistics centers make it possible to integrate transport and storage technologies, including container transportation of goods, container rail transportation.

Piggyback (TOFC/COFC) is a form of transportation that involves the use of car trailers or containers that are placed on railway platforms and transported between two or more terminals.

The main task of the logistics center can be formulated as increasing the consistency of the work of various types of transport in the organization of intermodal and mixed transportation, proper organization of complex transport services for customers, expanding the types of services provided and improving their quality.

The logistics center must implement its tasks through partners - participants in the logistics chain. Partners of the logistics center can be:

- organization of transport;
- customs authorities;
- terminals;
- insurance company;
- banks and other providers of related services.

As for the main functions of the logistics center within the city, they can be divided into the following components:

- functions of the organization;
- control functions.

The first block should include:

- organization of logistics chains;

- conclusion of complex agreements for the delivery of goods and the implementation of related operations related to transportation, including non-transportation logistics operations (customs clearance and others);

- provision of information interaction with foreign railways and other foreign participants in logistics chains;

- marketing market research;

- providing customers with reference information, etc.

The second block should include:

- direct control of the implementation of logistics chains;

- transport and other operations arising on the way of cargo tracking;

- operational analysis of violations of the consistency of the cargo transportation schedule and development of proposals together with service providers to eliminate or minimize the consequences of a failure of the logistics chain.

It is important to emphasize the fact that a necessary condition for the creation and functioning of the logistics center of the city is the organization of information support, which should ensure interaction with customers and partners of the logistics center, as well as the calculation of the optimal transportation route and control of the delivery schedule, conducting calculations with all participants of transportation and execution other statutory functions of the center.

3. Using the "Just in time" strategy

"Just in time" delivery. Treating it as synchronous with supply production determines the moment of receipt of resources during the actual need, which can reduce warehouse stocks to zero, and therefore reduce capital and current costs for their maintenance. This becomes an impetus for changing the structure of the process flow, i.e., it guarantees the accuracy and timeliness of the functioning of all production management systems, supply of materials, and finished products.

Implementation of the strategy accurately and in a timely manner involves three stages.

The first phase covers the finalization of a framework agreement with suppliers and is based on analysis and capacity planning for a period of 1-2 years, which should be reviewed, for example, every 6 months.

The second stage involves establishing requirements for suppliers and implementing measures to satisfy them.

The third stage refers to the buyer's obligations within the agreed period to accept a certain amount of materials, goods at the appropriate times and at the appropriate places of delivery.

The interpretation of the consequences and conditions for the effective implementation of the "accurate, timely" principle is given in the table. 1.

Table 1 - Consequences and conditions for effective implementation of the Just in time principle

Effects		Conditions
«pro»	«contra»	
Reducing costs of stock formation and storage Identification of bottlenecks in the “supplier-producer” chain Building trust between suppliers and manufacturers	Increasing number of sub-suppliers Increasing transport costs Increasing risk of supplier dependence	Integrated communication "supplier-manufacturer" The highest level of service of the supplier Maximum quality reliability in delivery Maximum delivery accuracy The reality of the forecast of the customer's requirements is quite high Availability of infrastructure for real and virtual interaction and communication High logistic know-how of the members of the cooperation

4. Supply chains

The supply chain is the integration of the company's activities with suppliers, distributors, logistics (transport) operators and consumers in order to optimize the movement of the material flow and increase the efficiency of the activities of all participants in the supply chain.

An integrated supply chain allows the entire chain to be viewed as if it were a single "extended" enterprise.

Supply chain design enables:

- systematically manage the movement of goods from the manufacturer to the final consumers, as well as related information flows;
- to minimize the total costs of this movement;
- to improve the management of stock of goods;
- use shorter planning cycles;
- reduce the sizes of production batches of goods, as well as sales batches;
- adapt to market changes faster;
- to improve the organization of information connections between channel participants;
- subordinate logistics activities to consumer requirements;
- improve customer service.

Some studies introduce a synonym for supply chain - supply chain to reflect the fact that the chain should be driven by the consumer, not by suppliers.

Thus, the word "chain" must be replaced by the definition "network", since we are dealing with many enterprises involved in the transformation of the material flow at various stages of its passage.

Therefore, consideration of logistics networks becomes relevant

The logistics network of the city is a group of independent enterprises that compete with each other and cooperate in order to increase the efficiency of the movement of goods and accompanying information, according to consumer expectations.

In the logistics networks of cities, not only those enterprises that cooperate within the supply chain are involved, but also those that compete with each other for the status of a partner in competitive supply chains.

Such a situation leads to short-lived partnerships and cooperative relationships, generated by the strong variability of market needs.

5. Main theses “The EU Strategy for Sustainable and Smart Mobility (“EUSSSM”)”

Figure 2 - the main theses "The EU strategy for Sustainable and Smart Mobility"

Conclusions:

Having analyzed the current situation on the logistics market in Ukraine, we can see that almost all logistics flows have been disrupted, and most of the management tools have been destroyed. For this, we considered such a strategy as City Logistics. This strategy makes it possible to rebuild logistics flow management tools so that they satisfy the interests of all interested parties, integrating development strategies in all spheres of urban economy, including urban logistics

Next, we considered an equally important tool - logistics centers. By using this tool, we will be able to increase the consistency of the work of various types of transport in the organization of intermodal and mixed transportation, the proper organization of complex transport services for customers, the expansion of the types of services provided and their quality.

At the beginning of the reconstruction of logistics in Ukraine, it will be very appropriate to use a strategy

Just in Time and Supply Chains. Because, as mentioned above, we almost gave up on accumulation, due to the large volume of frozen finances and the lack of logistics hubs. Therefore, at the moment, these are optimal strategies for maintaining logistics and reducing costs.

For a long-term perspective, we considered the EUSSSM, the EU's strategy to reduce emissions of harmful substances into the atmosphere. This strategy will enable us to work even more closely with our Western partners.

Summing up, we can say that each of these strategies can work in synergy with others to achieve the maximum result.

References:

1. Research and Innovation Supporting the European Sustainable and Smart Mobility Strategy: A Technology Perspective from Recent European Union Projects by Konstantinos Gkoumas, Fabio Luis Marques dos Santos, Marcin Stepniak and Ferenc Pekár; Published: 16 December 2021 URL: https://www.mdpi.com/2076-3417/11/24/11981/htm

2. Export and import of Ukraine Ministry of Finance URL:https://index.minfin.com.ua/ua/economy/gdp/eximp
3. L. Kharsun «Lohistychne obsluhovuvannia tovaropotokiv mizh Ukrainoiu ta krainamy EU». URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/EkUk_2016_4_12
4. How the war in Ukraine is changing global logistics? URL: https://www.epravda.com.ua/columns/2022/06/24/688538/
5. National Transport Strategy of Ukraine 2030 URL: https://mtu.gov.ua/files/for_investors/230118/National%20Transport%20Strategy%20of%20Ukraine.pdf

АНАЛІТИКО-ПРОГНОСТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УПРАВЛІННЯ НА ТРАНСПОРТІ

Катерина АЛЄКСЄЄНКО[1], ст. викладач, Юрій ПАЛЕХА[1], канд. істор. наук, проф.

[1]Національний транспортний університет

Ключові слова: аналітика, прогнозування, забезпечення, транспорт, управління

Вступ

В сучасному інформаційному суспільстві, світі край насиченої цифрової комунікацій, існує нагальна потреба в передбаченні його майбутнього, досконалому аналітико-прогностичному забезпеченні прогнозування розвитку всіх його сфер, особливо транспорту.

Питання роботи з інформацією в аналітичній діяльності, проблеми інформаційної культури розглядались в роботах українських науковців Володимира Варенка, Людмили Вовк, Тетяни Гранчак, Інни Демуз, Наталії Кунанець та інших учених. Вимагають негайної адаптації питання посилення підготовки інформаційних аналітиків, виховання їх інформаційної культури в транспортній сфері.

Мета роботи

Дослідити проблеми аналітико-прогностичного забезпечення управління транспортом та вимоги до підготовки інформаційного аналітика в закладі вишої освіти.

Виклад основного матеріалу дослідження

Аналітико-прогностичне забезпечення управління транспортом – це перш за все застосування сучасних інформаційних технологій для проведення наукових розвідок щодо перспектив розвитку конкретного виду транспортних об'єднань, як суб'єктів господарювання, досліджень їх функціонування на ринку, та конструювання за допомогою автоматизованих інформаційних систем досконалого логістичного менеджменту.

Метою аналітико-прогностичного забезпечення управління транспортом є побудова прогностичної моделі ймовірного майбутнього як в цілому, так і конкретного його виду, а саме:

- визначення можливих станів та тенденцій розвитку його об’єднань;
- дослідження факторів впливу на суб'єкти господарювання;
- аналіз складових процесу управління ними;
- своєчасне передбачення бажаних і небажаних подій, що можуть мати місце в транспортній сфері.

Виконання зазначених завдань можливо в разі розробки та застосування роботозованих алгоритмів побудови цифрового механізму збирання та опрацювання даних зовнішнього і

внутрішнього середовища суб'єктів господарювання на транспорті без суб'єктивного втручання людини, спираючись при цьому на наукові закони, закономірності, тенденції розвитку й використовуючи прогностичну функцію наукових теорій.

Прогнозна аналітика не тільки наука, це мистецтво накреслення картини майбутнього з застосуванням методів та засобів його наближення. Завдяки математичним алгоритмам, що лежать в основі програм аналітичної діяльності, інформаційний працівник (аналітик) в змозі зробити достатньо точний прогнозний аналіз поданих вхідних даних.

Серед сучасних методів і засобів інформаційної культури, що отримали свій розвиток в останні роки, необхідно виділити новітні технології обміну, опрацювання, зберігання і захисту великих масивів інформації Big Data, які надають можливість на коротко- чи довгостроковий термін змоделювати закономірності розвитку прогнозованого об'єкту, соціально-економічної системи чи явища.

Серед варіантів упровадження Data Science, які спершу мали місце лише в теоретичних розробках, можна виділити подані на рис.1:

D	DM	BI
Data Analytics	**Data Mining**	**Business Intelligence**
Процес знаходження, обробки структурування, дослідження та аналізу даних з метою моделювання та отримання прогностичної інформації	Процес глибинного напівавтоматичного аналізу великих баз даних з метою пошуку корисної інформації	Процес аналізу даних для прийняття бізнесових рішень з використанням новітніх технологій опрацювання інформації

Рисунок 1 – Варіанти упровадження Data Science

Вищеподані варіанти упровадження Data Science, завдяки застосуванню новітніх комп'ютерних технологій, стають синергійним поєднанням концепцій, методів та програмних засобів аналізу баз даних, край необхідних сучасному інформаційному аналітику [1].

Так, застосування Data Analytics може стати обґрунтованим для прийняття виважених рішень в транспортній сфері, оскільки містить в собі сучасні технології, спеціальні статистичні засоби, засоби звітності, онлайн-аналітичної обробки даних та швидкого багатовимірного аналізу.

Data Mining, завдяки застосуванню методів статистики, теорії нечітких множин та штучних нейронних мереж, дозволяє дослідити закономірності перебігу подій, визначити взаємозалежність факторів, що формують процеси, виявити вплив інституційних чинників тощо. Допускає можливість проводити кореляційно-регресивний аналіз.

Business Intelligence, завдяки застосуванню методів збору та опрацювання інформації, оцінюванню ризиків моделювання і прогнозування, дозволяє раціонально вести маркетингові дослідження, робити фінансовий аналіз, здійснювати проєктний менеджмент. Він допускає можливість оперативно приймати управлінські рішення, впроваджувати як стартапи, так і забезпечувати продуктивну роботу міжнародних транспортних об'єднань.

Провідною програмною платформою операційної аналітики для прогнозування попиту в логістиці малих, середніх і великих автотранспортних підприємств, може стати створена на основі штучного інтелекту програма "БюджетСофт", в якій зібрано багаторічний досвід фахівців-практиків та провідних українських розробників у сфері управління, призначення якої – допомогти зосередитися на довгострокових планах їх розвитку. Програма легко налаштовується під бізнес-процеси організації й дозволяє контролювати значні масиви даних та інформаційні потоки.

Аналітико-прогностичне моделювання потребує від інформаційного аналітика певних загальних та фахових компетенцій, ключовими з яких повинні стати:

- здатність інтегрувати в собі людський та машинний (штучний) інтелект, поєднуючи в єдине ціле основні засади офлайн та онлайн аналітики;
- спроможність опрацьовувати нескінченні масиви формальних даних у вигляді текстової, аудіальної чи/та візуальної інформації;
- здатність одночасно розпізнавати, вибудовувати та відповідним чином оцінювати різні осередки, а саме структурований та хаотичний, предметний та контекстний, реальний та віртуальний, розуміючи при цьому відмінності між ними;
- здатність сприймати та опрацьовувати як раціональну так й ірраціональну інформацію. Якщо перша формує об'єктивне розуміння проблеми, то друга заснована на інтуїції, вірі, можливо на інстинкті, вмінні провідити;
- спроможність візуалізувати інформацію з врахуванням психологічних факторів сприйняття та особливостей власного досвіду замовника [2].

Це далеко не повний перелік компетєнцій, які потребує інформаційний аналітик для забезпечення аналітико-прогностичного моделювання на транспорті. Основні компетенції інформаційного аналітика повинні бути забезпечені вже на стадії його підготовки в закладі вищої освіти. «На зміну простому накопиченню студентами знань, умінь і навичок, як зазначає проф. І. Демуз [3], приходить нагальна потреба підготовки фахівців через компетентнісний підхід, фахівців, які стали б конкурентоспроможними на ринку праці, вільно володіли професійними навичками й орієнтувалися у суміжних галузях діяльності, були готовими до соціальної професійної мобільності, постійного професійного зростання».

Серед основних освітніх компонентів до освітніх програм підготовки інформаційних аналітиків в Національному транспортному університеті за спеціальністю «Інформаційна, бібліотечна та архівна справа» включені такі курси як «Інформаційне моделювання», «Інформаційна культура», «Аналітико-прогностичне забезпечення управління», «Політичний аналіз та прогнозування».

Висновки.

Таким чином, питання аналітико-прогностичного забезпечення прогнозування розвитку всіх сфер господарювання країни, особливо транспортної галузі, можна подати як синенергетичну взаємодію сучасних методів і засобів збирання та опрацювання масивів «великих даних», застосування новітніх інформаційних технологій прогностичного передбачення з метою отримання обґрунтованих висновків, щодо її розвитку в післявоєнний період. Проблеми подальшої підготовки інформаційних аналітиків на базі НТУ вимагають поєднання професійних компетенцій здобувачів освіти зі здатністю обробляти великі масиви даних.

Список літератури:

1. Варенко В.М. Сучасні тендєнції роботи з інформацією в аналітичній діяльності. *Зб. матеріалів Третьої міжнар. наук. конф. Інформація, комунікація та управління знаннями в глобалізованому світі* К.: Вид. центр КНУКІМ, 2020. С. 113-115.
2. Вовк Л.В. Інформаційна аналітика: проблєматика і сучасні можливості QR з використанням тєорєтико-прикладного інструмєнтарію Data Science. *Зб. матеріалів Третьої міжнар. наук. конф. Інформація, комунікація та управління знаннями в глобалізованому світі* К.: Вид. центр КНУКІМ, 2020. С. 115-118.
3. Демуз І.М. Підготовка фахівців-аналітиків соціально-комунікативної сфери у закладах вищої освіти України. *Актуальні питання гуманітарних наук. Міжвузівський збірник наукових праць.* Вип.21, 2020. С.149-152.

ВІЙНА ЯК ЕКОЛОГІЧНА КАТАСТРОФА В УКРАЇНІ. ПРОБЛЕМА ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ ВІД ТРАНСПОРТУ

Інеса ГАЛЬОНА[1], канд.техн.наук, Тетяна ХОБОТНЯ[1], канд.техн.наук,
Ірина ГРАНОВСЬКА[1], магістр

[1] Національний транспортний університет

Ключові слова: Екологія, забруднення, пошкодження об'єктів, наслідки, транспорт.

Вступ

Знищення інфраструктури України вже призвело до множини екологічних катастроф. Вибухи ракет, які були випущені по Україні, призводять до забруднення ґрунтових вод паливом, до потрапляння до них канцерогенних речовин, які негативно впливають на живу природу. Оскільки удари агресором завдаються по інфраструктурі, більшість злочинів пов'язані з пошкодженням промислових об'єктів.

Мета роботи

Розкрити тему екології у 21 столітті, особливо у такий важкий період для України

Виклад основного матеріалу дослідження

Серед усіх транспортних засобів автотранспорт залишається основним джерелом забруднення атмосферного повітря та порушення екологічної рівноваги. Для транспортних засобів використовують пальне з різних видів нафтопродуктів і мастил, леткі фракції яких у складі відпрацьованих газів дизельних та бензинових двигунів внутрішнього згоряння забруднюють практично всі об'єкти довкілля.

Автомобільний транспорт є джерелом небезпечних хімічних забруднень атмосферного повітря, водоймищ, сільськогосподарських зон, а також шуму та вібрації, що може впливати на стан здоров'я населення. Кожен автомобіль при згорянні 1 кг бензину використовує 15 кг повітря, зокрема, 5,5 кг кисню. При згорянні 1 т пального в атмосферу викидається 200 кг окису вуглецю. На частку автотранспорту припадає близько 55 % шкідливих надходжень загального обсягу, що включають понад 200 різних сполук, у тому числі: оксиди вуглецю, свинцю, азоту, формальдегіди, зокрема домішки ароматичних вуглеводів, бенз(а)пірен, канцерогени, у тому числі й ПАВ, серед яких чимало мутагенів. Вирішити цю проблему можливо через виробництво і впровадження нових (альтернативних) видів екологічно безпечного пального, наприклад, водню. Основна перевага водню як палива у тому, що транспорт працює майже безшумно, а з вихлопної труби замість двоокису вуглецю й інших речовин, що забруднюють навколишнє середовище, виходить водяна пара без усяких домішок. Інша, не менш важлива перевага цього виду палива – його безпека. Річ у тім, що в бензобаку, крім бензину є ще і повітря, що при визначених умовах може привести до вибуху пального. Водень перебуває в баках під тиском, і повітря в ці баки потрапити не може. Вони настільки міцні, що навіть у разі важкої дорожньо-транспортної події можна не боятися вибуху пального.

Автотранспорт також спричиняє негативний вплив акустичним (шумовим) забрудненням на центральних магістралях. Результати акустичних вимірів та соціологічні дослідження свідчать, що головним джерелом акустичного забруднення у місті є автотранспорт. Приблизно кожний другий житель міста страждає від створюваного ним шуму. Водночас джерелом значного шуму є відкриті ділянки метрополітену і міські трамваї. Шкідливий вплив не тільки на населення, а й на споруди спричиняє вібрація уздовж ліній метрополітену. На сьогодні спостерігається тенденція до розширення площ акустичного дискомфорту на забудованих територіях. Недосконалість законодавчо-нормативної бази, відсутність економічних важелів регулювання допустимих рівнів звуку є причиною зростання акустичного забруднення міста.

Одна з проблем озеленення невеликих міст, незважаючи на повне дотримання принципів озеленення – знищення зелених насаджень автомобільним транспортом у місцях несанкціонованих стоянок, насамперед поблизу торгових зон міст. Складною є ситуація і навколо будівництва великих магістральних шляхів. Під час активного будівництва вирубується велика кількість дерев.

Внаслідок тривалого будівництва та інтенсивного антропогенного впливу екосистеми біля проектованої дороги втрачають енергетичні зв'язки між живими компонентами у середині системи. Зокрема, стає неможливим функціонування екологічних коридорів на територіях порушених під час будівництва. Залишаються не розробленими нормативні інструкції з охорони тваринного і рослинного світу під час проектування, будівництва та експлуатації лінійних об'єктів. Нині склалася ситуація, коли нехтують екологічними вимогами при будівництві автомобільних доріг та залізниць. А найприкріше те, що ці дороги, які дехто називає автобанами, насправді є дуже невисокої якості. Вони не відповідають елементарним екологічним вимогам і розривають досі цілісні екосистеми на дрібні резервації. Усе це може мати непоправні наслідки для природи. Адже економія коштів, нехтування екологічною безпекою рано чи пізно обернуться величезними втратами. [2]

По-справжньому оцінити наслідки війни ми зможемо лише через кілька років після закінчення

Щоб оцінити наслідки та почати реалізовувати програми з відновлення, необхідно насамперед припинити війну та повернути окуповані території.

Те, що відбувається сьогодні в Україні, — це і екологічна, і гуманітарна катастрофа. Так, близько третини полів України може бути визнано непридатними для сільськогосподарської діяльності цього року через забруднення паливом та інші наслідки бойових дій. Експерти все частіше говорять про проблеми продуктової безпеки, що може призвести до голоду. Як зазначають екологи, навіть після пожеж, навіть після забруднення ґрунтових вод природа відновиться, проте для цього може знадобитися близько десятка років. Весь цей час суспільству доведеться відчувати на собі такі наслідки безглуздої та необґрунтованої військової агресії як нездорове довкілля, голод, забруднені ліси, поля, річки та моря.Причому наслідки війни відчують і в Україні, і в Білорусі, і в Європі, і навіть у росії.

Все це призводить до забруднення ґрунтових вод паливом, до потрапляння до них канцерогенних речовин, які негативно впливають на живу природу. Знищення інфраструктури України вже призвело до множини екологічних катастроф. Так, наприклад, порушення подачі електрики спричинило затоплення шахти «Золоте» у Луганській області. Було обстріляно «Градами» Авдіївський Коксохімічний завод.

Оскільки удари агресором завдаються по інфраструктурі, більшість злочинів пов'язані з пошкодженням промислових об'єктів. Сюди можна віднести і пожежі на нафтобазах, і руйнування промислових комплексів, таких як **«Сумихімпром»**, коли стався витік аміаку.

Ще на початку цього року однією з найбільших екологічних катастроф в Україні вважалася пожежа на нафтобазі БРСМ під Києвом, яка сталася влітку 2015 року. Її називали мало що не другою за важливістю після Чорнобиля. Те, що сталося за останній місяць уже в десятки разів перевищило ту аварію за негативними наслідками.Військові дії призводять до серйозних збоїв у енергетичній мережі України. Також було зафіксовано шість військових злочинів проти ядерної безпеки. Не так багато говорять про негативний вплив на морські екосистеми, які мають транскордонний характер.

Збір інформації про екологічні злочини

Для збору інформації використовуються відкриті вільні джерела, такі як медіа, заяви офіційних служб та осіб. Однак часто вони не дають повноцінної картини. Щоб до аналізу злочинів проти довкілля могли приєднатися і громадяни, Міністерства довкілля та природних ресурсів, ГО «Екодія» та ГО «SaveDnipro» розвивають проєкт **Save Eco Bot.** Сьогодні Save Eco Bot це не лише зручний інструмент для незалежного моніторингу рівня радіаційного фону, забруднення повітря та лісових пожеж, а й платформа збору інформації

про злочини проти довкілля. Щоб подати заявку необхідно через Telegram або Viber на спеціально виділеному каналі вибрати категорію, розповісти про місце, час і характер злочину, приєднати матеріали (фото або відеознімання) і відправити в бот. Чим раніше ви зафіксуєте негативний вплив війни на довкілля, тим повнішу інформацію про злочин вдасться зібрати. Усі зібрані дані будуть по можливості перевірені та стануть підставою для порушення кримінальних справ проти агресора в ICJ (International court of Justice) та ICC (International Criminal Court)[3]

Висновки

Ведеться хаотичне розграбування природних ресурсів, руйнуються природні екосистеми, забруднюється навколишнє середовище. Це екоцид у його найжорстокішій формі. аразі переміщення військової техніки противника, обстріли та бомбардування призвели до лісових пожеж, які лише через погодні умови не набули катастрофічних масштабів. У місцях бойових дій постійно існує високий ризик виникнення нових пожеж. Гасіння пожеж під час бойових дій та на підконтрольних окупантам територіях буде неможливим. Пожежі можуть завдати непоправної шкоди екосистемам цих територій.

Список літератури

1. Всеукраїнська екологічна ліга. Екологічні проблеми транспортної галузі. Режим доступу: https://www.ecoleague.net/pro-vel/misiia-vel/vystupy-publikatsii/2011/item/68-ekolohichni-problemy-transportnoi-haluzi-pohliad-hromadskosti

2. Екологічний тероризм російської армії в Україні. Режим доступу: https://eco.rayon.in.ua/topics/503988-ekologichniy-terorizm-rosiyskoi-armii-v-ukraini

3. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Режим доступу: https://mepr.gov.ua/news/39028.html

АНАЛІЗ СТАЛОСТІ, СТІЙКОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ МАРШРУТІВ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Оксана ГУЛЬЧАК[1], проф., Євгенія ШАПЕНКО[1], доц., Оксана РАЛКО[1], магістр

[1] Національний транспортний університет (Україна)

Ключові слова: транспорт, сталий розвиток, маршрути міського пасажирського транспорту, стійкість, надійність, пасажирські перевезення

Вступ

Одним з найважливіших структурних елементів сучасного міста, без якого неможливе його нормальне існування, є маршрутна система. Функціонування міського пасажирського транспорту в таких містах в більшості визначає зручність життя міського населення. Серед широкого кола питань, які зумовлені розвитком і функціонуванням міст, транспортні задачі займають достатньо важливе місце. Якісне виконання міським пасажирським транспортом своєї задачі є необхідною умовою для відтворення робочої сили, впливає на ріст продуктивності праці, сприяє росту культурного рівня населення.

Мета роботи

Події останнього року в Україні свідчать про постійну зміну пріоритетів розвитку транспорту відповідно до стану соціально-економічної формації, економіки, політики тощо. Так як із змінами пріоритетів змінюється перелік та важливість критеріїв ефективності, то

уточнення складу критеріїв для поточного моменту дозволить об'єктивно оцінювати можливі заходи для покращення рівня пасажирських перевезень

Виклад основного матеріалу дослідження

Поняття сталості використовується дуже широко і стосується найрізноманітніших процесів та систем. Сталість (стійкість) характеризує здатність системи чи процесу самостійно відновлювати свій вихідний режим функціонування при його незначному і навіть значному порушенні. Тобто це здатність системи протистояти впливу дестабілізуючих факторів.

Широко використовуються поняття політичної, економічної, соціальної стабільності, поняття сталості біологічних, фізичних та хімічних процесів, організаційної структури, виробничо-економічних процесів, сталості громадських відносин, сталості мікроклімату в колективах тощо. Незмінність, стабільність процесів, які характеризуються мінімально допустимими рівнями вихідного ефекту є ознакою їх сталості.

Стійкість руху в механіці означає тривалість збереження будь-якої характеристики руху механічної системи. Стійкість споруд характеризує їх здатність зберігати первісний стан рівноваги в умовах дії на них зовнішніх сил.

Стійкість енергетичної системи держави має надзвичайно велике значення з точки зору протікання в ній великої кількості різноманітних процесів.

В організаційно-економічній сфері відомий напрямок в науці – стійкість дрібного селянського господарства. В громадсько-політичному плані мова може йти про сталість громадсько-політичних систем, сталість державного устрою.

Тобто існують системи (організаційні, політичні, економічні, організаційно-технічні, технічні та ін.), в межах яких та між якими протікають різноманітні процеси. Поняття сталості може відноситись як до процесів, так і до систем.

Умови, при яких ці процеси та системи є сталими, називаються критеріями стійкості. Стосовно різних систем і процесів вони можуть бути різні. Встановлення вимог до сталості базується на цих критеріях. Нерідко для перевірки сталості проводяться спеціальні випробування систем та процесів [1].

З точки зору забезпечення високої ефективності функціонування транспортної системи пасажирських перевезень міста (ТСППМ), яке базується на використанні автоматичної системи диспетчерського управління (АСДУ), як системи організаційно-технічного типу, великого значення набуває питання стійкості її роботи. Стійкість стосується можливості забезпечення безпеки, безперервності, регулярності та економічності перевезень пасажирів, можливості забезпечення необхідного рівня пропускної здатності та провізних можливостей транспортної мережі. Всі перелічені критерії ефективності можуть бути забезпечені тільки тоді, коли ТСППМ відповідає пов'язаним з ними відповідним критеріям стійкості. Транспортна система міста не може вважатися сталою, якщо не забезпечується певний мінімально допустимий рівень безпеки, безперервності, регулярності, економічності, певних економічних показників роботи системи, пропускної спроможності та фактичних обсягів перевезень пасажирів. У формуванні цих показників, окрім системи АСДУ, приймають участь декілька організацій та служб. Але існують певні конкретні вимоги і до роботи системи АСДУ.

Під надійністю технічної системи розуміють властивість об'єкта зберігати з плином часу у встановлених межах значення всіх параметрів, що характеризують спроможність виконувати необхідні функції в заданих режимах і умовах застосування, технічного обслуговування та зберігання. Стосовно маршрутів міського пасажирського транспорту це означає виконувати прогнозовані обсяги перевезень. В теорії пасажирських перевезень дослідження в цьому напрямку не проводились. В основному наукові розробки стосувались безпосередньо транспортного засобу як об'єкту дослідження надійності в межах теорії технічної експлуатації транспортних засобів [2, 3]. Основна причина відсутності уваги до питань надійності роботи маршрутів полягає в тому, що при формуванні маршрутної мережі органічним процесом є часткове дублювання маршрутів, що саме по собі уже забезпечує

підвищення надійності перевезень. Підтвердження цієї тези викладено в роботі [4]. Результати розрахунків для міста чисельністю жителів 2,5 млн. чол., яку обслуговує 2000 од. рухомого складу середньої місткості 80 пас., виконані за методикою [5] і наведені на рисунку 1 та рисунку 2, наочно відображають суть змін, що відбуваються при формуванні маршрутної мережі.

Не менш важлива причина відсутності досліджень з надійності роботи маршрутів закладена в методиці планування перевезень. Згідно цієї методики завантаження транспортних засобів планується з розрахунку 5 пас./м^2 підлоги, при максимально можливому завантаженні 8 пас./м^2 в реальних умовах перевезень зустрічаються випадки завантаження салону до 10 пас./м^2 і більше. Тому вихід одного транспортного засобу з маршруту з технічних причин, як правило, не перериває процес перевезень, а тільки погіршує рівень обслуговування пасажирів.

Рисунок – 1. Залежність складових витрат часу пасажира на переміщення від сумарної довжини маршрутів

З позиції теорії надійності особливої уваги заслуговує маршрутний коефіцієнт, який характеризує середню кількість маршрутів, що припадає на 1 км маршрутної мережі (рисунок 2). Середнє його значення знаходиться у межах 2,44 ÷ 3,9, інколи досягає 6. Для маршрутних систем одних видів транспорту це явище позитивне, для інших має негативні насідки. Зокрема, ракетні удари по критичній інфраструктурі України, засвідчили уразливість одних видів транспорту та необхідність створення науково обґрунтованого резерву інших видів транспорту [6]. Тому розглянемо роботу маршрутів міського транспорту з позиції теорії надійності.

Рисунок – 2. Зміна характеристик маршрутної мережі пасажирського транспорту від сумарної довжини маршрутів

При роботі автобусного маршруту можливі випадки, коли транспортний засіб в силу певних причин не може виконувати перевезення (дорожня аварія, вихід з ладу окремих агрегатів тощо). Ймовірність настання такої події достатньо вивчена та оцінюється у межах 0,06, тобто ймовірність безвідмовної роботи становить P_a = 0,94 [7]. В цьому випадку інші автобуси задіяні для перевезень на маршруті можуть продовжувати працювати без перешкод. З врахуванням того, що автобусний маршрут може бути представлений моделлю теорії надійності як паралельне з'єднання агрегатів, ймовірність його безвідмовної роботи становить:

$$P_{ма} = 1 - [1 - P_a]^n, \tag{1}$$

де n – кількість транспортних засобів на маршруті.

Таким чином, із збільшенням кількості транспортних засобів на маршруті надійність його функціонування постійно зростає, а при середній кількості транспортних засобів n = 10, відмова роботи маршруту практично неможлива.

При негараздах з транспортним засобом у тролейбусному сполученні його вихід не позначається на роботі інших машин, окрім підвищеного завантаження салону.

Ускладнення перевезень тролейбусним маршрутом можливі не тільки у випадках поламки тролейбусу, але і при пошкодженні електропідвідної лінії, виходу з ладу тягової підстанції, затоплення низин дороги водою тощо. Тобто, у практичній діяльності не можливо впровадити теоретично надійний маршрут, так як

$$P_{мт} = \left(1 - [1 - P_т]^n\right) \times P_л, \tag{2}$$

де $P_л$ – ймовірність відмови із-за неробочого стану транспортної споруди.

Згідно досліджень Сафронова Е.А. ймовірність безвідмовної роботи транспортного засобу становить P_m = 0,97, а тролейбусних споруд енергопостачання – $P_л$ = 0,99.

Набагато гіршою є ситуація для трамваїв або метрополітену, тому що вихід з ладу тільки одного транспортного засобу або аварія викликають перерву перевезень на маршруті, а в окремих випадках - на їх групі:

$$P_{мтр} = P_{тр}^{n} \times P_{лт} \times P_{мт}, \quad (3)$$

де $P_{тр}$ – ймовірність безвідмовної роботи трамваю;

$P_{лт}$ – ймовірність безвідмовності споруд енергопостачання;

$P_{мт}$ – ймовірність безвідмовності рейкового шляху.

Ймовірність безвідмовної роботи транспортного засобу становить $P_{тр}$ = 0,990, трамвайних споруд енергопостачання – $P_{лт}$ = 0,995, рейкового шляху – $P_{мт}$ = 0,999.

Оцінка зміни надійності функціонування маршрутів міського пасажирського транспорту наведені на рисунку 3.

Рисунок – 3. Залежність ймовірності безвідмовного функціонування міського маршруту від кількості транспортних засобів

Таким чином, для отримання надійної міської мережі необхідне по-ділянкове дублювання мережі електротранспорту автобусним сполученням, що не суперечить закономірностям формування міської маршрутної мережі (рисунок 2). Тобто перевізна здатність автобусів у тих містах, які обслуговуються декількома видами міського транспорту, повинна бути не меншою ніж у електротранспорту. Крім цього, необхідно мати певний резерв автобусів для ліквідації виходу з ладу групи маршрутів електротранспорту. Одночасний вихід з ладу декількох груп маршрутів – малоймовірний.

$$N_{ар} = K_{м} \times K_{пр} \times n \quad (4)$$

Якщо припустити, що з ладу вийшла група трамвайних маршрутів, то при середніх значеннях маршрутного коефіцієнту $K_{м}$ = 3, кількості поїздів на маршруті n = 10, коефіцієнту приведення за місткістю $K_{пр}$ = 3, необхідна кількість резервних автобусів становитиме $n_{ар}$ = 3×3×10 = 90 (од.)

Висновок

Враховуючи все вищенаведене, можна зробити висновок, що створення надійної системи міських пасажирських перевезень без участі автомобільного транспорту неможливе. При цьому, перевізна здатність автобусів у містах, які обслуговуються декількома видами міського транспорту, повинна бути не меншою ніж у електротранспорту.

Список літератури

1. Richard C. Dorf, Robert H. Bishop. MODERN CONTROL SYSTEMS TWELFTH EDITION. ISBN-10: 013602498X ISBN-13: 9780136024989 Publisher: Prentice Hall Copyright: 2011 Format: On-line Supplement

2. Форнальчик Є.Ю., Оліскевич М.С., Мастикаш О.Л., Пельо Р.А. Технічна експлуатація та надійність автомобілів: навч. пос. / За заг. ред. Є.Ю. Форнальчика. – Львів: Афіша, 2004. – 492 с.

3. Лащених О.А. Імовірнісні статистико-експериментальні методи аналізу транспортних систем: навчальний посібник / О.А. Лащених, О.Ф. Кузькін, С.В. Грицай, – Запоріжжя: ЗНТУ, 2011. – 420 с.

4. Гульчак О.Д., Коцюк О. Я. Моделювання розвитку міських пасажирських перевезень маршрутними таксі / О. Я. Коцюк // Вісник [Національного транспортного університету]. - 2012. - № 26(2). - С. 177-180.

5. Коцюк О.Я. Удосконалення автобусних маршрутних систем у великих та найбільших містах: Дис. канд. техн. наук. - Київ, 1990. - 165с.

6. Balog, John N., Boyd, Annabelle, Caton, James E. The Public Transportation System Security and Emergency Preparedness Planning Guide. U.S. Department of Transportation Research and Special Programs Administration John A. Volpe National Transportation Systems Center Cambridge, Massachusetts 02142-1093, Final Report, 2003.-195 p.

7. Żurek, J.; Małachowski, J.; Ziółkowski, J.; Szkutnik-Rogoż, J. Reliability Analysis of Technical Means of Transport. Appl. Sci. 2020, 10, 3016. https://doi.org/10.3390/app10093016

РОЗБУДОВА СУЧАСНИХ ІТС У ПІСЛЯВОЄННИЙ ПЕРІОД ЯК ОДИН З ГОЛОВНИХ ЧИННИКІВ ПІДВИЩЕННЯ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОЇ СТІЙКОСТІ ТА ОБОРОНОЗДАТНОСТІ УКРАЇНИ

Віктор ДАНЧУК[1], д-р. фіз.-мат. наук, проф., Ольга КУНИЦЬКА[1], канд. техн. наук, доц.

[1]Національний транспортний університет

Ключові слова: Інтелектуальні транспортні системи, Smart Mobility, Smart Logistics, обороноздатність, стійкий розвиток

Вступ

Сучасні тенденції прискорення науково-технічного прогресу та, як наслідок, активне впровадження швидкозмінних наукомістких інноваційних технологій з короткими життєвими циклами, глобалізація, ускладнення та взаємовплив соціально-економічних процесів зумовлюють нелінійно-динамічний (біфуркаційний) характер розвитку цивілізації. Це за певних умов може призводити до непередбачуваності ринків капіталу, нерівномірності економічних розвитку в різних країнах, до тяжких фінансово-економічних криз, незворотних процесів глобального руйнування довкілля, створення геополітичних передумов до виникнення воєнних дій.

Поряд із цим, прискорена автомобілізація в умовах відставання розвитку транспортного комплексу призводить до прояву низки негативних наслідків, серед яких можна виділити такі основні, як різке зменшення ефективності функціонування транспортних систем та зростання екологічної завантаженості. Це, зокрема, зумовлює

виникнення значних затримок у транспортуванні вантажів, що призводить не лише до часових, а й до суттєвих економічних втрат.

Відомо, що один із найбільш ефективних шляхів забезпечення стійкого розвитку суспільства на всіх його рівнях (місто, держава, транснаціональне співтовариство тощо) в сучасних умовах пов'язаний із реалізацією концепцій Smart Mobility та Smart Logistics, а саме, з розробкою, впровадженням та застосуванням інтелектуальних транспортних систем (ІТС).

Крім того, як показує багатомісячний досвід війни між Росією та Україною, ефективне функціонування Smart Logistics є часто визначальним фактором успішності бойових операцій на сучасному театрі воєнних дій.

Між тим, до теперішнього часу, на жаль, проблемами інтелектуалізації транспортних систем в Україні займаються локально, епізодично при відсутності національної стратегії розвитку ІТС в країні, що, зокрема, заважає формуванню умов для її економічного прориву до рівня технологічно розвинутих держав.

У зв'язку з цим, **метою роботи** є визначення основних концептуальних шляхів розбудови сучасних ІТС у післявоєнний період як одного з головних чинників підвищення соціально-економічної стійкості та обороноздатності України.

Виклад основного матеріалу

Багатомісячний досвід ведення війни між Росією та Україною вказує на визначальну роль Smart Logistics у забезпеченні успіхів при проведенні бойових дій, а саме, належного використання комплексу засобів та способів, необхідних для доставки людей, техніки, боєприпасів до місця бойових операцій та їх відповідного розподілу, а також планування та організація заходів щодо підготовки та здійснення пов'язаних із цим процесів. Як показує аналіз, при проведенні бойових дій на теренах нашої країни, військова логістика характеризується такими особливостями:

- високий динамізм проведення бойових дій обумовлює необхідність виконання логістичних функцій у підвищених умовах невизначеності, непередбачуваності та непрогнозованості, де фактор часу відіграє визначальну роль;
- одночасне використання великої кількості різних родів військ під час проведення бойових операцій вимагає забезпечення високого рівня синхронності, своєчасності, координованості проведення логістичних операцій;
- найбільш ефективне вирішення проблем управління, зокрема, транспортно-логістичними процесами, як і ведення самих бойових дій, визначається високим рівнем застосування сучасних інтелектуальних інноваційних технологій;
- сучасний характер ведення війни часто призводить до реалізації самоорганізованої логістики, децентралізованої координації логістичних ланцюгів, де окремі агенти (оператори, військові підрозділи, водії транспортних засобів) в ланцюгу приймають автономні рішення на основі місцевої розвідки та місцевих даних.

Наведені вище особливості дозволяють визначати сучасний театр воєнних дій в Україні як нелінійне динамічне (нестаціонарне) дисипативне середовище, що потребує, в рамках створеної єдиної ієрархічної інформаційної системи, організації та проведення регулярного моніторингу зовнішнього середовища, формування дієвої системи аналізу та вироблення механізму адаптації до постійно змін на театрі воєнних дій, тобто ефективного управління транспортно-логістичними процесами.

Поряд з цим, прискорена автомобілізація в умовах відставання розвитку вулично-дорожніх мереж великих міст, що спостерігається останні роки, супроводжується проявом низки негативних наслідків, серед яких можна виділити такі основні, як різке зменшення ефективності транспортної інфраструктури (значна нерівномірність транспортного навантаження, зменшення швидкості руху транспортних потоків (ТП), пробки, дорожньо-транспортні пригоди тощо), а також підвищення рівня забруднення довкілля. Це, зокрема, обумовлює виникнення значних затримок у транспортуванні вантажів, що призводить не лише до тимчасових, а й до суттєвих економічних втрат. Загалом така ситуація призводить

до істотного зниження стійкого розвитку міст і населених пунктів як одного з важливих факторів стійкого розвитку суспільства.

Більшою мірою ефективність функціонування транспортних систем в таких умовах визначається ефективністю застосування транспортної логістики, що пов'язане з оптимальним розташуванням розподільчих центрів доставки вантажів, управлінням процесами оптимальної маршрутизації з урахуванням нелінійної (нестаціонарної) динаміки зовнішнього середовища (наприклад, різкого ущільнення ТП, природніх катастроф, руйнування інфраструктури внаслідок бойових дій, тощо).

Аналіз показує, що найбільш ефективне вирішення цих проблем у сучасних умовах як мирного розвитку суспільства, так і військових дій, пов'язують із реалізацією концепції Smart Mobility та Smart Logistics, а саме, з розробкою, впровадженням та застосуванням ІТС, де велику роль відіграє ефективне використання сучасних інтелектуальних інформаційних технологій: Інтернет речей , blockchain (BC), великі дані та штучний інтелект.

Однак, якщо у провідних країнах проблемами інтелектуалізації транспортних систем займалися з 90-х років, створення ІТС відбувалося комплексно, системно, з відпрацюванням відповідної стратегії та тактики, на жаль, в Україні до війни розробка та розгортання модулів ІТС здійснювалось локально, епізодично за відсутності належного відношення відповідних інституцій до проблем розвитку ІТС у країні.

У 2018р. Кабінетом міністрів України була затверджена Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року [1], де вперше ставиться питання про впровадження ІТС з можливістю використання високотехнологічної супутникової навігації, інноваційних технологій (смарт-інфраструктури та смарт-мобільності), підвищення пропускної спроможності дорожньої мережі, "хмарних" технологій зберігання даних, віртуалізації, центрів обробки даних та інш. Між тим, ні в цьому, ні в інших документах не наведено глибокого аналізу світового досвіду впровадження ІТС, не визначено основні принципи та механізми їх ефективного розгортання та функціонування на всіх ієрархічних рівнях: таймфреймах, від реального часу до стратегічного планування; географічних масштабах, від міських до світових; на всіх організаційних рівнях, від модального до інтегрованого ланцюга постачання. На сьогоднішній день, на жаль, в Україні відсутні:

- Національна стратегія та Національна програма розробки, впровадження та експлуатації ІТС. Не розроблені концептуальні документи стратегічного рівня, які є практично у всіх більш-менш розвинених країнах, що обумовлює відсутність можливості координації відповідних проектів з боку держави та підприємницького сектору.
- Єдина державна політика в сфері розвитку ІТС. Не тільки в суспільстві в цілому, але і в середовищі професіоналів відсутня єдина термінологія в області «ІТС». Немає основоположних документів, де повинно бути прописано, хто, коли, з якими цілями, в якому порядку і за рахунок яких ресурсів повинен створювати ІТС.
- Система стандартів на основні показники, інтерфейси і протоколи зв'язку інформаційних, телекомунікаційних та транспортних компонентів ІТС, яка дозволяє інтегрувати численні компоненти в загальній ІТС. Відсутні стандарти, що регулюють відносини в галузі інформації, комунікацій і систем управління наземними транспортними засобами в місті і в сільській місцевості, включаючи організацію дорожнього руху, громадський транспорт, комерційний транспорт, аварійні служби та комерційні послуги в області ІТС.

Потребує свого створення науково-практичний базис щодо умов та механізмів стійкого функціонування та розвитку ІТС, які пов'язані з проактивною діяльністю з вдосконалення та своєчасного впровадження сучасних інформаційно-комунікаційних технологій в ІТС; безперервним контролінгом стану функціонування транспортної системи; реалізацією високого ступеня координації, синхронізованої та узгодженої взаємодії між процесами розробки, впровадження, використання ІТС, з одного боку, та процесами організаційної, виробничої діяльності відповідних інституцій, що забезпечують високу ефективність функціонування ІТС з урахуванням цілей стійкого розвитку систем відповідної розмірності, з

іншого боку. При цьому законодавча, фінансова діяльність державних інституцій, державно-приватне співробітництво мають бути спрямовані на досягнення екологічних, соціальних та економічних цілей стійкого розвитку міста, регіону, держави та транснаціональної спільноти загалом.

Зрозуміло, що створення такого базису повинно бути покладено в основу подальшої розробки відповідних підсистем ІТС, стандартів технологій ІТС, що, врешті решт, дозволить здійснити формування Національного стандарту та Національної архітектури ІТС України.

Висновки

Розбудова сучасних ІТС є одна з найважливіших складових створення ефективного транспортного комплексу України, що має бути інтегрованим у світову транспортну мережу, а також забезпечення його безпечного функціонування, досягнення Україною статусу регіонального транспортного хабу, задоволення потреб населення в перевезеннях і покращення умов ведення бізнесу, підвищення ефективності національної економіки та обороноздатності країни. Тому в умовах післявоєнного відновлення народного господарства України, що потребує належного фінансування з боку світового співтовариства, ці питання відіграватимуть важливу роль у розвитку країни, у тому числі як чинники європейської та євроатлантичної інтеграції України.

Відповідно, розробка та розгортання національної ІТС саме при врахування світового досвіду становлення ІТС у провідних країнах дозволить у подальшому приєднатися до Транс-європейської ІТС, яка в цей час активно розвивається [2].

Список літератури

1. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року/ Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30 травня 2018 р. № 430-р.

2. Status of the implementation of the Road Map on Intelligent Transport Systems. – Note by the secretariat/ Economic Commission for Europe Inland Transport Committee Seventy-eighth session Geneva, 23–26 February 2016 Item 4. Режим доступу: https://unece.org/DAM/trans/doc/2016/itc/ECE-TRANS-2016-9e.pdf

РОЗВИТОК СЕКТОРУ РОЗУМНОГО ОСВІТЛЕННЯ МІСТ ТА ДОРОЖНЬОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ЯК НАПРЯМ ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ МІСТ УКРАЇНИ

Ольга КУНИЦЬКА[1], проф., канд.техн.наук, Євгенія СУРКОВА[1], магістр

[1]Національний транспортний університет (Україна)

Ключові слова: розумне місто, транспортна інфраструктура, транспортне освітлення, транспортне забруднення, оптимізація, післявоєнне відновлення, розумне освітлення.

Вступ

В транспортній стратегії післявоєнного відновлення міст України стоїть питання не лише відбудови, а реорганізації та оптимізації функціонування її елементів. Дорожнє освітлення є елементом, що потребує окремої уваги с точки зору впровадження принципів сталого розвитку міст.

Мета роботи

Пошкодження енергетичної інфраструктури в наслідок регулярних обстрілів призвели до значних проблем в організації транспортного сектору освітлення, а також виявили основні недоліки системи, а саме:

- Тотальна централізація;
- Залежність від загальної енергетичної системи;
- Використання застарілого енергозатратного обладнання;
- Мінімальне використання сучасних ІТС;
- Майже повна відсутність децентралізованого екстремального забезпечення.

Використання українського та світового досвіду в організації «розумного» освітлення у післявоєнному відновленні міст, вирішить зазначені проблеми.

Виклад основного матеріалу дослідження

Розумне освітлення є функціональною частиною концепції «Розумного міста», основні принципи якого наведено в таблиці 1, а елементи зображено на рисунку 1.

Таблиця 1 - Принципи «розумного» міста

Інформаційно-орієнтоване	Збір, інтеграція, доповнення, зберігання і поширення даних для вдосконалення процесу прийняття рішень.
Взаємопов'язане	Ефективне використання Інтернет речей для покращення можливостей міста сприймати та реагувати на нагальні потреби мешканців.
Інтелектуальне	Використання аналітики і когнітивних інструментів для стимуляції поведінкових змін.
Об'єднане	Об'єднання міських службовців та містян для співпраці. Ключовими є прозорість та відкритість даних.
Чітко організоване	Надання мешканцям міста доступних, зручних та ефективних послуг.

Рисунок 1 - Основні елементи «розумного» міста

При цьому «Smart Lighting» (розумне освітлення) можна вважати частиною кількох елементів розумного міста. Це зумовлено тим, що освітлення є дуже багатостороннім фактором.

Рисунок 2 – Smart Lighting як складова різних елементів «розумного» міста

При цьому Smart Lighting має універсальну функціональність: починаючи від неонових вивісок до смарт-зупинок з різними інтерактивними функціями (регулювання інтенсивності освітлення, інтерактивне табло, датчики руху, вимірювальні пристрої для моніторингу якості повітря, автономні пристрої живлення, двосторонній екстрений зв'язок, відео спостереження, Wi-Fi покриття та багато іншого). «Розумне» освітлення надає інтегроване рішення для додаткових послуг «розумного» міста, таких як моніторинг паркувальних місць і дорожнього руху (автомобільного, велосипедного та пішохідного) й інфраструктуру електронної мобільності (e-mobility), зокрема, станції зарядки електронних велосипедів і електронних автомобілів. Створення інфраструктури інтелектуальної мережі освітлення дозволяє збирати цінні і специфічні для місцезнаходження набори даних, що забезпечують ефективне і збалансоване управління містом.

Також слід зауважити вплив системи розумного освітлення на зменшення світлового забруднення, про яке нині наголошують науковці-екологи. Ключові завдання Smart Lighting представлені на рисунку 3:

Рисунок 3 - Ключові завдання Smart Lighting

Удосконалення Smart Lighting в рамках реалізації принципів Smart City широко розглядається серед світових академічних, бізнесових та політичних кіл. Зокрема науковці Р. Берген [1], П. Ломбарді [2], Б. Кохен [3] зробили внесок у формування концепції Smart Lighting, дослідження її компонентів та інтерпретацію визначення. Світові організації,

“European Commission”, “ITU”, “OECD”, “UN-Habitat” займаються розробленням принципів, індексів та рекомендацій щодо механізму впровадження концепції Smart Lighting у містах. Приватний сектор (“Ericsson”, “Huawei”, “Microsoft”) працює над стандартами та рішеннями Smart Lighting для конкретних міст.

В Україні компанія «Київстар» представила свою теорію рішень «розумного» міста та можливості її реалізації на базі єдиної муніципальної платформи, [4] в якій окремим напрямком розглянуто питання «Smart Lighting»: компанія, як оператор зв’язку, пропонує та підкреслює важливість підключення ліхтарів до мережі Інтернет, що дасть можливість спрощеного керування системою освітлення дистанційно, з можливістю встановлення додаткових датчиків, що також будуть використовувати. Інтернет підключення для передачі даних. Такий підхід реалізовано в ряді європейських міст, що дає можливість отримувати дані щодо якості повітря, за допомогою датчиків, встановлених на елементи міського освітлення.

Розробки Smart Lighting несуть в тому числі економічну складову. Так, хорватська система NEWLIGHT, вартість фактичної роботи якої була запланована на рівні €20 млн, надає розрахункову економію енергії 60% або 35 ГВтч на рік. Дослідження Javad Yazdani «Modelling and Developing An Intelligent Road Lighting System Using Power-Line Communication» [6] представляє економічний аспект, в основі якого система затемнення чи повного вимкнення освітлення в ділянках, які цього потребують.

Висновки

Досвід сталого розвитку європейських міст надає широкий спектр можливостей, впровадження яких доцільно у післявоєнному відновленні міст України. В тому числі, це стосується енергозатратного і слаборозвиненого напрямку Smart Lighting.

Список літератури

1. Р. Берген The rise of the smart city, [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.rolandberger.com/en/Insights/Publications/The-rise-of-the-smart-city.html
2. P. Lombardi Smart City as a Mobile Technology: Critical Perspectives on Urban Development Policies, [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/282947714_Smart_City_as_a_Mobile_Technology_Critical_Perspectives_on_Urban_Development_Policies
3. Smart City Wheel b Cohen, [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/figure/Smart-City-Wheel-Cohen-2012b_fig5_281626440
4. Теорія рішень «розумного» міста та можливості її реалізації на базі єдиної муніципальної платформи, [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://hub.kyivstar.ua/news/teoriya-reshenij-umnogo-goroda-i-vozmozhnosti-ee-realizaczii-na-baze-edinoj-municzipalnoj-platformy/
5. Sakhawat Hossan «Fog-based dynamic traffic light control system for improving public transport», [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.academia.edu/88384739/Fog_based_dynamic_traffic_light_control_system_for_improving_public_transport?sm=b
6. Modelling and Developing An Intelligent Road Lighting System Using Power-Line Communication, Javad Yazdani [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:https://www.academia.edu/74282727/Modelling_and_Developing_An_Intelligent_Road_Lighting_System_Using_Power_Line_Communication

СТАЛА МІСЬКА МОБІЛЬНІСТЬ М. ХАРКОВА – ПІСЛЯВОЄННЕ ВІДНОВЛЕННЯ

Ірина ЛИННИК[1], проф., Олександр ЗАВАЛЬНИЙ[1], проф.,
Катерина ВАКУЛЕНКО[1], доцент, Дмитро БУРКО[1], доцент

[1]Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова

Ключові слова: стала міська мобільність, інтенсивність транспортних потоків, вулично-дорожня мережа

Вступ

В наслідок військових дій в м. Харкові зруйновано багато інфраструктурних об'єктів: житлових будинків, шкіл, дитячих садків, лікарень, промислових підприємств та об'єктів інфраструктури. Пошкоджено дорожнє покриття на багатьох вулицях. Тому постала проблема відновлення та покращення планувальних характеристик і розвитку мережі існуючих вулиць з проведенням часткової чи повної їхньої реконструкції у відповідності з інтенсивністю руху транспорту і пішоходів, можливої ізоляції руху транспортних потоків від пішохідного руху, усунення перетинань високо інтенсивних транспортних потоків в одному рівні, відбудови та відновлення об'єктів інфраструктури, дорожнього покриття вулиць, що постраждали через постійні обстріли під час війни. Тому наразі є важливим проведення аналізу довоєнного стану і виявлення проблем функціонування вулично-дорожньої мережі м. Харкова, що стане вагомим доробком при відбудові міста й формуванні нового Генерального плану та Плану сталої мобільності.

Мета роботи

Виявити проблеми функціонування вулично-дорожньої мережі м. Харкова у довоєнний період на основі обробки результатів дослідження інтенсивності транспортних потоків та запропонувати заходи щодо підвищення ефективності функціонування та розвитку вулично-дорожньої мережі для формування Плану сталої міської мобільності та оновлення Генерального плану м. Харкова.

Виклад основного матеріалу дослідження

Зростання рівня автомобілізації в умовах сформованої вулично-дорожньої мережі міста супроводжується підвищенням інтенсивності руху, збільшенням рівня завантаження основних напрямків, створенням заторів та зниженням середньої швидкості руху, а також негативно впливає на навколишнє середовище [1 - 5]. Перелічені проблеми впливають на рівень та комфорт життєдіяльності населення, задля покращення якого в містах Європи (The UK with the Local Transport Plans (LTP) and France with the Plans de Diplacements Urbains (PDU)) та України розробляються та впроваджуються плани сталої міської мобільності [6].

Сталість міського простору є одним із ключових завдань нашого часу. Розробка планів сталої мобільності в містах та їх впровадження спрямоване на покращення доступності та якості життя населення, через виявлення проблем у плануванні роботи міського транспорту та політиці, що пов'язана з міською мобільністю, підвищення обізнаності учасників транспортного процесу щодо проведення планування стійкої міської мобільності з урахуванням різних інституційних, екологічних та соціальних умов [6].

План сталого розвитку базується на існуючих практиках планування з урахуванням інтеграції сучасних підходів оптимізації вулично-дорожньої мережі, що представляються у вигляді «піраміди мобільності» з пріоритетами розвитку міста, де найвищий пріоритет надається пішоходам, найнижчий – припаркованим автомобілям [7]. Наразі розрізняють 22 індикатори міської мобільності, що охоплюють інтереси всіх її учасників: міська влада, транспортні підприємства, пішоходи, водії тощо. [8]. До індикаторів сталої мобільності міст належать: затори та затримки, час руху, використання пасажиромісткості, безпека дорожнього руху, забруднення повітря та шумове забруднення, використання простору

мобільності, доступність до послуг мобільності, доступність для людей з обмеженими можливостями, комфорт і задоволення, енергоефективність, продуктивність системи мобільності, можливість активної мобільності, економічні можливості, державне фінансування тощо [8]. Оцінити вплив більшості зазначених індикаторів на систему міської мобільності можна за рахунок аналізу існуючого стану функціонування вулично-дорожньої мережі, проведення дослідження інтенсивності, середньої швидкості руху та складу транспортних потоків, оцінки рівня завантаження елементів вулично-дорожньої мережі міста.

Місто Харків має історично сформовану радіальну структуру планування вулично-дорожньої мережі, що складена магістралями загальноміського значення. Деякі райони мають прямокутну структуру планування. Навколо міста прокладено кільцеву дорогу [9]. Загальна довжина магістральної мережі складає 395,0 км, а її щільність відносно забудованої частини міста становить 1,8 км/км^2 [9].

У м. Харкові за останні роки було проведено реконструкцію деяких магістральних вулиць і площ із розширенням проїзної частини, поліпшенням умов руху, ліквідацією або перекладанням трамвайних шляхів, у декількох районах міста здійснено так звані «пробивки» для поліпшення умов руху транспортних потоків.

У місті не існує магістральних вулиць безперервного руху, що значно погіршує характеристики транспортних потоків, особливо в центральній частині, сприяючи при цьому виникненню заторів, значних економічних втрат, пов’язаних із затримками, безпекою руху та екологічним станом міського середовища [9].

У 2019 році Харківською міською радою було затверджено зміни до Генерального плану міста Харкова, згідно з якими була запропонована організація заходів щодо удосконалення вулично-дорожньої мережі та міського простору за рахунок створення транспортних розв’язок у різних рівнях, велосипедної інфраструктури у найзначніших містах, пішохідної інфраструктури та рекреаційних зон у центральній частині міста, формування паркувального простору, оновлення транспортних засобів на міських пасажирських маршрутах, оптимізація маршрутної мережі міста.

Восени 2022 року проведено дослідження інтенсивності руху транспортних потоків на вулично-дорожній мережі міста Харкова. Дослідження проводились у рамках проєкту «Інтегрований розвиток міст в Україні II» за підтримки уряду Німеччини через Федеральне міністерство економічного співробітництва та розвитку Німеччини (BMZ), та Швейцарської Конфедерації через Державний секретаріат з економічних питань Швейцарії (SECO). Цей проєкт був покликаний сприяти покращенню умов життя у містах України, зокрема у м. Харкові. Однією з цілей проєкту є підтримка міста Харкова в розробці Плану сталої міської мобільності (ПСММ). Метою проведення обстеження було отримання вихідних даних для дослідження транспортних потоків у м. Харкові та розробки заходів щодо пріоритетного розвитку сталих способів пересування у рамках запропонованих сценаріїв.

Відповідно до розробленого плану обстеження спостереження проводились на перетинаннях вулиць і доріг міста, відібраних за критерієм максимального. За результатами попереднього аналізу вулично-дорожньої мережі з метою отримання репрезентативних результатів визначено 88 локацій (рис. 1). У результаті визначено інтенсивність руху транспортних потоків. Встановлено, що у центральній зоні міста в складі транспортного потоку переважають легкові автомобілі, тоді як у серединній і периферійній зонах – їхня частка зменшується та збільшується частка вантажних машин і автобусів.

Отримані значення інтенсивності в приведених одиницях за годину «пік» представлено на рис. 2. Найбільша сумарна інтенсивність транспортних потоків спостерігається на перехрестях, що представлені на рис. 3. У подальшому отримані дані планувалось використати для визначення рівнів завантаження вулиць м. Харкова, а також для розробки схем удосконалення організації дорожнього руху.

Рисунок 1 – Локації обстежень інтенсивності транспортного потоку

Рисунок 2 – Картограма інтенсивності руху транспортних потоків у годину «пік» на основних магістральних вулицях загальноміського значення м. Харкова

Рисунок 3 – Проблемні перехрестя м. Харкова з найбільшою сумарною інтенсивністю руху

Отримані значення середньої швидкості руху транспортних потоків представлено на рис. 4. Середня швидкість руху становить – 50 км/год. Ці результати використано для розрахунку пропускної здатності вулиць та доріг м. Харкова, а також для визначення проблемних місць, що потребують реорганізації дорожнього руху.

Оцінка рівнів завантаження елементів вулично-дорожньої мережі міста протягом доби свідчить про те, що середнє значення коефіцієнту завантаження в ранковий період «пік» у будні дні становить у середньому 71,8 %, у вечірній період «пік» у будні дні – 70,8 %. Щотижнева завантаженість вулиць за часом доби наведена на рис. 5.

Рисунок 4 – Середня швидкість руху транспортних потоків

	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
12:00 AM	2%	0%	0%	1%	0%	1%	2%
	3%	0%	1%	2%	1%	1%	3%
02:00 AM	2%	1%	1%	1%	1%	0%	2%
	2%	1%	1%	2%	1%	1%	2%
04:00 AM	1%	1%	1%	1%	1%	0%	0%
	0%	1%	2%	1%	0%	1%	0%
06:00 AM	4%	8%	9%	9%	9%	8%	5%
	8%	34%	38%	36%	36%	33%	13%
08:00 AM	11%	71%	78%	73%	71%	66%	20%
	14%	57%	69%	62%	61%	58%	26%
10:00 AM	17%	46%	60%	52%	53%	54%	33%
	21%	44%	56%	50%	52%	56%	40%
12:00 PM	24%	45%	55%	51%	52%	58%	44%
	25%	46%	55%	52%	53%	59%	45%
02:00 PM	26%	48%	56%	53%	55%	62%	44%
	25%	50%	59%	56%	58%	66%	40%
04:00 PM	24%	55%	61%	60%	61%	75%	35%
	24%	65%	72%	70%	70%	77%	30%
06:00 PM	23%	64%	72%	70%	69%	72%	27%
	21%	37%	42%	41%	42%	47%	23%
08:00 PM	18%	23%	24%	24%	24%	27%	20%
	14%	16%	16%	17%	17%	19%	16%
10:00 PM	10%	11%	10%	11%	11%	13%	12%
	2%	3%	2%	2%	3%	5%	4%

Рисунок 5 – Щотижнева завантаженість вулиць за часом доби [12]

За результатами проведеного дослідження, сформовано пропозиції щодо подальшого розвитку вулично-дорожньої мережі та міського простору м. Харкова, що відповідають основним пріоритетам «піраміди мобільності» та основним принципам сталої міської мобільності:

- завершення двох кільцевих зв’язків навколо історичного центру та серединної зони;
- влаштування транспортних розв’язок у різних рівнях на перетинаннях кільцевих і радіальних зв’язків, а також на найбільш проблемних вузлах;
- будівництво додаткових швидкісних магістралей для пропуску транзитного транспорту з півдня на північ і з заходу на схід;
- оптимізація маршрутів міського транспорту;
- розвиток нових екологічних видів міського транспорту, таких як електробуси;
- відновлення та подальший розвиток трамвайної мережі;
- створення високоефективної системи автобусного сполучення (Система BRT (Bus Rapid Transit);
- будівництво вилітних наземних ліній як продовження ліній метрополітену;
- організація сучасного паркувального простору, як у центральній частині міста так і в житлових масивах;
- влаштування в центральній частині міста пішохідних та рекреаційних зон, вільних від транспорту;
- створення сучасної велосипедної інфраструктури.

Висновки

У результаті аналізу існуючого стану функціонування вулично-дорожньої мережі м. Харкова було виявлено ряд недоліків. Проведена обробка результатів обстежень інтенсивності транспортних потоків на вулицях міста Харкова, що виконувались в рамках проєкту «Інтегрований розвиток міст в Україні II» та аналіз результатів таких обстежень вказує на необхідність розробки мультимодальної транспортної макромоделі (МТМ) та на її основі, – Плану сталої міської мобільності (ПСММ) м. Харкова. На підставі отриманих результатів можливе визначення місць на вулично-дорожній мережі (перехрестя, перегони), що потребують розробки схем удосконалення організації дорожнього руху.

У результаті розробки МТМ та ПСММ у місті буде враховано:

– розподіл транспортних потоків за складом з урахуванням частки автобусів та тролейбусів;

– рівень завантаження доріг та вулиць (можливість перерозподілу руху легкового та/або вантажного транспорту на менш завантажені ділянки за рахунок наявних резервів пропускної спроможності транспортної мережі);

– більш справедливий та безпечний розподіл міських територій на користь

немоторизованого транспорту;

– покращення енергоефективності за рахунок оновлення автопарку;
– зменшення викидів парникових газів від транспортних засобів.

Список літератури

1. Lynnyk, I., Vakulenko, K., & Lezhneva, E. (2021). Analysis of the Air Quality in Considering the Impact of the Atmospheric Emission from the Urban Road Traffic. In *Research Methods in Modern Urban Transportation Systems and Networks*. *Springer Cham*, pp. 13-27

2. Лобашов, А. О., & Бурко, Д. Л. (2006). Определение скорости движения транспортных потоков в городах. *Научно-технический сборник. Коммунальное хозяйство городов*, 202-205.

3. Бурко Д. Л. Анализ влияния параметров УДС на характеристики функционирования транспортных потоков в городах. *Вестник Донецкого ин-та автомоб. трансп*, 2007, 3: 42-46.

4. Burko Dmytro, et al. Establishing patterns of the urban transport flows functioning on urban network parameters. *Transportation Research Procedia*, 2020, 48: 793-800.

5. Бурко Д. Л. Подход к определению перспективного уровня автомобилизации в городах. *Восточно-европейский журнал передовых технологий*, 2008, 6.6 (36): 33-36.

6. Wefering, F., Rupprecht, S., Bührmann, S., & Böhler-Baedeker, S. (2013, March). Guidelines. developing and implementing a sustainable urban mobility plan. In *Workshop* (p. 117).

7. Lobashov Oleksii, et al. Assessment of possibility of" Park and ride" system in Kharkiv, Ukraine. *Transportation Research Procedia*, 2021, 55: 159-164.

8. Gillis, D., Semanjski, I., & Lauwers, D. (2015). How to monitor sustainable mobility in cities? Literature review in the frame of creating a set of sustainable mobility indicators. *Sustainability*, *8*(1), 29.

9. Генеральний план міста [Електронний ресурс]. – Електронні текстові дані. – Режим доступу: https://www.city.kharkov.ua/uk/dokumentyi/generalnyij-plan-goroda.html, вільний (дата звернення 25.07.2022). – Назва з екрана.

ЗАГРОЗИ ІНФОРМАЦІЙНІЙ БЕЗПЕЦІ У МІКРОКОНТРОЛЛЕРНИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТОМ

Вадим МАЛІНОВСЬКИЙ[1] канд.техн.наук, Леонід КУПЕРШТЕЙН[1] канд.техн.наук, доцент

[1]Вінницький національний технічний університет (Україна).

Ключові слова: кіберзахист мікроконтролерів, кіберзагроза, інформаційна безпека, вразливість, мікроконтролерна система, мікроконтролер (МК), Інтернет речей (IoT), ПЗ, ШПЗ.

Вступ

Сучасні технології транспортних систем містять у своєму складі автоматизовані або автоматичні рішення по управлінню окремими технічними вузлами чи агрегатами, що містять у своєму складі мікроконтролери (МК) – в якості основних елементів оброблення і керування. Поширеність МК охоплює практично усі сфери використання технологічного обладнання від побутової техніки до робототехнічних інтелектуальних систем. Не виключенням є і сфера транспортну. Системи управління обладнанням в транспортній галузі на базі мікроконтролерів та їх супутніх електронних систем досить швидко набули популярності. Динамічний стрімкий розвиток мікроконтролерних технологій забезпечив активне їх впровадження у сферу управління транспортом і транспортними потоками за

рахунок компактності, функціональності, швидкого прототипування засобів для автоматизації процесів управління обладнанням [1].

Однак, разом із критичністю сфери використання МК і важливістю і значимістю технологічних процесів, якими управляють мікроконтролери, набуває швидких темпів ескалація сучасних інформаційних загроз для МК: інформаційні атаки, злами, інформаційні втручання в обчислювальний процес, шкідливе програмне забезпечення та ін. [2–9]. Це може мати значні наслідки і втрати для відповідальної і важливої галузі транспортних систем, за рахунок їх критичності і важливості процесів в них, як наслідок – перехоплення управління або пряме втручання чи порушення обчислювального процесу в мікроконтролерах управління транспортної сфери (окремі ділянки управління транспортного обладнання, систем автоматизованого управління транспортом на базі МК) може мати значні наслідки за рахунок критичності і безпекової складової транспортної сфери.

Зараз, враховуючи широкомасштабне військове вторгнення і інформаційне протистояння, кількість кібератак постійно збільшується, адже вони є потужною кіберзброєю і може при певних умовах досить суттєвою вплинути на результати воєнних дій [10]. Середовище кіберзагроз МК і вектори інформаційних втручань продовжують зростати в останні роки, оскільки додається все більше варіацій застосувань взаємопов'язаних МК пристроїв та їх інтерфейсів, каналів підключення. Електронні схеми мікропроцесорних пристроїв, мікроконтролерів і в т.ч. пристроїв управління і пристроїв Інтернету речей на базі МК в транспортній галузі збільшується із збільшенням кількості елементів і блоків, а також їх взаємозв’язків. Те, як сучасні компанії, які експлуатують системи на базі МК пристроїв, говорить про те, що із більшістю відомих інформаційних ризиків і загроз, часто справляються не досить ефективно і залежність інтенсивності їх прояву від стратегічного підходу є досить значною [4]. В стратегічному плані блокування і передчасне попередження інформаційних втручань і кібератак на пристрої управління із МК, дозволяє отримати більший ефект і попередити значні наслідки від негативного впливу замість того, щоб їх усувати в кінці. Розрахувавши відповідну швидку реакцію і попередивши основні канали інформаційних втручань до та після інциденту, в мінімально можливий час можна уникнути «сліпих зон» і «дір в безпеці» значно підвищивши комплексний рівень безпеки автоматизованих і автоматичних систем управління в складі транспортних систем.

Безпека при збереженні функціональності інформаційних систем на базі МК в складі критичних систем (в т.ч. і транспортної) — завдання, яке повинні виконувати більшість організацій.

Тому проблема забезпечення інформаційної безпеки мікроконтролерів (МК), що входять до складу управління транспортних систем є особливо актуальною і потребує вирішення та попередження із метою забезпечення комплексної безпеки систем управління та автоматики, супутніх систем що використовуються в транспортній галузі.

Метою роботи є проведення аналізу і визначення базових вразливих місць у сучасних мікроконтролерних системах управління транспортом і їх супутніх систем, де використовуються МК для подальшої оцінки інформаційної безпеки та попередження втручань у роботу схем на базі МК.

Основні інформаційні загрози МК схем управління транспортом

Для нейтралізації і вчасного попередження інформаційних впливів та інформаційних втручань у мікроконтроллерні системи управління транспортом, а також попередження збоїв та аномальних процесів функціонування мікроконтролерів і нейтралізації потенційних загроз можуть використовуватись різні методи [3, 5 – 9], зокрема й в більшості комплексні системи інформаційного захисту і ізоляція МК і супутніх систем по інформаційним і фізичним каналам доступу до нього, що в сукупності може підвищити рівень захищеності мікропроцесорної системи управління транспортом. Також можуть мати місце методи та підходи до ізоляції області роботи МК, підходи моніторингу, криптостійкі надійні алгоритми, антивірусні платформи і мережеві системи аналізу трафіку [13-18]. Ефективність цих методів, підходів і систем та досить часто й затрати на їх реалізацію не у повній мірі

дозволяють отримати необхідний рівень безпеки враховуючи сучасні загрози «0»-го дня і рівень сучасного шпигунського і хакерського програмного забезпечення для зламу і втручання в МК і систем управління на їх основі [3, 4, 5, 20, 21].

Для прикладу сучасні засоби інформаційних втручань в промислові МК пристрої дозволяють успішно реалізовувати шкідливий функціонал і втручання в обчислювальний процес мікроконтроллера шкідливими програмними модулями [3, 4], які експлуатують вразливості програмного коду МК в складі систем контролю АСУ ТП в транспортних системах на базі мікроконтролерів. Наявні вразливості та імплементація інформаційних впливів дозволяють впроваджувати шкідливий код або здійснювати шкідливі інформаційні втручання із порушенням штатного функціоналу МК засобів, нормального порядку виконання команд мікропрограми, що порушує нормальний процес їх функціонування в цілому. За даними компаній, що займаються аналізом інформаційних впливів, інформаційні шкідливі втручання в апаратні засоби на базі МК в галузі кібербезпеки інформаційних систем управління – розвиток засобів для здійснення інформаційних втручань і атак, а також їх функціоналу і широта сфери застосувань на сьогоднішній день значно перевищує рівні розробки сучасних засобів виявлення, попередження і захисту (IPS/IDS/SecD) [3, 5]. І особливо це стосується загроз у формі інформаційних втручань і спеціалізованого вузько орієнтованого шкідливого програмного забезпечення(ПЗ) і окремих мікромодулів ПЗ для МК систем, яке експлуатує вразливості Meltdown та Spectre [5 – 9], або спричиняє прямі і непрямі інформаційні втручання в обчислювальний процес МК, що характерні для мікроконтролерів і процесорів електронних обчислювальних систем і система автоматичного управління.

Одними із слабких місць в архітектурі МК є атаки на пам'ять [5], які дозволяють непомітно її модифікувати і змінювати порядки слідування, блоки даних та інформацію адресації в середовищах управління пам’яттю в МК. Особливо це стосується ресурсів пам’яті мікропроцесорів і мікроконтролерів високої продуктивності. Сучасні кіберзагрози і інформаційні ризики від діяльності кваліфікованих зловмисників із спеціалізованим набором програмних інструментів і спеціального ПЗ можуть бути досить значними, як і наслідки від успішного прояву кіберзагроз і інформаційних втручань. Вплив на пам'ять МК через наявні вразливості або канали надходження інформаційних загроз і втручань в окремих місцях в МК можуть модифікувати пам'ять мікроконтролера, забезпечуючи зловмисникам можливість вносити зміни в основну оперативну пам'ять (RAM) і у стек пам’яті програмної моделі системи МК, а також у порядки індексації адрес пам’яті. Такі атаки і втручання можливі завдяки вразливостям Rowhammer [6, 7, 9] та Spectre [6, 21], що дозволяють здійснювати маніпуляції із бітами (bit-flipping) і змінювати вразливі комірки пам'яті в МК системі порядки слідування виконання інструкцій мікропрограми. Даний тип атак стосується більше високорозрядних спеціалізованих МК систем на базі архітектури ARM (із 32- та 64-розрядністю), але також і можливі у інших традиційних RISC мікроконтролерах. Такі атаки із інформаційними втручаннями по зовнішніх каналах були показані на окремих системах із МК в їх складі для зовнішньої і внутрішньої пам’яті [19 – 20]. В ході першої з них зловмисникам вдалося отримати несанкціонований доступ до внутрішньої пам’яті МК через скомпрометований вторинний канал зв’язку. У другому випадку за допомогою модифікованих параметрів і спеціальних програм дослідники встановили шкідливий програмний пакет та імплементували його у мікропрограму МК у вигляді шкідливого сегменту даних.

Основними загрозами в сучасній архітектурі мікроконтролерів, які функціонують в складі транспортних систем управління є [4]:

- загрози пам’яті МК: прямий і опосередкований доступ до внутрішньої і зовнішньої пам’яті МК, інформаційні втручання із модифікацією і впровадженням («ін’єкцією») стороннього коду в пам’ять, в буферну, кеш-пам’ять, ОЗП(RAM), переповнення /буферу пам’яті, несанкціоноване зчитування буфера пам’яті МК;

• загрози ядра і основних центральних блоків МК :доступ до регістрів моніторингу станів та регістрів управління МК, тощо;

• прямі і непрямі інформаційні втручання у МК [4, 19, 20]: віддалене виконання та впровадження («ін'єкція») стороннього коду в пам'ять та мікропрограму МК, зовнішній доступ по лініям портів та інтерфейсам передачі даних у МК, несанкціоноване підключення [19];

• загрози «нульового дня» і запуск шкідливих мікромодулів коду: впровадження в основну підпрограму (в т.ч. загрози запуску «сліпих/порожніх» циклів в підпрограмі, зміна і переповнення пам'яті МК шляхом запуску ресурсоємкого програмного коду тощо), впровадження ірраціональних значень даних, які МК не зможе оновити;

• апаратні вразливості і недосконалість і незахищеність архітектури МК;

Прояв основних загроз в архітектурі МК зумовлений недосконалістю окремих блоків, вузлів і зв'язків, а також наявністю вразливостей і незахищених місць і точок впровадження впливу та інформаційних втручань. До самих основних і небезпечних інформаційних загроз, та самих інтенсивних по характеру прояву в МК – є загрози втручання в пам'ять на різних рівнях.

Загрози пам'яті МК відносяться до основних фундаментальних кіберзагроз в МК і часто накладаються на рівень інформаційних загроз ядра. Місця основних загроз на пам'ять в архітектурі мікроконтролера наведено на рис.1.

Рисунок 1 – Основні місця імплементації інформаційних втручань і загроз у архітектурі МК

Іншим по інтенсивності прояву та характеру впливу є загрози по вторинним (побічним) каналам, які також проявляються.

Основними каналами здійснення інформаційних втручань є сторонні канали :

1) інформаційні втручання із зовнішнього середовища через порти;

2) інформаційні втручання через інтерфейси МК (включаючи протоколи);

3) через схему і лінії управління;

4) втручання в механізм ланки тактового генератора частот МК.

5)перехоплення і підміна сигналів управління «від» та «до» МК на основній електронній схемі;

6) непрямі втручання через електромагнітний, звуковий (ультразвук) чи інший вплив.

Електронна схема МК є вразливим місцем по електричній частині і дозволяє при наявності фізичного доступу здійснювати підключення до ліній і портів МК із потенційною можливістю впливу та прямих та непрямих «ін'єкцій» даних і здійснення втручань у МК. Також основним місцем за наявністю фізичного доступу до схеми є перехоплення і підміна сигналів управління «від» та «до» МК на основній електронній схемі, що становить суттєву небезпеку. Також до цього пункту можна віднести і прямі та непрямі наведення у лініях керування МК, за наявністю такої технічної можливості.

Основні заходи і підходи захисту і мінімізації інформаційних впливів у МК

Для вирішення цих проблем безпеки МК в системах управління транспортом потрібна розробка окремих алгоритмічних і організаційних підходів або невеликих програмно-апаратних систем безпеки для основних мікропрограм МК і його ресурсів(пристроїв або засобів мікропроцесорного захисту), які дозволять захистити інформаційні процеси в МК, регістри управління і станів, інформаційні дані в кінцевих точках введення/виведення даних в МК, які можуть забезпечити ефективний, недорогий і дієвий локальний захист від більшої частини кіберзагроз.

Для запобігання цих вразливостей і перекриття наявних «слабких місць» в архітектурі МК, яка є фіксованою і прив'язаною до апаратного забезпечення (на відміну від аналогічних вразливостей в програмному забезпеченні і програмних модулях, які можна усунути відповідним оновленням чи модифікацією) ефективним і дієвим інструментом боротьби – є їх апаратна фізична та інформаційна ізоляція по первинним і вторинним каналам зв'язку із МК.

За функціональним призначенням такі заходи повинні реалізовувати наступні функції:

- швидкий оперативний аналіз в реальному часі і виявлення інформаційних каналів втручань і загроз в локальному середовищі оточення МК та/або в зовнішньому його периферійному оточенні , наприклад, в зовнішньому пристрої/сенсорі, до якого він підключається ;
- захист і блокування(відсікання) інформації, яка надходить у інтерфейсах і портах МК;
- поведінковий аналіз трафіку і інформаційних процесів у МК [13, 14, 16], захист кінцевих точок;
- виявлення «інформаційних аномалій» і характеру імплементації ірраціональних даних і параметрів – нехарактерних і ненормальних станів, аномальної ірраціональної поведінки роботи мікропроцесорного пристрою і впровадження аномальних даних від зовнішнього середовища;
- виявлення втручань та несанкціонованих зовнішніх підключень та/або вторгнень у внутрішню схему МК і його канали зв'язку;
- наявність місць і не надійних і не стійких функціональних точок у алгоритміосновної мікропрограми(прошивки) МК, а також наявність функцій і програмного коду функцій і процедур, у тому числі в аспекті криптографічного захисту коду у МК;
- оперативне інформування і оперативні реагування на подію імплементації кіберзагрози в МК і центрального пристрою/центральну систему безпеки про внутрішньо загрозу або потенційну загрозу або спроби/намагання вторгнення до внутрішньої системи МК, його мікропрограми;
- несанкціонований доступ для інформаційного трафіку «до» та «від» МК , який надходить по зовнішнім портам чи інтерфейсам. В т.ч. непомітні потоки даних за окремими фізичними і інформаційними характеристиками;
- швидка і ефективна обробка ірраціональних станів і інформаційних втручань (відсікання каналу інформаційного втручання) в режимі реального часу, або режимі, наближеному до реального часу, для оперативного опрацьовування співмірному за швидкістю основного трафіку від кінцевої інформаційної точки [13- 14];
- оперативне знешкодження або мінімізація ризиків від інформаційних втручань і кіберзагроз. Забезпечення захисту локальної кінцевої точки від вторгнень або помилок у роботі;

- швидка обробка і аналіз даних від локальної кінцевої точки і моніторингу процесів із попередньою адаптацією стану до режиму актуального часу;
- апаратна і програмна ізоляція інформаційної зони МК по периметру по всіх каналах.

Запровадження цих заходів і підходів захисту є запорукою впровадження комплексу заходів безпеки у системах управління транспортом на базі мікропроцесорних засобів із власною мікропрограмою. Це дозволить забезпечити безпеку інформаційних процесів у МК системах за рахунок захищеної програмно-апаратної моделі керування інформаційним

процесом на базі МК. Це в свою чергу дозволить надійно виконувати конкретні цільові задачі і забезпечити стабільність процесів керування у транспортних системах управління. Також доцільним буде використання прогресивних методів та засобів захисту на основі інтелектуальної обробки даних [11].

Розробка і впровадження локальних підходів і заходів захисту МК і його мікропрограми та заходів захисту кінцевих і проміжних електронних каналів і периферійних пристроїв (зовнішньої периферії МК) є перспективним і необхідним кроком до підвищення зовнішньої безпеки МК і як наслідок – всієї системи управління. Забезпечення локального захисту внутрішніх і зовнішніх даних в кінцевих локальних інформаційних точках і алгоритмічних процесах обробки даних в МК в кінцевому варіанті дозволить підвищити надійність і стабільність функціонування МК систем в цілому. Ці і окремі наведені підходи і способи локального захисту відрізняються відносно невеликою вартістю, орієнтовані під конкретні локальні задачі дозволять підвищувати захист даних у кінцевих точках МК і можуть стати частиною комплексної стратегії захисту даних на інформаційних об'єктах в транспортній галузі.

Список літератури

1. Мікроконтролери: Архітектура, програмування та застосування в електромеханіці : навч. посіб. / Ю. С. Грищук. – Харків : НТУ «ХПІ», 2019. – 384 с.
2. Концепція технічного захисту інформації в галузі зв'язку України. – URL: http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/1126–97–%D0%BF (дата звернення 9.11.2022).
3. A. Girma. Analysis of Security Vulnerability and Analytics of Internet of Things (IoT) Platform // Information Technology – New Generations, vol. 738, pp. 101-104, 2018.
4. Антонов С.Г., Климов С.М. Методика оценки рисков нарушения устойчивости функционирования программно-аппаратных комплексов в условиях информационно-технических воздействий // Надежность. – 2017. – Том 17. – №1. – С.32-39.
5. Sklyar V.V., Yatskiv V.V., YatskivN.G. Dependability and Security Internet of Things: Practicum/ KharchenkoV.S. and Sklyar V.V. (Eds.) –Ministry of Education and Science of Ukraine, National Aerospace University"KhAI", Ternopil National Economic University, 2019. – 98 p.
6. Meltdown and Spectre: Which systems are affected by Meltdown? . – URL: https://meltdownattack.com/#faq-systems-meltdown (дата звернення 9.11.2022).
7. Vulnerability of Speculative Processors to Cache Timing Side-Channel Mechanism Update . – URL: https://news.ycombinator.com/item?id=16068118 (дата звернення 9.11.2022).
8. Serdar Yegulalp Rowhammer hardware bug threatens to smash notebook security / by Serdar Yegulalp// InfoWorld. – March 9 . – 2015 . – [Електроннийресурс]. – Режим доступу URL: https://www.infoworld.com/article/2894497/rowhammer-hardware-bug-threatens-to-smash-notebook-security.html (дата звернення 9.11.2022).
9. Kuljit Bains Patent US 20140059287 A1: Row hammer refresh command, February 27, 2014, by Kuljit Bains et al. – URL: https://patents.google.com/patent/US20140059287 (дата звернення 9.11.2022).
10. ARMOR: A run-time memory hot-row detector, The University of Manchester, by Mohsen Ghasempour et al. – Режим доступу URL: https://en.wikipedia.org/wiki/University_of_Manchester (дата звернення 2.11.2022).
11. Куперштейн Л. М., Радецька А. О. Кіберзброя як ефективний невід'ємний інструмент військового конфлікту. – URL: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fitki/all-fitki-2022/paper/download/15803/13286 (дата звернення 9.11.2022).
12. Мартинюк Т.Б., Буда А.Г., Кожем'яко А.В., Куперштейн Л.М.Особливості інтелектуалізації в робототехніці та системах захисту інформації. Вісник ХНУ: Технічні науки. 2020. Т. 281, № 1. С. 154–157. – URL: https://doi.org/10.31891/2307-5732-2020-281-1-154-1587 (дата звернення: 09.11.2022).

13. Кухарєв С.О., Авксентьєва І.О. Пакетні сніфери // Міжнародний науковий журнал "Інтернаука". — 2020. — №7.
14. Stephen Northcat, Judy Nowak, Network Security Discovery. 3rd ed. New York: Sams Publishing, 2003. 356 p.
15. Кращі 10 сніферних пакетів та їх інструментів у 2020. –URL: https:// www.dnsstuff.com/packet-sniffers (дата звернення: 09.11.2022)
16. Orebaugh Angela ,Wireshark network protocol analyzer, 2006. 450 p.
17. The Bro Network Security Monitor. – URL: http://www.bro.org/ (дата звернення 07.11 .2022)
18. Wireshark. – URI: http://www.wireshark.org/ (дата звернення 07.11. 2022)
19. Мороз А.В. Визначення рівня захищеності програмного забезпечення мікроконтролерів за методом аналізу струму живлення / А.В. Мороз // Электроника и связь. Тематический выпуск «Проблемы электроники». – ч.1. – 2008. – С238-241. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу URL: https://journals.kpi.ua/publications/text/2008_1_238_241.pdf (дата звернення 9.11.2022).
20. Semi-invasive attacks – A new approach to hardware security analysis. Sergei P. Skorobogatov, University of Cambridge, April 2005. – 144 p.
21. Spectre Attacks: Exploiting Speculative Execution /Paul Kocher, Paul Kocher, Anders Fogh, Daniel Genkin, Daniel Gruss, Werner Haas, Mike Hamburg, Moritz Lipp, Stefan Mangard, Thomas Prescher, Michael Schwarz, Yuval Yarom // 2019 IEEE Symposium on Security and Privacy (SP) / Press. – Publisher: IEEE . 16 September 2019. – URL: https://ieeexplore.ieee.org/document/8835233 (дата звернення 9.11.2022). – DOI: 10.1109/SP.2019.00002.

ПІДХІД ДО НЕЙРОМЕРЕЖЕВОГО УПРАВЛІННЯ НЕСТАЦІОНАРНИМ ОБ'ЄКТОМ

Юрій МЕЛЬНИК[1], дтн, снс
[1]Національний авіаційний університет (Україна)

Ключові слова: стійкість, розладнання, нестаціонарні умови, нейромережева модель, навчальна вибірка

Вступ

У більшості випадків система управління проектується виходячи з припущення про постійність її параметрів, проте в реальності таке практично не зустрічається. Випадкові впливи на елементи системи автоматичного управління повністю непередбачені як по вірогідності їх появи так і по ефекту проявлення. Ці фактори однозначно свідчать про важність розвитку методів автоматичного управління, адаптованих до нестаціонарної поведінки об'єкту.

Мета

Найбільш очевидним є випадок спонтанної, стрибкоподібної зміни властивості об'єкту. Для такого випадку найбільш доцільно використовувати метод адаптації по виявленню розладнання який поєднує нейромережеві та статистичні алгоритми щодо нейромережевого управління нестаціонарним об'єктом.

Виклад основного матеріалу дослідження

Даний підхід в стаціонарних умовах не передбачає змін нейроних мереж, однак при цьому функціє блок виявлення змін властивостей об'єкту управління – розладнання (рис. 1). Після виявлення розладнання відбувається збір необхідних даних та проводиться навчання нейронної мережі ідентифікатору НМО поза контуром управління. По завершенню навчання ідентифікатору він вмикається в активовану схему адаптації нейромережевого регулятору НМР (рис. 2).

Рисунок 1 – Контур управління в стаціонарному режимі

Для того, щоб ця схема працювала в нестаціонарних умовах, необхідно надійно визначати момент зміни параметрів об'єкту управління та доцільно підналаштовувати його нейромережеву модель.

Рисунок 2 – Контур управління в режимі адаптації до розладнання

Задача визначення розладнання вирішується за допомогою алгоритму кумулятивних сум (АКС). Підналаштовування нейромережевої моделі об'єкту управління відбувається поза контуром управління. Експерименти показали, що в якості параметру, за яким добре визначається зміна параметрів об'єкту управління, необхідно використовувати дисперсію помилки ідентифікації $d = y - \hat{y}$. За вихідне значення необхідно прийняти дисперсію, визначену для стаціонарного режиму σ_0^2, а за номінальне розладнання – її збільшення в задане число разів (наприклад, $К = 2$): $\sigma_1^2 = К\sigma_0^2$.

Для визначення розладнання за дисперсією випадкового процесу з нормальним розподілом доданки у рівнянні, що зображують точки АКС розраховуються за формулою:

$$z_i = -\frac{1}{2}1n\frac{\sigma_1^2}{\sigma_0^2} - \frac{1}{2}\left(\frac{1}{\sigma_1^2} - \frac{1}{\sigma_0^2}\right)d_i^2 \quad (1)$$

Саме рівняння. Що зображує точки в класичному АКС при виконанні елементарної перевірочної процедури має вигляд:

$$S_i = \begin{cases} 0, & i = 0 \\ max(0; S_{i-1} + z_i), & i > 0 \end{cases} \quad (2)$$

Критерієм розладнання є

$$S_i > H$$

Налаштування АКС відбувається шляхом вибору вирішальної межі H виходячи з деякого компромісу між значеннями середнього часу запізнення T_{ad} та середнього часу між помилковими тривогамиT_{fa}.

Формування навчальної вибірки для налаштування НМО у випадку виявлення розладнання має свою специфіку, що проявляється у виборі довжини навчальної вибірки N та в способі її формування.

Пропонується використовувати в якості результуючої вибірки елементи $\{u_k\}_N$ та $\{y_k\}_N$, що зафіксовані на інтервалі M від початку запуску останньої контролюючої процедури АКС t_0 до моменту t_1 виробки сигналу про наявність розладнання плюс M аналогічних значень, що мали місце до моменту t_0. Оскільки довжина інтервалу $t_1 - t_0$ є випадковою величиною, в результаті буде отримана навчальна вибірка випадкової довжини $N = 2M$. Ця довжина визначає мінімальний розмір навчальної множини, доступної для налаштування нейромережевого ідентифікатору одразу ж після виявлення розладнання.

Розмір цієї вибірки може виявитися недостатнім для якісного навчання НМО, якщо довжина інтервалу $t_1 - t_0$ маленька. Пропонується за отриманими даними оцінити параметри двомірного розподілу (u, y) та накопичувати спостережувані значення u_k, y_k, до заповнення обраної двомірної області з бажаною щільністю. Для нормального розподілу зручно задати область за правилом 3σ відносно середнього за вибіркою.

Висновки

Описаний алгоритм дозволяє динамічно сформувати навчальну множину для надійності нейромережевої апроксимації невідомої функції, що передбачає поведінку об'єкту управління. Ця навчальна множина використовується під час налаштування НМО поза контуром управління.

Список літератури

1. Мельник Ю.В. Нейромережеве управління нестаціонарним об'єктом на основі методу адаптації по виявленню розладнання / Мельник Ю.В., Беркман Л.Н. // Наукові записки УНДІЗ. – 2018. – № 2(509). – с. 41-50.

ІННОВАЦІЙНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ МІКРОСЕРВІСНОЇ АРХІТЕКТУРИ

Андрій ПРИГОДА[1], аспірант кафедри цифрової економіки та системного аналізу

[1]Державний торговельно-економічний університет України (Україна)

Ключові слова: інтелектуальні транспортні системи, інвестиції, інновації, мікросервісна архітектура, гарантовано-адаптивне управління.

Вступ

В умовах динамічного розвитку сучасного суспільства та глобалізації світової економіки активізація зовнішньоекономічних торговельних відносин, а також популяризація туризму серед населення зумовлюють визначальну роль та місце інновацій у забезпеченні конкурентоспроможності національної транспортної системи України, створенні реальних можливостей її інтеграції до європейської та світової транспортних систем.

Головне завдання держави у сфері функціонування та інноваційного розвитку транспорту полягає у створенні умов для економічного зростання, підвищення

конкурентоспроможності національної економіки та якості життя населення через забезпечення доступу до безпечних і сучасних транспортних послуг, перетворення географічних особливостей країни на її конкурентні переваги.

Однією із стратегічних цілей розвитку транспортної системи є задоволення потреб в конкурентоспроможних транспортних послугах з інноваційною складовою як для забезпечення потреб населення, так і національної економіки.

Досягнення цієї цілі може бути забезпечено завдяки ефективному розвитку конкурентного середовища у транспортній галузі, передового рівня розвитку техніки і технологій, посиленню уваги до соціальних і екологічних факторів.

Мета роботи

Проаналізувати інноваційні аспекти розвитку інтелектуальних транспортних систем України на основі мікросервісної архітектури.

Виклад основного матеріалу дослідження

Інтелектуальні транспортні системи можна розглядати як фактор, що сприяє реалізації політики пом'якшення найбільш негативних аспектів транспортних систем. Це дасть можливість здійснити досягнення суспільної мобільності на більш рівноправній основі як для пішоходів, велосипедистів, так і для інших вразливих учасників дорожнього руху – в умовах домінування автомобілів на дорогах, а також підвищення ефективності режиму постачання вантажів і перевезення пасажирів. Вони можуть виступати в якості каталізатора зусиль по досягненню стійкої мобільності і одночасно є основним інструментом забезпечення максимальної ефективності надання транспортних послуг та ефективного використання інфраструктури [1, с. 198].

Рівень розвитку транспортної галузі держави – одна з вагомих ознак її технологічного прогресу. На сьогодні залишаються невирішеними проблеми транспортної галузі, що характеризуються:

–зниженням попиту на вантажні та пасажирські перевезення, багаторазовим зростанням цін на матеріальні ресурси, що призводить до значного зниження реальних доходів транспорту; низькою конкурентоспроможністю дорожньо-транспортного комплексу на зовнішньому і внутрішньому ринках; невирішеністю питань щодо джерел фінансування;

–відсутністю іноземних та вітчизняних інвестицій у фінансуванні техніко-технологічної модернізації розвитку транспорту;

–недостатньою ефективністю функціонування дорожньо-транспортного комплексу, яка пов'язана, насамперед, із повільним вирішенням питань приведення у відповідність з обсягами виконуваної роботи експлуатаційного персоналу та основних фондів, транспортної інфраструктури, а також з утриманням непрофільних для галузі об'єктів, низькими темпами впровадження ресурсоощадних технологій;

–недосконалістю нормативно-правового забезпечення діяльності дорожньо-транспортного комплексу, повільним вирішенням питань уніфікації транспортного законодавства відповідно до міжнародного права [2, с. 33].

Визначальним фактором, що здатний вивести транспорту галузь регіону із кризи на відповідний техніко-технологічний рівень, є інноваційний розвиток та активне впровадження інноваційних процесів. Процес і термін інноваційного відродження транспортної галузі перебувають в залежності від обсягів фінансової підтримки інновацій [3, с. 51].

Напрямами активізації інноваційного розвитку транспортної галузі регіону є:

–розширення співпраці малих інноваційних підприємств, створених на базі закладів освіти або науково-дослідницьких установ, з суб'єктами господарської діяльності на транспорті за умов впровадження інноваційних розробок;

–залучення до співробітництва компаній IT-індустрії для розробки моделей бізнес-процесів транспортних підприємств, заснованих на їх мережевій взаємодії з підприємствами-партнерами, програмного забезпечення проектного управління оптимізацією процесів реалізації сумісних інноваційних проектів на транспорті, програм створення та надання електронних транспортних послуг і послуг електронної логістики;

–розвиток лізингових відносин безпосередньо між виробниками транспортних засобів і підприємствами транспорту без залучення до процесу купівлі-продажу зайвих посередників;

–стимулювання розвитку внутрішньої інноваційної активності працівників транспортних підприємств [3, с. 52].

Інтелектуальні транспортні системи ITS (Intelligent Transportation Systems) формуються на принципах інтегрування: системи управління рухом (ITM – Integrated Traffic Management); мобільних транспортних засобів (МТЗ); з бортових VAC (Vehicle Automation Control) засобів автоматичного управління відповідними агрегатами, процесами, комплексами. Більшість відомих джерел, де розглядаються принципи підвищення обчислювальної працездатності ПАК ITS спрямовано на: методи декомпозиції складних моделей на більш прості компоненти та елементи; паралельних обчислень у розподілених центрах дистанційної спеціалізації ІТ; хмарні технології з застосуванням відповідних мереж та глобальної мережі Internet; спеціалізації та уніфікації розподілу функцій в межах ІТ; середовища за компетенціями та досвідом розв'язування аналогічних задач практики; захист конфіденційних даних та безпеки інформаційної діяльності в умовах функціонування сітьової моделі OSI.

За кожним напрямом існують відповідні досягнення. Разом з тим, загальний ефект інтелектуальної інтеграції існуючих прогресивних технологій транспортної галузі для режимів real-time гарантовано-адаптивного управління (ГАУ) МТЗ не дозволяє значно мінімізувати витрати часу на отримання техніко-технологічного рішення (ТТР) [4, с. 36].

Мікросервісна архітектура інтелектуальних транспортних систем, за допомогою розвитку інформаційно-аналітичного забезпечення, гарантує підвищення продуктивності та функціональну стійкість таких систем. Інноваційний результат забезпечує гарантований, прискорений та завчасний обмін повідомленнями з природним та штучним інтелектом між інтелектуальними агентами, що приймають участь у процесах виконання задач ГАУ у поточний період часу реалізації рейсів запланованим маршрутом [4, с. 40].

Висновки

Для покращення ситуації, що склалася у транспортній галузі, пришвидшення її виходу з кризи та надання необхідного імпульсу для подальшого розвитку, потрібно розробити і здійснити низку економічних, структурних, організаційних, технологічних та інституційних перетворень на транспорті, включаючи особливості мікросервісної архітектури.

Список літератури

1. Аулін В. В., Гриньків А. В., Головатий А. О., Рябцев Н. О. Аналіз сукупності показників стійкого розвитку інтелектуальних транспортних систем та методів їх реалізації на практиці. Інноваційні технології розвитку та ефективності функціонування автомобільного транспорту: зб. наук. матеріалів. міжнар. наук. – практ. Кропивницький: ЦНТУ, 2020 С. 198–203.

2. Данилків Х. П., Горбова Х. В., Побурко О. Я. Інноваційний розвиток транспортної системи України. Науковий вісник НЛТУ України. 2018. №28 (4). С. 31–35.

3. Машканцева С. О., Скляр Л. Б. Інноваційний розвиток транспортної системи регіону: проблеми та перспективи. Український журнал прикладної економіки. 2019. Тю 4. №1. С. 48–54.

4. Міронова В. Л., Пирог М. В. Мікросервісна архітектура інтелектуальних транспортних систем інформаційно-аналітичного забезпечення. Моделювання та інформаційні технології. №87. 2019. 36–40.

МЕТОДИКА КОРЕГУВАННЯ НОРМ РОЗХОДУ ПАЛИВА ДЛЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ЦИСТЕРН В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОЇ НЕБЕЗПЕКИ

Нінель СЕЛІВАНОВА[1], асистент, Анна ВАСИЛЬЄВА[1] бакалавр.

[1] Національний транспортний університет (Україна)

Ключові слова: спеціалізована автомобільна цистерна, норма витрати палива, вплив умов місцевості, режими руху, військова небезпека, корегування норми

Вступ

Сучасні умови збройного конфлікту вимагають по-новому розглянути логістичне забезпечення Збройних Сил України (далі – ЗСУ), переглянути існуючі складові та їх зміну у небезпечних умовах.

Мета роботи

Аналіз факторів, що впливають на витрати палива при доставці вибухонебезпечних вантажів до підрозділів і військових частин в сучасних умовах ведення військового конфлікту.

Виклад основного матеріалу дослідження

Доставку палива до підрозділів ЗСУ зазвичай здійснюють автомобільними цистернами (рис.1), напівпричепами і причепами-цистернами, контейнерами-цистернами, бортовими автомобілями та автопричепами з пересувними металевими гумо-тканевими резервуарами, контейнерами, бочками і бідонами [2].

Рисунок 1 – Загальний вид автомобільної цистерни: 1 – запасне колесо; 2 –цистерна; 3 – інструментальний ящик; 4 – пенал з напорно-втягуючим рукавом; 5 – ящик з комплектів рукавів; 6 – вузол комунікацій; 7 – приймальний патрубок

Забезпечення сил оборони під час їх застосування здійснюється за класами постачання. Усі види нафтопродуктів та пально-мастильних матеріалів, паливо відносяться до III класу віськового забезпечення. [1]

Для порівняння витрат норм палива у звичайних умовах та небезпечних умовах наведемо формули та розрахунок загальної норми витрат палива у звичайних умовах і в небезпечних для автмобіля КрАЗ 255Б.

Загальна норма витрати палива на 100 км пробігу при транспортуванні у звичайних умовах [3]:

$$QH.зв=0,01*HS*S*(1+0,01*K) \quad (1)$$

де QH – нормативні витрати пального, л;
HS – базова лінійна норма витрат палива, л/100км;
S – пробіг автомобіля, км;
Кзв – сумарний коригуючий коефіцієнт:

$$Кзв=К1+К2+К3, \% \quad (2)$$

де К1 – робота в зимових умовах – у залежності від фактичної температури повітря: від 0° до -10° С – 15%;

К2 – робота за межами приміської зони на дорогах із цементобетону, асфальтобетону, бруківки, мозаїки – 15%;

К3- робота в умовах міста – 10%.

$$Кзв=15+15+10=40 \%$$

З урахуванням значень цих коефіцієнтів розход палива, наприклад, для КрАЗотримуємо:

$$QH.зв=0,01*35*100*1+0,01*40=49 л/100$$

Загальна норма витрати палива на 100 км пробігу при транспортуванні в небезпечних умовах:

$$QH.неб=0,01*HS*S*(1+0,01*Кнеб) \quad (3)$$

де QH – нормативні витрати пального, л;
HS – базова лінійна норма витрат палива, л/100км;
S – пробіг автомобіля, км;
Кнеб – сумарний коригуючий коефіцієнт:

$$Кнеб=К1+К2+К3+К4+К5+К6, \% \quad (4)$$

де К1- робота в зимових умовах- у залежності від фактичної температури повітря: від 0° до -10° С- 15%;

К2- робота в надважких шляхових умовах в період сезонного бездоріжжя, снігових чи піщаних заметів, паводках та інших стихійних лихах- 35%;

К3 – під час виконання робіт, що потребують понижених швидкостей (до 20 км/год.) у задовільних дорожніх умовах до 10%;

К4- робота в умовах міста до 10%.

К5 – робота на пересіченій місцевості (поза межами доріг загального користування) у важких шляхових умовах до 20 % та в надважких шляхових умовах в період сезонного бездоріжжя, снігових чи піщаних заметів, сильного снігопаду та ожеледиці, паводків та інших стихійних лих, що потребують понижених швидкостей (до 20 км/год.) – до 50 %.

К6 – робота в гірській місцевості залежно від висоти над рівнем моря: від 300 до 800 метрів – до 5 %; від 801 до 2000 метрів – до 10 %; від 2001 до 3000 метрів – до 15 %; вище ніж 3001 метр – до 20 %.

$$К=15+35+10+10+50+20=140 \%$$

З урахуванням значень цих коефіцієнтів отримуємо:

$$QH=0,01*35*100*1+0,01*140=84 л/100$$

Зростання витрат пального при транспортуванні у різних умовах може відрізнятися на (100…150)%.

Особливість перевезення палива за допомогою автомобільних цистерн в умовах збройного конфлікту полягає в тому, що конструкція кузову автомобіля дає змогу точно встановити вид вантажу, що перевозиться. Автомобільна цистерна є однією з найважливіших цілей для ворога. Тому, під час доставки палива навіть наведених вище коригуючих коефіцієнтів недостатньо для об'єктивної оцінки і планування його розходу.

Режими руху автомобільної цистерни на час бойових дій є надскладними. Одним з факторів, який на даний момент не враховується, робота у скритних умовах.

Робота у скритних умовах включає в себе стоянку автотранспортного засобу з працюючим двигуном, рух по бездоріжжю, в тому числі по лісопосадці, маневрування у найскладних умовах, наприклад, укриття у пещері, проїзд з високою швидкістю на відкритих ділянках маршруту, тощо. Тоді, представленй вище коригуючий коефіцієнт значно зросте. Все це слід враховувати за допомогою додаткого коригуючого коєфіцієнту роботи у скритних умовах.

Висновки

1.Встановлена актуальність вдосконалення норм розходу палива спеціалізованих автотранспортних засобів, які використовуються у процесі забезпечення ЗСУ.

2. Запропоновано ввести у формулу норми розходу палива додатковий коригуючий коефіцієнт, якій враховує умови роботи спеціалізованих автотранспортних засобів у скритних умовах і на різних поверхнях (також – поза доріг з твердим покриттям).

Подальший напрямок дослідження: формування норм розходу палива з урахуванням роботи у скритому умовах та виду місцевості.

Список літератури:

1. Наказ Міністерства оборони України від 11.10.2016 №522 Основні положення логістичного забезпечення Збройних Сил України. – К., 2016.- 25с.

2. Постанова Кабінет міністрів України від 27 грудня 2018 р. № 1208 Про затвердження Порядку логістичного забезпечення сил оборони під час виконання завдань з оборони держави, захисту її суверенітету, територіальної цілісності та недоторканності./ Офіційний вісник України від 12.02.2019 — 2019 р., № 12, стор. 16

3. Наказ Міністерство транспорту України від 10 лютого 1998 року №43 Про затвердження Норм витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті.

ВИБІР ПЕРЕВІЗНИКА В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Світлана ШИРЯЄВА[1], канд.тех.наук, доц., Ірина ДЯЧЕНКО[1], аспірантка

[1]Національний транспортний університет (Україна)

Ключові слова: перевізник, транспортно-експедиторська компанія, міжнародні перевезення, тарифи, автомобільний транспорт.

Вступ

Актуальність теми. Війна внесла свої корективи в життя кожного українця та особливо завдала удару по бізнесу та економіці України. Налагоджені логістичні ланцюги поставок перестали працювати в постійному режимі. Закриті порти, відсутність авіасполучення, ризики, які супроводжують транспортні засоби при доставці вантажів — компаніям з

налагодженою логістикою довелось переорієнтовуватись за лічені дні. Тим не менш, логістика, навіть в умовах війни, працює і є критично важливою.

Зазначені обставини та відсутність достатньої кількості наукових досліджень, щодо роботи саме транспортно-експедиторських компаній в умовах воєнного часу обумовлюють необхідність дослідження характеру впливу факторів на вибір перевізника.

Питаннями оптимізації логістичних ланцюгів доставки вантажів у міжнародному сполученні займались такі науковці, як: Савенкова Т. І., Наумов В. С., Горбенко О.В. та інші. Але в працях вказаних авторів не досконало досліджено питання вибору транспортно-експедиторськими компаніями перевізника при організації міжнародних перевезень вантажів в умовах ризику. Тому дана стаття присвячена саме дослідженню та удосконаленню підходів до вибору транспортно-експедиторськими компаніями надійних перевізників для здійснення перевезень вантажів у міжнародному сполученні.

Мета роботи

Дослідження питань пов’язаних з визначенням кращої компанії-перевізника для здійснення автомобільних перевезень вантажів у міжнародному сполученні в умовах воєнного стану з урахуванням всіх можливих ризиків при здійсненні транспортно-експедиторських послуг.

Виклад основного матеріалу дослідження

Транспортна галузь України стала відчувати значний негативний вплив сил зовнішнього середовища, до яких слід віднести пандемію, війну, стан економіки, соціально-культурні та політичні фактори. Усе це в умовах фінансової нестабільності призводить до витіснення українських перевізників з міжнародних ринків транспортних послуг, знижує якість обслуговування вітчизняних підприємств і населення, створює реальну загрозу економічній безпеці держави.

Сьогодення змушує замовників звертатися до пошуку шляхів залучення нових перевізників для перевезення саме їх вантажів, для подальшого функціонування їх діяльності та підтримки економіки України. В свою чергу перевізники мають формувати нові маршрути доставки вантажів, тому що в пріоритеті безпека. Перевізники щогодини досліджують ситуацію в Україні, тісно співпрацюють з державними органами, шукають дороги в об'їзд небезпечних ділянок та обвалених мостів. Маршрути доставки вантажів стали довгими та непередбачуваними як у внутрішньому, так і міжнародному сполученнях. Якщо раніше міжнародні перевезення можна було виконувати із залученням різних видів транспорту, шляхів сполучень, транспортних коридорів, то станом на сьогодні залишається лише наземний вид транспорту для здійснення перевезень. [1]

У 2022 році доставка вантажів здійснюється на 62% з використанням мережі Інтернет (розміщення заявок на перевезення в транспортних порталах), в 25% – з використанням відомчого транспорту та в 13% – перевезення особистим транспортом (використовуючи в якості перевізника власника вантажного автотранспортного засобу), що зображено на діаграмі (рис.1).

В умовах жорсткої ринкової конкуренції зміцнюється тенденція диференціації послуг перевізника (береться до уваги передусім фінансова спроможність споживача), тобто запропонований спектр різних рівнів якості послуг стає більш широким, надаючи можливість у різний термін часу купувати різні за якістю послуги для задоволення своїх потреб. Можливість вибору з ширшого діапазону та повне задоволення споживчих вимог піднімає на вищий рівень якість надання транспортних послуг.

Робота транспортного експедитора вимагає ретельного планування, але також відповідних відносин та спілкування з клієнтами – як перевізниками, так і компаніями, які замовляють перевезення. Будь-які недоліки зазвичай призводять до втрат та затримки поставок. Тому варто зосередитись на діяльності перевірених та надійних перевізників.

Рисунок 1 – Діаграма різних засобів, що використовуються для здійснення перевезення вантажів у 2022 році, %

Пошук перевізників починається з дослідження пропозиції ринку. Проаналізуємо перелік факторів вибору перевізника для потреб підприємства за їх важливістю під час проведення оцінки. Насамперед, потрібно звертати увагу на вартість послуг та їх якість, швидкість перевезень, наявність сучасного автопарку. Виділити також потрібно ефективність діяльності транспортних компаній, швидкість часу прибуття, досвід роботи, а також фінансову незалежність та ще багато інших. Нижче наведено основні фактори в таблиці 1. [2-3]

Таблиця 1 – Фактори вибору перевізника

№	Фактори	Пояснення
1	Офіс компанії	Надійний вантажоперевізник завжди має офіс чи навіть кілька. Можливість відвідати офіс, поспілкуватися з фахівцями та підписати всі документи особисто – це є додатковою гарантією безпечної угоди.
2	Сайт компанії	У світі сучасних технологій відсутність сайту у перевізника є майже неможливим. На сайті, як правило, має бути інформація про діяльність компанії, про її організаційно-правову форму. Деякі компанії навіть надають сервіс приблизного розрахунку вартості доставки.
3	Технічні можливості для вантажних перевезень	Застарілий автопарк компанії є менш привабливим як такий, що несе потенціальну загрозу аварій, поломок, затрати часу і, як наслідок, можливого зниження якості або й утрати вантажу.
4	Досвід роботи компанії на ринку	Великий стаж роботи має свої переваги: компанії з кращим знанням ринку, сталими зв’язками мають більшу варіативність надання послуг для точнішого задоволення клієнтського попиту.
5	Вартість послуг	Важливий фактор – це вартість послуг. Під час здійснення вибору, що зумовлене прагненням виробника мінімізувати витрати через конкуренцію на ринку аналогічних товарів. Дуже часто споживач зупиняє свій вибір на перевізниках із мінімальною вартістю транспортних послуг.
6	Ефективність діяльності	Висока ефективність стимулює зацікавленість співпрацею з компанією. Вплив цього показника є досить сильним. Критерій відображає розмір вибраної споживачем компанії, дає уявлення про її стійкість до постійно мінливої ринкової ситуації.
7	Страхування вантажів	Перевізник, який піклується про своїх клієнтів, завжди запропонує страхування вантажу, що перевозиться. Це дозволить уберегти вантажовласника від фінансових втрат у випадках, коли вантаж пошкоджений не з вини перевізника.

Для остаточного вибору перевізної компанії зазвичай застосовуються більш складні методи і моделі, що засновані, наприклад, на теоретичному апараті дослідження операцій та методах функціонально-вартісного аналізу.

Розглянемо всі особливості вибору перевізника в умовах воєнного стану на прикладі компанії «Укрінтерекспедиція», яка на ринку транспортно-експедиторських послуг більше 20-ти років.

За роки існування транспортно-експедиторська компанія змогла укласти договори більш, як з 3000-ма компаніями перевізників з різних куточків нашої країни. Зарекомендувала себе серед перевізників, як відповідальна та організована компанія і підтвердженням тому є великий список клієнтів, які надають вантажі для міжнародних перевезень та постійні перевізники, які готові працювати саме з цією компанією. [4]

Але сьогодення змусило велику кількість компаній-перевізників відмовитись від виконання постійних перевезень тому, що вони не хочуть ризикувати своїм майном та робітниками. Багато заводів замовників знаходяться в містах бойових дій, таких як: Харків, Запоріжжя, Суми та інші, тому ризики при виконанні перевезення є досить високими.

Багато перевізників були вимушені відмовитись від співпраці, але є ті перевізники які готові задля підняття економіки нашої країни та щоб залишатись на ринку транспортних послуг готові виконувати перевезення з усіх можливих точок України.

Для вибору надійної автотранспортної компанії запропоновано застосовувати поширений метод рейтингових оцінок. Відбір факторів та ранжування (визначення їх ваги) проводиться, як правило, експертним шляхом із залученням незалежних експертів або співробітників транспортно-експедиторського підприємства. Значення рейтингу визначається шляхом підсумовування добутків ваг факторів на їх експертні бальні оцінки (наприклад, по 10-бальній шкалі) для кожного перевізника.

Розрахунок виконаємо на прикладі транспортної компанії «Рапід». Компанія здійснює регулярні вантажні перевезення з України до країн Європи, СНД і в зворотному напрямку. Для перевезень в розпорядження компанії, знаходяться 80 одиниць автотранспортних засобів. Компанія «Укрінтерекспедиція» досить давно співпрацює з транспортною компанією «Рапід» надаючи експедиторські та логістичні послуг при перевезенні вантажів автомобільним транспортом в міжнародному сполученні.

Далі наведено приклад розрахунку рейтингу компанії «Рапід» в табл. 2.

Таблиця 2 – Розрахунок рейтингу транспортної компанії «Рапід»

Фактор	Питома вага фактору	Оцінка значущості фактору за 10-бальною шкалою	Добуток питомої ваги фактору на оцінку
Офіс компанії	0,05	3	0,15
Сайт компанії	0,05	4	0,2
Технічні можливості для вантажних перевезень	0,15	6	0,9
Досвід роботи компанії на ринку	0,15	5	0,75
Вартість послуг	0,20	9	1,8
Ефективність діяльності	0,20	8	1,6
Страхування вантажів	0,20	7	1,4
Разом	1		6,8

Доцільно виконувати розрахунки для декількох перевізних компаній. Розрахувавши рейтинги для всіх претендентів і порівнявши результати, визначають оптимального (за заданою цільовою функцією) перевізника. Якщо кінцева рейтингова оцінка за основними критеріями збігається для двох і більше перевізників, то процедуру порівняння повторюють вже із застосуванням додаткових критеріїв оцінки.

Також для залучення нових перевізників та для більш дієвої комунікації експедиторів із перевізниками в сьогоднішніх умовах, пропонується застосувати в компанії «Укрінтерекспедиція» автоматичне надсилання запитів компаніям. Це можна зробити безпосередньо на спеціальній платформі або базі, без необхідності використання електронної пошти. Транспортно-експедиторська компанія для себе має розробити відповідну програму для розсилання актуальних маршрутів, щоб перевізники могли в зручний для себе час прийняти заявку.

В розробленій програмі експедитор може створити групи своїх контрагентів за маршрутами, якими вони виконують перевезення, та транспортними засобами, які вони мають у своєму розпорядженні. Мова йде не тільки про габаритні розміри та вантажопідйомність автотранспортного засобу, а й про тип автотранспортного засобу в залежності від конкретного вантажу та його правил перевезень, наприклад, якщо вантаж потребує температурного режиму в заявці вказується автотранспортний засіб - рефрижератор. Все це дозволяє миттєво вибрати перевізників, які потенційно можуть виконати конкретну заявку. Економія часу пов’язана із налагодженням контактів з певними компаніями може бути величезною, а прибуток більший. До групи можна запрошувати будь-яку компанію, але варто зупинитися на тих, з ким вже є хороший досвід співпраці.

Цікавим варіантом, який дозволяє оптимізувати витрати, є перевірка актуальних ринкових тарифів по конкретних маршрутах. Порівняння витрат, а також доступ до історії переговорів з перевізниками, дозволяє прийняти швидке та обдумане рішення про співпрацю. Це полегшує вибір перевізника для реалізації заявки, і також дозволяє налагодити постійну співпрацю з декількома перевіреними компаніями, які пропонують найкраще співвідношення вартості та якості.

Перевізники можуть надавати доступ до місцезнаходження своїх вантажівок, що дозволяє відстежувати вантажі, не звертаючись до менеджерів компанії-перевізника. Враховуючи, що в транспортній галузі відсутність організаційних проблем є основою довгострокової співпраці. Тому дана програма удосконалить та полегшить роботу між експедитором та перевізником в організаційних питаннях, скоротить час, що в свою чергу пришвидшить доставку вантажів.

Висновки

Новий етап російсько-української війни став випробуванням для транспортно-експедиторських та транспортних компаній. Тому у 2022 році транспортно-експедиторські компанії змушені приймати рішення максимально швидко та обирати надійного перевізника для виконання транспортних послуг. На вибір перевізника впливає досить багато факторів. Співвідношення окремих факторів може змінюватися.

Аналіз роботи компанії «Укрінтерекспедиція» показує, що компанія має досить великий список перевірених перевізних компаній. Тому для вірного вибору перевізника пропонується застосовувати метод рейтингових оцінок. Розрахунки були виконані на прикладі транспортної компанії «Рапід» для більш кращого результату краще виконати розрахунки для декількох компаній та оцінки порівняти.

Також для залучення нових перевізників та підтримки зв’язку з постійно працюючими транспортними компаніями пропонується за допомогою спеціальної програми виконувати автоматичне надсилання запитів компаніям. Що в сучасних реаліях є досить актуальним та значно полегшує роботу та скорочує час для організації перевізного процесу.

Список літератури

1. Особливості транспортно-експедиторської діяльності України в умовах нестабільності ринку / К.М. Романенко // Економічні інновації: Зб. наук. пр. — Одеса: ІПРЕЕД НАН України, 2011. — Вип. 46. — С. 295-304. — Бібліогр.: 9 назв. — укр.
2. Горбенко О.В. Логістика : [навч. посіб.] / О.В. Горбенко. – Київ : Знання, 2014
3. Сумець, О. М. Логістика: теорія, ситуації, практичні завдання. Ч. 1. Логістика як інструмент ринкової економіки [Текст] : навч. посібник / О. М. Сумець, О. Б. Білоцерківський, І. П. Голофаєва. – Харків : Міськдрук, 2010.
4. Інтернет сторінка ТОВ «Укрінтерекспедиція» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.ukrinterforwarding.ua/

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗРАЗКІВ ПЛИТ НЕЗМІННИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ОПАЛУБОК З НАПРУЖЕНОЮ АРМАТУРОЮ ДЛЯ ПЛИТ ТРАНСПОРТНИХ СПОРУД

Артур ОНИЩЕНКО[1], доктор техн. наук, проф., Дмитро КОТ[1], старший викладач

Національний транспортний університет[1], м. Київ, Україна

Ключові слова: прогонова будова мосту, залізобетонна плита проїзної частини, незнімна опалубка.

Вступ.

Перспективним напрямком в монолітному мостобудуванні є використання різних типів незнімної опалубки при влаштуванні плити. Проте використання опалубок на сьогодні мало досліджене. У статті розглянута опалубка у вигляді плоских залізобетонних плит з напруженою арматурою. Після вивчення досвіду використання незнімних опалубок запропоновано провести випробування зразків таких плит для визначення придатності до подальшої експлуатації. Також наведено результати випробування таких плит.

Мета роботи

Визначити придатність використання залізобетонних опалубок з попередньо напруженим армуванням в мостовому будівництві.Першою спорудою, де мали бути використані плити залізобетонної опалубки з напруженою арматурою, став шляхопровід на перетині бульвару Дружби народів і Набережного шосе у м. Київ, проект яких виконаний ТОВ “НВП "МОСТОВИЙ ЦЕНТР" в 2011 році.. В поперечнику встановлено 20 попередньо напружених балок "3Bet-90" [1] з кроком в середньому 1650 мм.

Виклад основного матеріалу дослідження

Між балками змонтовані плити незнімної опалубки, по яких забетонована плита проїзної частини. Плити незнімної опалубки виготовлені у вигляді плит 3200 х 1210 х 50, які врешті решт армовані стрижнями класу А-ІІІ, хоча передбачалось застосування попередньо напружених канатів К7 Ø8 мм. В поперечному перерізі плити повинні були розміститися канати з кроком 200 мм з попереднім напруженням 110 кН/м^2. Проте використання канатів не було реалізоване. Стики між торцями плити і верхнім вутом балок заповнювались цементним розчином до розкладки арматури. Стики між плитами заклеювали герметичною стрічкою. Ці плити не враховуються при розрахунку конструкції, забезпечують на стадії зведення тільки тимчасову опору для рухомої бетонної суміші і дозволяють витримувати монтажні навантаження.

Прийнято рішення провести випробування плит незнімної опалубки з попередньо напруженим армуванням, розміри плит 1200х500х50. Загалом класифікація плит незнімної залізобетонної опалубки подана в [2].Плити незнімної опалубки виготовлялись на заводі ТОВ "Бетон Комплекс", який входить в промислово-будівельну групу "Ковальська". Завод обраний тому, що він на даний момент є одним з лідерів по виробництву попередньо напружених конструкцій, зокрема І-подібних балок прогонових будов мостів. Основою для формування збірних конструкцій слугував опалубочний піддон для пустотних залізобетонних панелей перекриття ПК. Використання піддону обумовлено необхідністю пропарки заформованих конструкцій. Піддон був переобладнаний для натягу канатів типу К-7. В торцях кожної форми були просвердлені отвори для канатів, які, в свою чергу, служили кондукторами для забезпечення захисного шару.Наступним кроком був натяг канатів. Було застосовано гідравлічний автоматичний однодротовий домкрат фірми PAUL та відкриті цанги PAUL типу А. Натягування відбувалось на упори опалубочного піддону. Наведені домкрати вже досить давно використовуються за кордоном. Практика їх застосування в Україні стосується саме залізобетонних заводів. Ці домкрати міцні, легкі та обладнані гідравлічними механізмами заклинювання, які забезпечують анкетування арматури без проковзування. Напружувана арматура захоплюється безпосередньо приведеним в дію зусиллям пружини пресового затискача. Крім того ці домкрати можуть використовуватися і для натягу арматури на будівельних майданчиках. Характеристики домкратів наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Характеристики домкратів

Макс. Зусилля натягу, кН	Макс. величина ходу, мм	Мін. виступ арматури, мм	Вага, кг
60	600	185	28
180	500	245	43

Анкерні цанги виготовляються із спеціально відлитої цементованої сталі. Автоматизоване виготовлення з гранично точним дотриманням всіх розмірів, а також суворий контроль забезпечують високу якість. Цанги типу А: відкритий корпус, найпростіша і найдешевша конструкція. Зусилля натягу канатів контролювалось за допомогою датчика, також проводився замір видовження канатів. Після натягу канатів конструкції були заформовані, опалубочний піддон був поміщений в пропарочну камеру на 24 год. Плити випробовувались на одноразовий згин по схемі чистого згину. Метою випробувань було визначення несної здатності вищевказаних конструкцій, а також визначення прогинів та напружень в бетоні та арматурі на етапі вкладання бетонної суміші по плитах незнімної опалубки. Крім того визначалась можливість проковзування канатів К-7, якими армуються плити, та величина цього проковзування. Схема навантаження показана на рис 1.

Рисунок 1– Схема випробування залізобетонних плит незнімної опалубки

Випробування здійснювали на силовому стенді двома зосередженими силами. За навантажувальний пристрій правив 10-ти тонний гідравлічний домкрат у комплекті з насосною станцією. При випробуванні проводили визначення прогинів плити під навантаженням. Фіброві деформації бетону плити заміряли, використовуючи мікроіндикатори годинникового типу з базою

200 мм. Крім того в торцях плит в місцях розміщення канатів встановлювались додаткові мікроіндикатори, які фіксували можливу величину проковзування канатів К-7.

Навантаження, при якому утворились перші тріщини при випробуваннях плит опалубки, склало 2,3 *т*. Загальний вигляд та характер руйнувань плити опалубки після випробувань показано на рис. 2.

Рисунок 2 – Характер руйнувань плит

Під час статичних випробувань плит серії було встановлено, що незнімна опалубка не витримала розрахункове навантаження по несній здатності (у зв'язку з відсутністю анкерування канатної арматури – див. нижче), проте показала чудову тріщиностійкість. До досягнення рівня навантаження в 1700 кг спостерігалось мінімальне зростання прогинів та показів індикаторів годинникового типу, встановлених на плити, що свідчило про пружну роботу конструкції. При досягненні рівня навантаження в 1700 кг почались процеси тріщиноутворення – тріщини, нормальні до горизонтальних граней, почали різко розвиватись під розподільчими траверсами, що супроводжувалось збільшеним зростанням прогинів та ростом стискаючих напружень стиснутої зони. Загалом по плиті утворилось 6 тріщин. Руйнування конструкції настало після досягнення рівня навантаження в 2300 кг. Руйнування плити супроводжувалось неможливістю досягнення нового рівня навантаження та рівномірним наростанням прогинів. Також при випробуванні плит було відмічено проковзування арматурних канатів К-7, що призводило до пришвидшеного розкриття утворених тріщин. Графік прогинів плит показано на рис. 3

Рисунок 3 – Отримані прогини плит незнімної опалубки

Загалом ці зразки можна відмітити тільки підвищеною тріщиностійкістю, яка, зрозуміло, зумовлена використанням попередньо напруженої арматури. Хоча варіант використання фібробетону [3], ймовірно, дасть кращі результати. Низька несна здатність пояснюється проковзуванням канату К-7 при досягненні певного рівня навантажень.

Висновки

Враховуючи вищесказане можна зробити висновок про необхідність створення ефективного і малозатратного способу анкерування попередньо напруженої арматури у бетоні плит незнімної опалубки у випадку їх використання, що в цілому проблематично.

Список літератури

1. Коваль П. М. Збірні залізобетонні балки для автодорожніх мостів типу "3 Бет-90" та "3 Бет-120" / П. М. Коваль, С. В. Стоянович // Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка: науково-технічний збірник. – Київ: НДІБМВ, 2009. – Випуск 33. – С. 128–134.

2. Кот Д.В., Коваль М.П. Незнімна залізобетонна опалубка для плит проїзної частини мостів Автомобільні дороги і дорожнє будівництво: Науково-технічний збірник. Вип. 93. - К.: НТУ, 2015

3. Development of pseudo-ductile permanent formwork with glass fiber reinforced plastics reinforcements by Cao Qian. THESIS 2007. M.Phil. Civil Engineering DOI 10.14711

ВСТАНОВЛЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗАХИСНИХ ЕКРАНІВ ПРИ ШУМОВИХ НАВАНТАЖЕННЯХ НА ТРАНСПОРТНИХ СПОРУДАХ

Сергій ЛАСЛОВ[1] , магістр,

Національний транспортний університет[1] (Україна)

Ключові слова: Шумове забруднення, шумове навантаження, хвильове рівняння акустичного випромінювання, геометричні елементи дороги, рівень акустичного забруднення, рівень шуму, щільність розподілу імовірності, статистичне моделювання, рівень шуму, методи прогнозування, акустичне випромінювання.

Вступ

Задача, яка розглядається в цій роботі, є складовою соціальної проблеми захисту навколишнього середовища від техногенного забруднення оточуючого середовища. Останні десятиріччя, поряд з забрудненням токсичними речовинами вихлопних газів, стрімко наростає рівень акустичного забруднення від автомобільного транспорту. Це пояснюється значним ростом інтенсивності автомобільного руху, загальним зростанням потужності двигунів автомобілів та збільшенням швидкості руху. Шум став одним з основних забруднювачів оточуючого середовища. Медики вважають шум загальним біологічним подразником, тому що всі органи людського організму негативно реагують на збільшення рівня шуму. Шумове навантаження викликає у людини відчуття страху, дискомфорту, надмірну збудженість, що в свою чергу, негативно впливає на взаємовідносини між людьми [1-3].

Мета роботи метою роботи є експериментально-теоретичні дослідження характеристик шумозахисних екранів на транспортних спорудах при дії транспортних потоків.

Виклад основного матеріалу досліджень.

Шум від руху транспортних засобів в основному виникає від трьох чинників: вихлопних труб, двигунів транспортних засобів та шин, що взаємодіють з дорожнім покриттям. Кожен з цих чинників відтворює звукову енергію, яка, в свою чергу, є джерелом

рухомих та вібруючих звукових хвиль – коливань атмосферного тиску. Через значний розкид, тиск звука вимірюється по логарифмічній шкалі.

На цій шкалі значення 0 дБ дорівнює рівню звукового тиску (SPL) 20 мкПа та відповідає порогу слуху для більшості з людей. Значення 140 дБ дорівнює SPL 2 х 108 мкПа та є порогом больового відчуття для більшості людей. У випадку транспортного потоку, що рухається автомобільною дорогою на мості, інтенсивність шумового навантаження стає ще більшою в силу двох причин: резонансних явищ конструкції моста та значної висоти джерела шуму. Науковцями зазначається, що шум від транспорту на мостах є більш інтенсивним ніж шум наземної дороги і покриває більшу територію.

Проте, не зважаючи на високий рівень акустичного забруднення прилеглих територій, захисні пристрої на мостах та автомобільних дорогах, що проектуються в Україні, сьогодні є вкрай рідко. Наукові дослідження шуму від мостів не ведуться, що підкреслює актуальність даної роботи.

Удосконалено модель оцінки транспортного шуму від автомобільних доріг в придорожній смузі руху. Для статистичного моделювання відібрано такі параметри автомобільних доріг:

X1 – поздовжній ухил дороги;

X2 – тип покриття автомобільної дороги;

X3, X4 – основні експлуатаційні показники автомобільної дороги (показник рівнинності Sp1 та коефіцієнт зчеплення j);

X5 – поперечний уклон дороги, ‰;

X6 – наявність шумозахисного бар`єру;

X7 – відстань від осі дороги до лінії забудови населеного пункту.

У якості функції цілі приймається мінімум затрат на реконструкцію дороги, інтенсивність руху на відрізку дороги, швидкість руху транспортного потоку та геометричних елементів дороги що відповідно описуються рівняннями:

$$F = \sum_{j=1}^{9} CjXj \to \min \; ; \; \sum_{i=1}^{9} ljxj \le a \; ; \; \sum_{i=1}^{9} ljxj \ge i\min \; \sum_{i=1}^{9} ljxj \le i\max \; ;$$

$$\sum_{j=1}^{9} SjXj \ge S\min \; \sum_{j=1}^{9} SjXj \ge S\max \; ; \; Vj\min \le Xj \le Vj\max \qquad (1)$$

Розрахунок затухання звукової хвилі здійснюється за формулою (2),

$Pt = Pi\exp(-0.1151\alpha s)$ (2), а коефіцієнти затухання звуку визначаємо за формулами (3)-(5).

$$\alpha = 8{,}686 f^2 \left\{ \left[1{,}84\times10^{-11} \frac{p_r}{p_a}\sqrt{\frac{T}{T_0}} \right] + \left(\frac{T}{T_0}\right)^{-5/2} \left[\frac{0{,}01275\exp\left(\frac{-2239{,}1}{T}\right)}{f_{r0}+\left(\frac{f^2}{f_{r0}}\right)} + \frac{0{,}1068\exp\left(\frac{-3352}{T}\right)}{f_{rN}+\left(\frac{f^2}{f_{rN}}\right)} \right] \right\} \qquad (3)$$

$$f_{r0} = \frac{p_a}{p_r}\left(24 + 4{,}04\times10^4 h \frac{0{,}02+h}{0{,}391+h}\right) \quad f_{rN} = \frac{p_a}{p_r}\sqrt{\frac{T_0}{T}}\left(9 + 280h\exp\left\{-4{,}170\left[\left(\frac{T_0}{T}\right)^{1/3} - 1\right]\right\}\right) \qquad (4)$$

$$h = h_r \frac{p_r}{p_a} 10^C \quad C = -6{,}8346\left(\frac{273{,}16}{T}\right)^{1{,}261} + 4{,}6151 \qquad (5)$$

У результаті проведених розрахунків отримано графіки затухання шумової хвилі від автомобільної дороги (рис. 1), в рівні оточуючого середовища та затухання шумової хвилі у випадку дії рухомого складу на мості (рис. 2).

Рисунку 1 - Затухання шумової хвилі від автомобільної дороги

Рисунку 2 - Затухання шумової хвилі у випадку дії рухомого складу на мості

Із проведених розрахунків видно, що шумозахисна функція при віддалені від джерела шуму зменшується: при відстані 90 м від джерела шуму рівень шуму зменшився на 12%, а при русі автотранспорту по мосту на віддалі 100 м від джерела – шум зменшився на 19%.

На даному слайді наведено модель оцінки зниження шумового навантаження із врахуванням параметрів шумозахисних екранів. Різниця довжин траєкторій використовується для визначення числа Френеля, яке є безрозмірним значенням, що використовується для прогнозування ослаблення звуку, шумозахисним екраном, розташованим між джерелом і приймачем. Число Френеля визначається за формулою. Втрати звукопередачі екрану TL визначаються за формулою.

$$N_O = \pm 2\frac{\delta_0}{\lambda} = \pm 2\frac{f\delta_0}{c} \quad (5); \qquad TL = 10\log_{10}[10^{(SPL_S/10)}/10^{(SPL_\tau/10)}] \quad (6)$$

Наведено (рис. 3, 4) результати отриманих значень дифракції навколо шумових екранів на автомобільній дорозі та автодорожньому мосту. Встановлено, що важливий аспектом дифракції є різниця довжини між траєкторією від джерела через вершину екрану до приймача і прямого шляху від джерела до приймача за відсутності між ними перешкод.

Із проведених розрахунків видно, що шумозахисна функція із віддаллю від джерела шуму зменшується. І при відстані у 90 м від джерела шуму рівень шуму зменшився на 26%, а при русі автотранспорту по мосту на віддалі 100 м від джерела шуму шум зменшився на 28%. Було проведено масштабні експериментальні вимірювання акустичної ефективності шумозахисних параметрів екранів, що розташовані на автомобільних дорогах Київської, Житомирської, Волинської, Рівненської, Львівської та Луганської областей. Для вимірювання проведено наступне обладнання: шумомір Октава 110А, електронна погодна станція типу WM-918, анемометр крильчатий АСО-3, рулетка ЗПК3-20АУТ/1.

Процес експериментальних дослідження шумозахисних екранів на автомобільних дорогах наведено на рис.6. У процесі досліджень встановлено характерні пошкодження шумозахисних екранів у вигляді вигинання, розривів та проломів, що призводять до зменшення акустичної ефективності та втрати естетичного вигляду. Встановлено, що виконання стічного отвору «класичним» способом призводить до зменшення акустичної ефективності ШЗЕ у районі 3–6 м біля даного отвору на 1–3 дБА, а наявність зазору між екранами призводить до зниження акустичної ефективності ШЗЕ на 1–3 дБА. Розрахунок еквівалентного рівня шуму від транспортного потоку на відстані 7,5 метра від осі найближчої смуги руху з покриттям із дрібнозернистого асфальтобетону на відрізку з нульовим нахилом, що обчислюється за формулою.

$$L = 50 + 8.8LgN \quad (12)$$

У залежності від стану поверхні, над якою розповсюджується шум і віддалення точки відліку від осі смуги руху визначається величина поправки за формулою (7). При цьому ефективна висота укосу виїмки визначається за формулою (8). Точка виміру шуму повинна бути видалена від краю виїмки на відстані не менше глибини цієї виїмки за формулою (9).

$$L = 10 \times KpLg\frac{L + Lм - 7.5}{Lм} + \frac{\alpha \cdot 1}{100} \quad (7)$$

$$hээ = \frac{l(H - h1) - (k + m)(H - h1 + h2)}{\sqrt{l2 + (H - h1 + h2)^2}} \quad (8)$$

$$(k+m+H)\leq l \tag{9}$$

Запропонований алгоритм дозволяє оцінити рівень транспортного шуму в придорожній смузі населених пунктів, із врахуванням впливу перспективної інтенсивності руху, поздовжнього та поперечного профілю дороги, відстані між автомобільними дорогами і наявними шумозахисними об'єктами, експлуатаційним станом проїзної частини та середньою швидкістю руху потоку.

У результаті експериментальних вимірювань шумового навантаження від транспортного потоку на 238 км автомобільної дороги Київ-Чоп встановлено, що еквівалентний рівень звуку на відстані 1 м перед шумозахисним екраном становить 88,6 дБА, а максимальний рівень звуку на відстані 1 м перед шумозахисним екраном становить 103,9 дБА. Також було встановлено, що еквівалентний рівень звуку на відстані 2,4 м за шумозахисним екраном становить 70,7 дБА, а максимальний рівень звуку на відстані 2,4 м за шумозахисним екраном становить 89,8 дБА.

Встановлено, що еквівалентний рівень звуку на території безпосередньо прилеглої до житлової забудови (2 м) становить 74,4 дБА, а максимальний рівень звуку на території безпосередньо прилеглої до житлової забудови (2 м) становить 78,0 дБА.

Встановлено, що виміряний еквівалентний рівень шуму на відстані 2 м від житлової забудови не відповідає встановленому нормативному рівню шуму для житлової забудови в денний час доби з 7:00 до 23:00.

Встановлено, що в однакових умовах експлуатації сухих відрізків автомобільних шляхів, але з різними типами покриття, формування шуму виникає по-різному. Різниця загального рівня шуму може досягати 7,5 дБ.

За результатами експериментальних досліджень запропоновано наступні рекомендацій щодо підвищення шумозахисних властивостей та міцності екранів, а саме:

- необхідно застосовувати матеріал для ШЗЕ, який буде значно стійкішим до негативного впливу довкілля та мати значно вищі антивандальні властивості;
- ШЗЕ мають виконуватися раціонально, тобто за можливістю повинні максимально геометрично відокремлювати захистний об'єкт від джерел шуму;
- ШЗЕ по всій своїй довжині не повинні мати штучно створених щілин, отворів тощо, які є потужними джерелами вторинного шуму;
- стічний отвір повинен мати спеціальний клапан, який би не пропускав шум;
- у місцях розвороту автомобілів на автомагістралях необхідно передбачити збільшення відстані ШЗЕ від магістралі, щоб не допустити руйнування ШЗЕ довгомірними транспортними засобами під час розвороту.

Пропонується шумопоглинаючу конструкцію, що складається з металевого (сталевого) листа та листового скла.

Скло в даній конструкції знаходиться ззовні та захищає від негативних впливів довкілля: ультрафіолетового випромінювання, температурних перепадів, дощу, снігу тощо.

Високі акустичні властивості забезпечуються за рахунок унікальних акустичних властивостей скла. Скло поглинає звукову енергію у широкому діапазоні частот, і що особливо важливо – навіть в області низьких частот.

Тому найбільш економічно вигідно для звукоізоляції від транспортного шуму використовувати шумозахисні екрани виготовлені із скла.

Одним з найбільш ефективним способів захисту селищної території від транспортного шуму є будівництво будинків-екранів вздовж транспортних магістралей.

В роботі показано [3] зниження рівня звуку за будинком-екраном (без врахування затухання звуку з відстанню). Цифри на кривих рівних рівнів показують зниження рівня звука (дБА) у порівнянні з рівнем на транспортній магістралі.

Для виявлення шумового режиму на території забудови в цілому і за окремими ділянками мікрорайонів також можна використовувати карти шуму, що являють собою криві рівних рівнів, нанесені на схему плану; вони характеризують зменшення рівня шуму при

віддаленні від магістралі. Такі карти отримані в результаті експериментальних досліджень в натурі та на моделях для більшості характерних планувальних схем. При проектуванні екранів на мостах, шляхопроводах і віадуках необхідно враховувати додаткове навантаження, яке буде передаватись на штучну споруду від шумозахисного екрану (додаткова вага, додаткові вітрові та снігові навантаження.

Висновки:

У роботі отримано такі висновки: За удосконаленою моделлю оцінювання транспортного шуму від автомобільних доріг в придорожній смузі при дії шумового навантаження від транспортного потоку, встановлено, що в однакових умовах експлуатації сухих ділянок автомобільних доріг, але з різними типами покриття, формування шуму виникає по-різному. Різниця загального рівня шуму може досягати значень у 7,5 дБа.

За результатами проведених експериментальних досліджень акустичної ефективності шумозахисних екранів на ділянках автомобільних доріг загального користування із врахуванням технічного стану екранів отримано, що еквівалентний рівень звуку на території безпосередньо прилеглої до житлової забудови (2 м) становить 74,4 дБА, а максимальний рівень звуку на території безпосередньо прилеглої до житлової забудови (2 м) становить 78,0 дБА. Встановлено, що наявність зазору між екранами призводить до зниження акустичної ефективності шумозахисних екранів, а наявність стічного отвору у шумозахисному екрані – до зменшення акустичної ефективності шумозахисного екрану в районі 3–6 м біля даного отвору на 1–3 дБА.

Список літератури

1. Anderson, G. A., C. S. Y. Lee, G. G. Fleming, and C. W. Menge. FHWA Traffic Noise Model (FHWA TNM), Version 1.0: User’s Guide. Report FHWA-PD-96-009. John A. Volpe National Transportation Systems Center, Acoustics Facility, Cambridge, Mass., Jan. 1998.

2. Kovalchuk V. Procedure for determining the thermoelastic state of a reinforced concrete bridge beam strengthened with methyl methacrylate / Vitalii Kovalchuk, Yuliya Sobolevska, Artur Onyshchenko, Olexandr Fedorenko, Oleksndr Tokin, Andrii Pavliv, Ivan Kravets, Julia Lesiv // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – Kharkov. – 4/7 (112), 2021. – pp. 26–33. doi: 10.15587/1729-4061.2021.238440.

3. Ласлов С.В. Аналіз заходів шумової безпеки на автомобільних дорогах світу / С.В. Ласлов// НУВГП. Технічні науки: зб. Наук. праць.- Рівне: НУВГП, 2022. – Вип. 1(97). – С. 51-64

ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО ТОНКОГО ПОКРИТТЯ НА ТРАНСПОРТНИХ СПОРУДАХ

Олександр ФЕДОРЕНКО[1] генеральний директор

Комунальна корпорація Київавтодор[1], м. Київ, Україна

Ключові слова: тонке покриття, метилметакрилат, в’яжуче, заповнювач, транспортна споруда

Вступ

Тонкі покриття на основі метилметакрилату являє собою систему, що складається з трьох основних міцно пов'язаних між собою хімічно однорідних шарів: нижній шар — ґрунтовка (праймер) товщиною (0,25 — 0,30) мм — антикорозійне полімерне покриття з високою адгезією до поверхні залізобетону, так і до проміжного шару; ґрунтовка призначена для збільшення адгезії наступних шарів покриття до поверхні залізобетону. Верхній шар —

робоче тріщиностійке, зносостійке, атмосферостійке покриття формується при вулканізації полімерного в'яжучого, що представляє собою високов'язкий безбарвний двокомпонентний полімер на основі метилметакрилату. Наповнювач — спеціально підібрана суміш різних фракцій кварцового піску.

Мета роботи.

Навести технічні вимоги до тонкого покриття на основі метилметакрилату для мостового полотна транспортних споруд [1-6].

Виклад основного матеріалу дослідження

Пропонується для загального сприйняття класифікація полімерних сумішей на основі метилметакрилату ($ПС_{ММА}$) для мостового полотна виготовляється з полімерного в'яжучого на основі метилметакрилату (ММА). $ПС_{ММА}$ для мостового полотна класифікується. За конструктивним призначенням на класи: тротуар та пішохідна доріжка (Т); проїзна частина (П). За видом щільного дрібного заповнювача на види: природний рядовий ($З_Р$); природний підготовлений — збагачений; фракціонований; подрібнений; подрібнений збагачений; подрібнений фракціонований; із відсівів подрібнення вивержених гірських порід; збагачений із відсівів подрібнення вивержених гірських порід ($З_П$);

За ранньою міцністю на: звичайна рання міцність (без познаки); висока рання міцність (швидкотверднучий), познака $Р_М$. За легкоукладальністю (рухомість) $ПС_{ММА}$ відповідає показнику Р5. За стиранням покриву поділяється на: низької стираності (марка за стираністю GI); середньої стираності (марка за стираністю GII). Для покриву, яке піддається у процесі експлуатування поперемінному заморожуванню та відтаванню, призначають такі марки отверділої $ПС_{ММА}$ за морозостійкістю: F300; F400; F500; F600; F800. Для покриву, до якого встановлюються вимоги щодо обмеження проникності або підвищеної щільності та корозійної стійкості, призначають наступні марки за водонепроникністю: W12; W14; W16; W18; W20. Приклад познаки $ПС_{ММА}$ для мостового полотна: «$ПС_{ММА}П.З_П.Р_М$.GI.F300.W14. — ДСТУ XXXX:20XX» — полімерна суміш на основі ММА для мостового полотна із природного підготовленого дрібного заповнювача, ранньої міцності, низької стираності; марка за морозостійкістю F300, марка за водонепроникністю W14.

Вимоги до полімерного в'яжучого. Для приготування $ПС_{ММА}$ для мостового полотна необхідно застосовувати полімерне в'яжуче на основі синтетичної смоли ефіру ММА згідно з [7, 8, 9]. Каталізатор додають перед застосуванням полімерного в'яжучого згідно з [8]. Для затвердіння ММА використовується система, що складається з технічного диметиланіліну та перекис бензоїлу. Для прискорення твердіння полімерного в'яжучого можливе застосування нафтенату кобальту згідно з діючими нормативними документами. Для зниження леткості ММА необхідно застосовувати нафтовий парафін згідно з ДСТУ 4153. Для стабілізації перебігу реакція твердіння полімерного в'яжучого на основі метилметакрилату необхідно застосовувати емульсійний полістирол. Як пластифікуючу добавка необхідно застосовувати: катапін та/або алкамон, та/або меламіно-формальдегідні смоли згідно з вимогами нормативних документів. При застосуванні меламіно-формальдегідної смоли її кількість повинна бути від 0,5 % до 1 % від маси мономера. Можливе застосування інших каталізаторів, затверджувачів, пластифікаторів, прискорювачів, що відповідають діючим нормативним документам. Перед застосуванням необхідно провести перевірку відповідності компонентів вимогам нормативних документів та їх сумісності один до одного.

Вимоги до наповнювача. Під час приготування $ПС_{ММА}$ для мостового полотна в якості наповнювача необхідно застосовувати андезитовий порошок, кварцовий порошок, маршаліт, діабазових порошок, графітовий порошок згідно з ДСТУ ISO 3262-1, ДСТУ ISO 3262-13, ДСТУ ISO 3262-21. Можливе застосування інших наповнювачів, що відповідають діючим нормативним документам. Перед застосуванням необхідно провести перевірку відповідності компонентів вимогам нормативних документів. Вологість наповнювачів повинна бути не більше ніж 0,1 %. Кислотостійкість наповнювачів повинна бути не нижче ніж 98 %.

Вимоги до дрібного заповнювача. Під час приготування $ПС_{ММА}$ для мостового полотна необхідно використовувати щільні природні, природні фракціоновані і природні збагачені

дрібні заповнювачі; подрібнені фракціоновані, які відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.7-32, ДСТУ Б В.2.7-210, згідно з чинними вимогами. Матеріал для дрібного заповнювача ПСММА та шару для підвищення зчіпних властивостей повинен мати твердість за шкалою Мооса не менше ніж 6 і складатися з кварцу, базальту, боксидів, корунду, подрібненого порфіру, оксиду алюмінію або іншого аналогічного твердого, міцного матеріалу згідно з вимогами.

Заборонено застосовувати в якості дрібного заповнювача пісок штучний пористий згідно з ДСТУ Б В.2.7-17, пісок із відходів промисловості і штучний згідно з ДСТУ Б В.2.7-29, пісок кварцево-залізистий і тонкодисперсну фракцію для будівельних робіт з відходів гірничо-збагачувальних комбінатів України згідно з ДСТУ Б В.2.7-33, пісок із шлаків чорної та кольорової металургії згідно з ДСТУ Б В.2.7-39, пісок із відсівів подрібнення скельних гірських порід гірничо-збагачувальних комбінатів України згідно з ДСТУ Б В.2.7-76, пісок перлітовий спучений згідно з ДСТУ Б В.2.7-157, пісок із пористих гірських порід згідно з ДСТУ Б В.2.7-166, заповнювачі легкі згідно з ДСТУ EN 13055-1, штучного дрібного заповнювача з відсівів дроблення осадових гірських порід заборонено.

Заборонено застосовувати дрібний заповнювач з вмістом карбонатів (крейда, мармур, вапняк), в’яжучих (бітум, вапно, цемент) та металевим пилом (сталь, цинк). Гранулометричний склад дрібного заповнювача в $ПС_{ММА}$ повинен відповідати чинним вимогам запропонованим професором А.М. Онищенком. Вологість дрібного заповнювача повинна бути не більше ніж 0,1 %.

Можливе застосування гранулометричного складу дрібного заповнювача $ПС_{ММА}$ для пішохідних доріжок ідентичного проїзній частині за техніко-економічного обґрунтування.

Вимоги до складу. $ПС_{ММА}$ готують у відповідності з вимогами за технологічним регламентом, що затверджений в установленому порядку. $ПС_{ММА}$ повинна забезпечувати влаштування покриву із заданими показниками за міцністю, водонасиченням, стираністю, $ПС_{ММА}$ характеризують такими показниками якості: життєздатність; легкоукладальність; час затвердіння. Виробник готує $ПС_{ММА}$ у відповідності з характеристиками $ПС_{ММА}$, а також умовами транспортування, зазначеними замовником у договорі. Склад $ПС_{ММА}$ підбирається в залежності від умов експлуатації. $ПС_{ММА}$ виготовляється безпосередньо на об'єкті будівництва. Вимоги до властивостей ПСММА Показники фізико-технічних властивостей ПСММА та затверділої ПСММА для мостового полотна повинні відповідати вимогам. Вимоги до виготовлення та влаштування ПСММА виготовляється, влаштовується відповідно до вимог та за технологічною документацією, що розроблена згідно з ДБН А.3.1-5 та затверджена в установленому порядку. Виготовлення ПСММА повинно включати наступні операції: дозування заповнювача; дозування наповнювача; дозування затверджувача та прискорювача; дозування смоли на основі метилметакрилату; змішування полімерного в'яжучого на основі ММА; перемішування всіх компонентів в єдину ПСММА.

Можливе застосування попередньо підготовлениих та віддозованих компонентів для замішування одного замісу ПСММА, які як правило, складаються з смоли на основі метилметакрилату, каталізатора та заповнювача. Компоненти $ПС_{ММА}$ зберігаються в герметичних ємностях.

Температура складових $ПС_{ММА}$ перед змішуванням повинна бути від 5 °С до 25 °С. Смоли, затверджувачі, каталізатор, прискорювачі, пластифікатори подаються та транспортуються в спеціальних ємностях. Сипкі вихідні матеріали (наповнювач та дрібний заповнювач) для $ПС_{ММА}$ дозують за масою. Рідкі складові $ПС_{ММА}$ дозують за масою або об'ємом. Допустима похибка дозування вихідних матеріалів ваговими дозаторами не повинна перевищувати маси відповідних компонентів: наповнювач та дрібний заповнювач — ± 2 % за масою; полімерного в'яжучого, затверджувача, пластифікатора - ± 1 % за масою (об'ємом). Приготування $ПС_{ММА}$ повинно здійснюватися в бетонозмішувачах примусової дії або за допомогою ручних змішувальних приладів. Ємність для приготування $ПС_{ММА}$ повинна бути сухою, чистою та мати достатній об'єм, щоб у ній помістились усі компоненти для змішування. Заборонено розділяти попередньо підготовлені та віддозовані компоненти для замішування одного замісу $ПС_{ММА}$. Смола на основі метилметакрилату перед застосуванням

повинна бути ретельно перемішана. Приготування $ПС_{ММА}$ розпочинається зі змішування смоли на основі метилметакрилату та додавання наповнювача, затверджувача та прискорювача, час змішування від 10 с. до 60 с. З цього моменту починається відлік життєздатності $ПС_{ММА}$, під час якої $ПС_{ММА}$ має бути використана. Не припиняючи змішування, додається заповнювач і перемішається до однорідної маси.

Рекомендовано застосовувати додатковий каталізатор при температурі навколишнього серодовища нижче ніж 10°С. Тривалість перемішування у стаціонарному циклічному змішувачі (час від моменту закінчення завантаження всіх матеріалів у працюючий змішувач до початку вивантаження готової суміші) повинен бути не більше ніж 2 хв, а з урахуванням вивантаження — не більше ніж 2,5 хв. Орієнтовна швидкість обертання робочого органу змішувача: бетонозмішувача (200 — 400) об/хв; ручного (400 — 800) об/хв.

Після закінчення кожної зміни змішувальне обладнання необхідно ретельно очищати від залишків $ПС_{ММА}$ та затверділої суміші. Підготовлена поверхня повинна відповідати вимогам ДСТУ 8904 та технологічному регламенту на влаштування $ПС_{ММА.}$ Перед початком влаштування $ПС_{ММА}$ повинні бути виконані гідроізоляційні робіт згідно з ДБН В. 2.3-22, ДСТУ 8904. Матеріал для гідроізоляції складається на основі метилметакрилату, або іншим матеріалом, який має сумісність з $ПС_{ММА}$. До початку виконання робіт необхідно виконати підтвердження сумісності обраних технологічних процесів на тестових поверхнях у репрезентативних ділянках. Перед влаштуванням $ПС_{ММА}$ необхідно встановити формувальні рейки для контролювання витрат матеріалу. Під час влаштування $ПС_{ММА}$ необхідно дотримуватися відповідного діапазону температур. Температура навколишнього середовища при влаштувані $ПС_{ММА}$ повинна бути від 5 °С до 30 °С.

Застосування за температури нижче ніж 5 °С за техніко-економічного обгрунтування. Температура поверхні основи повинна бути на 3 °С вище точки роси. Точка роси може бути визначена комплексним приладом або обчислена за температури навколишнього середовища і відносної вологості повітря з використанням стандартних таблиць.

Температуру, вологість повітря та температуру поверхні контролюють перед початком влаштування, під час влаштування та в кінці влаштування $ПС_{ММА}$. Температура зовнішнього середовища контролюється на відстані не більше ніж 2 м від поверхні основи. Вимірювання температури поверхні виконується контактним термометром або спеціальним комплексним приладом згідно з ДСТУ 3170, ДСТУ EN 13190, ДСТУ ISO 386, ДСТУ ISO 1771, ДСТУ OIML R 133. Температуру матеріалу в ємності контролюють занурювальним термометром згідно з ДСТУ EN 13190, ДСТУ ISO 386, ДСТУ ISO 1771, ДСТУ OIML R 133.

$ПС_{ММА}$ повинна наноситися рівномірно на основу з використанням зубчастого скребка чи шпателя до необхідної товщини. $ПС_{ММА}$ необхідно нанести та розгладити до закінчення його життєздатності. $ПС_{ММА}$ є самоущільнюючою та не потребує додаткового ущільнення, окрім як ретельного розгладження матеріала за допомогою аераційного валика. Після влаштування $ПС_{ММА}$ до затвердіння необхідно нанести на поверхню бокситовий чи базальтовий (або інший вид, наприклад, доданий до бокситу і базальту кварцовий пісок) дрібний заповнювач фракції: (0,63 — 1,25) мм — для тротуарів та пішохідних доріжок; (1,25 — 3,00) мм — для проїзної частини. Нанесення дрібного заповнювача створить шар для підвищення зчіпних властивостей. Розмір фракцій дрібного заповнювача шару для підвищення зчіпних властивостей може бути прийнятий інший за техніко-економічного обгрунтування. Нанесення дрібного заповнювача на поверхню здійснюється механічним або ручним способом з орієнтовною витратою до 10 кг/м^2, та наноситься таким чином, щоб окремі частки падали на $ПС_{ММА}$ вертикально. Після затвердіння $ПС_{ММА}$ весь надлишок дрібного заповнювача повинен бути видалений з поверхні покриву. Покрив з $ПС_{ММА}$ повинен бути однорідного кольору, текстури, без наявності грудок. Рекомендовано для міцнішого закріплення дрібного заповнювача та поліпшення властивостей очищення при утриманні покриву нанести шар захисного лаку згідно з ДСТУ EN 1062-1. Шар захисного лаку має наноситися мінімальною товщиною 0,5 мм. При завершенні полімеризації лаку, покрив може бути відкритий для руху транспорту.Товщина шару покриву з $ПС_{ММА.}$ повинна

бути не менше ніж: 4 мм для тротуарів та пішохідних доріжок; 10 мм для проїзної частини.

Між тонким покривом з $ПС_{ММА}$ та бордюром та/або деформаційним швом влаштовується герметизуючий матеріал. У разі технологічного розриву під час влаштування покриву не потребні додаткові операції — роботи виконуються в «спайку». Під час ремонтування покриву застосовується подібна за властивостями $ПС_{ММА}$.

Висновки

Дані результати поширюється та встановлюють вимоги до суміші полімерної на основі метилметакрилату для мостового полотна, які використовуються для влаштування тонкого покриву та покриву тротуарів згідно з [1, 2] під час будування згідно з [3] [4] і поточного ремонтування або експлуатаційного утримування автомобільних доріг згідно з [5].

Полімерна суміш на основі метилметакрилату ($ПС_{ММА}$) для мостового полотна може застосовуватись у всіх дорожньо-кліматичних зонах згідно з [3].

Список літератури

1. ДБН В.2.3-22:2009 Споруди транспорту. Мости та труби. Основні вимоги проектування

2. ДБН В.2.3-26:2010 Споруди транспорту. Мости та труби. Сталеві конструкції. Правила проектування.

3. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво, затверджені наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 21.09.2015 № 234

4. ДБН В.2.3-5:2018 Вулиці та дороги населених пунктів, затверджені наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 24.04.2018 № 103

5. ДСТУ 8747:2017 Автомобільні дороги. Види та переліки робіт з ремонтів та експлуатаційного утримання.

6. Kovalchuk V. Procedure for determining the thermoelastic state of a reinforced concrete bridge beam strengthened with methyl methacrylate / Vitalii Kovalchuk, Yuliya Sobolevska, Artur Onyshchenko, Olexandr Fedorenko, Oleksndr Tokin, Andrii Pavliv, Ivan Kravets, Julia Lesiv // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – Kharkov. – 4/7 (112), 2021. – pp. 26–33. doi: 10.15587/1729-4061.2021.238440.

7 ACI 548.10-10 — Specification for Type MMS (Methyl Methacrylate Slurry) Polymer Overlays for Bridge and Parking Garage Decks

8. DIN 16945:1989-03 Testing of resins, hardeners and accelerators, and catalyzed resins

9. ETAG 033 Guideline For European Technical Approval Of Liquid Applied Bridge Deck Waterproofing Kits