

DOI: <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2025.74.468-481>

УДК 69.003.13:658.7:69.059.4

Перегінець Іван Іванович,

кандидат технічних наук,

Директор НТЦ Академії будівництва України

ivan.pereginets@gmail.com

<http://orcid.org/0000-0003-3812-6509>

Юрченко Євгеній Леонідович,

кандидат технічних наук,

доцент кафедри залізобетонних та кам'яних конструкцій

Українського державного університету науки і технологій,

ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»

yel@mail.pdaba.edu.ua

<http://orcid.org/0000-0002-9356-3261>

Сопільняк Артем Михайлович,

кандидат технічних наук,

доцент кафедри нарисної геометрії та графіки

Українського державного університету науки і технологій,

ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»

sopilniak.artem@pdaba.edu.ua

<http://orcid.org/0000-0002-3067-0529>

Гришин Сергій Вікторович,

аспірант кафедри залізобетонних та кам'яних конструкцій

Українського державного університету науки і технологій,

ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»

hryshyn.serhii@365.pdaba.edu.ua

<http://orcid.org/0009-0006-0393-5671>

МЕТОДИКА ОРГАНІЗАЦІЇ ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ ОБ'ЄКТІВ ВІДНОВЛЕННЯ НА БАЗІ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ПЕРЕСУВНИХ МЕХАНІЗОВАНИХ КОЛОН

Анотація: в даній науковій праці розкрито сутність логістичних систем, їх класифікація та роль в кризових ситуаціях при реалізації проєктів відновлення інфраструктури і житлового фонду. Застосування структури спеціалізованих пересувних механізованих колон (СПМК) виявилось ефективним інструментом при організації: матеріально-технічного забезпечення; забезпечення своєчасної доставки матеріалів; виконання демонтажних, будівельних робіт та координації дій у зоні руйнувань. Проаналізовано науково-теоретичні та прикладні

дослідження логістичних систем українських та зарубіжних учених по даній тематиці.

Особливу увагу було приділено використанню військових прийомів у розгортанні фронту ремонтно-будівельних робіт, зокрема ієрархічної структури, подібної до військової бригади. Це забезпечує чіткий розподіл функцій між підрозділами та їх взаємодію зі штабом колони. Запропоновано модель управління, адаптовану до командного стилю будівельної індустрії, в якій штаб діє як центральний координатор, а підрозділи виконують спеціалізовані завдання (інженерні, транспортні, логістичні, безпекові). Проаналізовано ефективність інтеграції повітряної розвідки для негайного планування будівельної місії та моніторингу. Аеророзвідка використовується для створення тривимірних карт місцевості, визначення масштабів пошкоджень та оптимізації маршрутів транспортування. Це дозволяє істотно скоротити витрати часу і ресурсів і підвищити точність виконання завдань.

У цій роботі наведено приклади-моделі застосування логістичних систем на основі СПМК, які демонструють їх ефективність у забезпеченні своєчасної доставки ресурсів, демонтажу зруйнованих об'єктів, утилізації відходів та будівництва нових об'єктів. Досліджено взаємодію підрозділів СПМК, де кожен структурний елемент виконує певну роль, а штаб координує їх діяльність, забезпечуючи інтеграцію всіх процесів в єдиний логістичний ланцюг.

Таким чином, підхід до організації логістичних систем на основі СПМК показав високу ефективність у контексті відновлення житла та інфраструктури. Інтеграція принципів військового управління дозволяє створити адаптивну систему, яка може швидко реагувати на зміни, оптимізувати використання ресурсів і гарантувати мінімізацію витрат при збереженні високої якості виконання завдань.

Ключові слова: логістична система; пересувна механізована колона; військові практики; будівельний фронт; аеророзвідка; координація підрозділів; відновлення інфраструктури; управління ресурсами; оптимізація витрат; інтеграція процесів.

Постановка проблеми. Сучасні умови економічної та соціальної нестабільності, викликані зокрема військовими конфліктами та природними катастрофами, вимагають ефективних підходів до відновлення інфраструктури. Традиційні методи організації логістичних систем, що орієнтуються на статичні умови та лінійне планування, не відповідають сучасним вимогам оперативності, адаптивності та інноваційності.

Застосування новітніх ІТ-технологій, аеророзвідки, 3D-друку, та роботизованих системи, створює нові можливості для підвищення ефективності

логістичних операцій, але водночас вимагає перегляду існуючих методів управління. У кризових ситуаціях, таких як масштабні руйнування інфраструктури, особливо актуальним є можливим використання методів і принципів військового управління, які забезпечують чіткий розподіл функцій, координацію дій підрозділів та оперативне реагування на зміни ситуації. Дослідження спрямоване на інтеграцію військових принципів управління та інноваційних технологій для підвищення оперативності та ефективності логістичних процесів при реалізації програм відновлення.

Таким чином, проблема наукового дослідження полягає в розробці сучасної методики організації логістичних систем, яка б інтегрувала інноваційні технології та військові принципи управління для ефективного відновлення житла та інфраструктури при ліквідації наслідків різного виду катастроф. Для вирішення сучасних викликів, особливо в умовах відновлення після воєнних руйнувань, необхідно провести додаткові дослідження. Зокрема, слід зосередитись на:

1. Розробці методики, адаптованої до умов масштабного руйнування житла і інфраструктури.
2. Інтеграції військової науки управління логістикою для підвищення ефективності відновлювальних робіт.
3. Використанні інноваційних технологій, таких як аеророзвідка з 3D скануванням місцевості та окремих об'єктів, створення BIM-моделі всього циклу відновлення для покращення планування та моніторингу логістичних операцій та ремонтно-будівельних робіт загалом.
4. Вивченню взаємодії між різними підрозділами логістичних систем у складних умовах виконання робіт.
5. Соціально-гуманітарній програмі адаптації ветеранів в програмах відновлення територій.

Ці напрями досліджень сприятимуть подальшому розвитку теорії та практики логістики, а також дозволять ефективніше застосовувати існуючі підходи в умовах необхідності екстремального відновлення житла та інфраструктури.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У процесі дослідження методики організації логістичних систем на базі спеціалізованих пересувних механізованих колон (СПМК) було проведено аналіз наукових праць українських та закордонних авторів, які досліджують аспекти логістики, систем управління та військового будівництва.

Ці автори є визнаними експертами у сфері логістики, їх роботи сприяли розвитку теорії та практики організації логістичних систем у різних галузях. Так в роботі [1] про логістичні процеси зазначається: «Інтеграція інформаційних

технологій у логістичні процеси дозволяє значно підвищити ефективність управління транспортними потоками». Праця має прикладний характер і детально розглядає інформаційний компонент логістики, проте в ній відсутній аналіз кризових умов, таких як руйнування інфраструктури. «Процес проєктування логістичних систем повинен враховувати управління ризиками та швидку адаптацію до змін навколишнього середовища»: констатується в книзі [2]. Ця рекомендація є актуальною для умов відновлення інфраструктури, але потребує більш детального опрацювання з урахуванням пост воєнних аспектів.

«Оптимізація транспортних потоків є ключовим завданням для забезпечення надійного постачання в умовах обмеженості ресурсів»: -відзначено в роботі [3]. Праця фокусується на мирних умовах логістики, що обмежує її застосування в період екстремальних умов відновлення. В статті [4] акцентується увага на комунікаційних процесах: «Автоматизація та інтеграція сучасних систем планування логістики зменшують операційні неефективності та підтримують прийняття рішень у реальному часі». Ця цитата підтверджує необхідність автоматизації, але робота потребує не фокусує увагу на специфіці роботи в кризових умовах. Наукова робота [5] орієнтує на оптимізацію ресурсів: «Інтегроване планування демонтажу забезпечує оптимальне використання ресурсів і мінімізує вплив на навколишнє середовище». Хоча робота має екологічний ухил, вона не дає чіткого алгоритму дій у зонах масштабного руйнування.

Вплив урбаністики на логістичні процеси відзначені в роботі [6]: «Системи міської логістики повинні інтегрувати екологічні, соціальні та економічні аспекти для підвищення стійкості». Праця зосереджена на мирному урбаністичному контексті, що робить її менш придатною для застосування в умовах відновлення після військових дій. У статті [7], присвяченій військовій логістиці вказується: «Військова логістика відіграє ключову роль у будівництві та підтримці фортифікацій в умовах складних умов». Дане дослідження висвітлює питання будівництва оборонних споруд, але не дає глибокого аналізу взаємодії між підрозділами загальної структури. В дослідженнях [8-11] авторами розроблено модель координації ремонтних бригад та реконфігурації мережі після надзвичайних подій, виконано аналіз впровадження мобільних логістичних хабів для оптимізації вантажоперевезень, рекомендовано алгоритм пропонує дата-орієнтованої методики підтримки прийняття рішень у міських логістичних операціях «останньої милі» та узагальнюються концепції моделювання стійкості транспортних систем на основі різних методичних підходів. Праці зазначених українських та закордонних вчених є надзвичайно актуальними для розуміння принципів організації логістичних систем, їх інтеграції з сучасними технологіями та застосування в різних галузях. Так, дослідження українських

авторів охоплюють оптимізацію матеріальних потоків, проєктування логістичних систем, а також управління ризиками, що є важливим у контексті відновлення. Закордонні ж автори зосереджуються на інтеграції автоматизації, екологічних аспектів та військових підходів до логістики, які можуть бути корисними у кризових ситуаціях.

Метою публікації є розробка ефективної методики організації логістичних систем для відновлення житлового фонду та інфраструктури, заснованої на використанні спеціалізованих пересувних механізованих колон (СПМК).

Для досягнення мети роботи сформульовані та вирішені наступні задачі:

- розробити методику ефективності використання логістичних систем об'єктів відновлення механізованими підрозділами будівельних організацій;
- сформувати структуру спеціалізованої пересувної механізованої колони;
- дослідити аналогію використання військових практик у розгортанні фронту будівельних робіт.

Основна частина. Відновлення зруйнованих об'єктів житлового фонду та об'єктів інфраструктури в умовах кризових ситуацій: військові дії, техногенні, антропогенні чи природні катастрофи, є важливою задачею, яка періодично стає перед сучасними державами. Наслідки таких обставин необхідно ефективно ліквідовувати. Інноваційна організація логістичних систем при цьому є ключовим фактором для успішного виконання робіт по ліквідації наслідків таких катастроф. Вона дозволяє забезпечити оперативну доставку ресурсів, скоординувати дії численних підрозділів і мінімізувати витрати при високій якості виконання робіт. Так як подолання ліквідація наслідків відповідних катастроф лежить на державних інституціях, то застосування військової методики в організації виконання робіт та налагодження процесів відновлення є доцільною, навіть при залученні організацій різних форм власності. Одним із найбільш ефективних методів організації будівельно-відновлювальних робіт є використання спеціалізованих пересувних механізованих колон (ПМК). Ці структури поєднують у собі мобільність, адаптивність і функціональну спеціалізацію, що дозволяє їм ефективно виконувати завдання в умовах швидкозмінного середовища. Окрім технологічного аспекту, ефективна організація логістичних систем передбачає розробку оптимальної структури СПМК. Організаційна структура колони включає всі необхідні підрозділи для виконання інженерних, транспортних, матеріально-технічних, екологічних, комунікаційних, охоронних функцій та відповідну техніку (Рис. 1.) Кожен із цих підрозділів виконує специфічну роль у загальному паралельно-послідовному ланцюгу демонтажних робіт, постачання та переробки ресурсів, що забезпечує цілісність і синхронну роботу усієї системи.



а)



б)

Рис.1. Спеціалізована техніка для демонтажу і переробки конструкцій: а) мобільна кам'яна дробилка, <https://www.general-makina.com.tr>; б) гусеничний кран з кулею для знесення конструкцій, <https://www.istockphoto.com/photos/wrecking-ball-crane>

Методика організації таких колон базується на принципах, які є запозиченими з військової стратегії, тактики та практики управління. Кожна структурна одиниця виконує чітко визначені функції, а штаб колони здійснює координацію та моніторинг планової ступені та якості робіт. В застосуванні таких методик важливим є інтеграція інноваційних технологій, таких як аеророзвідка з 3D скануванням місцевості загалом та окремих об'єктів, Створення ВІМ для всього циклу відновлення дозволяє об'єднати всі інноваційні технології в одну цифрову модель. Використання дронів та 3D-сканерів дозволяє значно підвищити точність планування, швидкість виконання робіт, оптимізувати маршрути транспортування та здійснювати контроль за виконанням робіт в онлайн-режимі. Це особливо важливо в умовах складної місцевості чи великого масштабу руйнувань, з необхідністю оперативно приймати рішення щодо поділу всіх задіяних ресурсів і пріоритетності робіт. Сутність логістичних систем, побудованих на принципах спеціалізованих пересувних механізованих колон (СПМК). Логістичні системи, що побудовані на принципах спеціалізованих пересувних механізованих колон (СПМК), є адаптивними та мобільними структурами, які призначені для чіткого реагування на обставини в умовах критичних ситуацій. Сутність таких систем полягає в структурному розмежуванні функцій між підрозділами колони, але які виконують завдання у межах єдиного логістичного процесу під централізованим управлінням штабу. Основними елементами СПМК є функціональні підрозділи (Рис.2.). Кожен підрозділ на окремому аспекті логістичних операцій: інженерні роботи, транспортування матеріалів, технічне обслуговування, екологічна переробка та транспортування відходів, координаційна функція та загальна безпека.

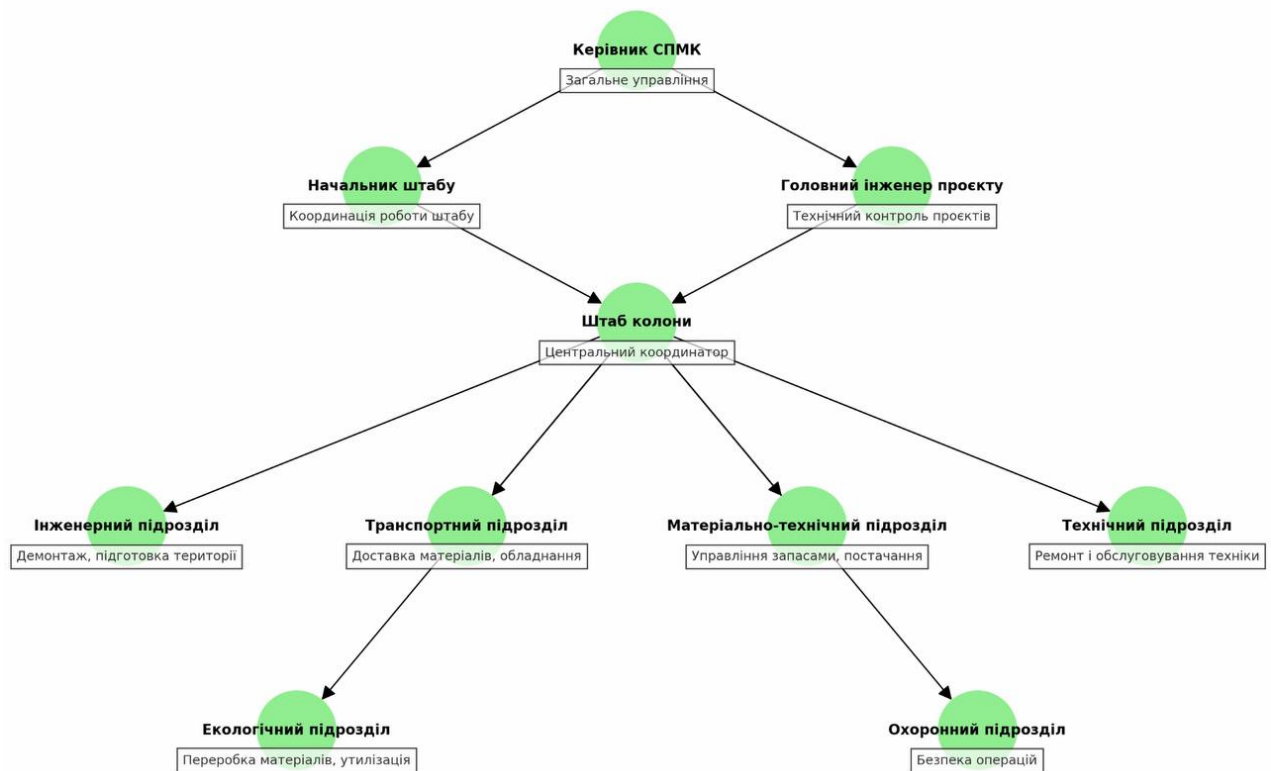


Рис.2 Структура СПМК. (Автор Перегінець Іван Іванович)

Ключовими принципами побудови логістичних систем на базі СПМК є:

1. Мобільність – здатність швидко пересуватися в зону проведення робіт.
2. Адаптивність – можливість модифікації структури залежно від специфіки завдань.

3. Інтеграція технологій – використання інформаційних технологій, аеророзвідки, автоматизованих систем управління та сучасних будівельних технологій, таких як 3D-друк, роботизованих механізмів демонтажу конструкцій.

4. Оптимізація ресурсів – зниження витрат часу, матеріалів та фінансових ресурсів завдяки оптимізації виконання планів робіт.

Такі системи створюють можливість не лише відновлення зруйнованої інфраструктури, а й забезпечення роботи всіх підрозділів в умовах обмежених ресурсів, значних масштабів руйнувань чи інших кризових ситуацій. Інтеграція військових принципів управління дозволяє СПМК бути гнучкими до зміни середовища виконання робіт та забезпечувати безперервність логістичного процесу.

Важливу роль в ефективній роботі СПМК відіграє наявність відповідного «озброєння» структурних підрозділів машинами, механізмами, інвентарем та інноваційними засобами управління процесами при тризмінній формі організації робіт.

Аналогія військових практик у розгортанні фронту будівельних робіт

Розгортання фронту будівельних робіт на базі спеціалізованих пересувних механізованих колон (СПМК) має багато спільного з військовими практиками, зокрема у плануванні та виконанні операцій. Основні паралелі можна виділити у наступних аспектах:

1. Планування і підготовка (аналог стратегічного планування операції)

Військовий підхід: Перед початком операції розробляється стратегічний план із врахуванням розташування сил, ресурсів, можливостей противника та навколишніх умов.

Будівельний фронт: Аналогічно, під час організації будівельних робіт проводиться аналіз місцевості, оцінка руйнувань, визначення ресурсів, а також розробляється план дій з урахуванням доступності матеріалів, техніки та людських ресурсів.

2. Ієрархічна структура управління (аналог командної системи управління)

Військовий підхід: Кожен рівень командування відповідає за конкретний сектор операції, забезпечуючи координацію підлеглих підрозділів. Штаб виконує функцію стратегічного центру.

Будівельний фронт: У СПМК штаб виступає координатором усіх підрозділів, таких як інженерні, транспортні та матеріально-технічні. Кожен підрозділ має свого керівника, який відповідає за конкретний напрямок роботи.

3. Розгортання підрозділів на місцевості (аналог розташування військ на позиціях)

Військовий підхід: Військові сили розгортаються у стратегічно важливих місцях для досягнення максимального ефекту з мінімальними втратами.

Будівельний фронт: Підрозділи СПМК розташовуються на території таким чином, щоб мінімізувати час на транспортування матеріалів і забезпечити ефективну роботу. Наприклад, інженерний підрозділ працює на передовій для підготовки території, тоді як транспортний забезпечує постійний підвіз ресурсів.

4. Логістика і забезпечення (аналог тилового забезпечення)

Військовий підхід: Тил забезпечує війська продовольством, зброєю та матеріалами для підтримки бойових дій.

Будівельний фронт: Матеріально-технічний підрозділ СПМК відповідає за постачання будівельних матеріалів, палива, обладнання та забезпечення функціонування інших підрозділів.

5. Використання розвідки (аналог військової розвідки)

Військовий підхід: Розвідка забезпечує командування інформацією про місцевість, розташування противника та можливі загрози.

Будівельний фронт: Аеророзвідка використовується для створення тривимірних карт місцевості, оцінки масштабу руйнувань та оптимізації маршрутів транспортування. Це дозволяє забезпечити точність виконання робіт і уникнути непередбачуваних затримок.

6. Етапи виконання (аналог фаз бойової операції)

Військовий підхід: Операція поділяється на кілька фаз: підготовка, виконання, закріплення позицій.

Будівельний фронт: Будівельні роботи також проводяться поетапно: демонтаж зруйнованих конструкцій, підготовка території, зведення об'єктів, перевірка якості виконаних робіт.

7. Координація підрозділів (аналог спільних дій військових сил)

Військовий підхід: Спільна робота піхоти, артилерії, авіації та інших родів військ для досягнення поставленої мети.

Будівельний фронт: Взаємодія інженерних, транспортних, екологічних та технічних підрозділів СПМК під централізованим управлінням штабу дозволяє синхронізувати дії та досягти максимальної ефективності. Аналогія з військовими практиками дозволяє підвищити ефективність організації будівельного фронту, зменшити втрати часу та ресурсів, а також забезпечити гнучкість і адаптивність у кризових ситуаціях.

Ефективність аеророзвідки при плануванні робіт СПМК проявляється у можливості оперативного створення точних карт місцевості та визначення масштабу руйнувань, що значно скорочує час на оцінку території.

Моделювання організації роботи СПМК на теоретичному прикладі.

Вихідні умови:

Площа території руйнувань: 10 га.

Обсяг руйнувань: 100 000 м.кв.

Маса відходів: 100 000 т (≈ 1 т/м.кв).

Склад відходів:

80% бетон: 80 000 т.

10% метал: 10 000 т.

5% забруднені матеріали: 5 000 т.

5% дерево, пластик: 5 000 т.

Плановий період виконання робіт: 3 календарні місяці, таблиця 1.

Етапи виконання робіт

Початковий етап. Улаштування штабу та місця дислокації підрозділів СПМК.

Демонтаж конструкцій.

Сортування та транспортування відходів

Переробка матеріалів.

Планування ділянки

Перевезення техніки в місце постійної дислокації або на іншу ділянку робіт

Таблиця 1. Проект роботи СПМК з ліквідації наслідків катастроф на території 10 га.

Етап	Підрозділ	Техніка та люди	Обсяги робіт	Термін (дні)
1. Початковий етап	Штаб, підрозділи СПМК	Мобільний штаб, 10 працівників	Улаштування штабу та місця дислокації	2
2. Демонтаж конструкцій	Інженерний підрозділ	2 роботизованих екскаватори, 4 звичайних екскаватори, 3 автокрани з гідравлічними ножицями, 15 осіб	Бетон: 80 000 т; метал: 10 000 т	5
3. Сортування та транспортування	Транспортний підрозділ	30 самоскидів (вантажопідйомність 20 т.), 20 працівників,	Вивезення 100 000 т відходів (6000 т/день)	18
4. Переробка матеріалів	Екологічний підрозділ	2 дробарки для бетону, 15 працівників,	Бетон: 80 000 т	40
		10 працівників для транспортування металу	Метал: 10 000 т.	30
		Спеціальні контейнери, 10 працівників	Забруднені матеріали, 5000 т.	30
		Спеціалізовані установки, 10 працівників	Дерево і пластик, 10 працівників	30
5. Планування ділянки	Інженерний підрозділ	4 бульдозери, 8 працівників,	Підготовка території площею 10 га (2 га/день),	5

Максимальний термін виконання робіт розраховується за формулою:

$$T = \max (T_1 + T_2 + T_3 + T_4)$$

де,

T- загальний термін виконання робіт (дні);

T₁- термін демонтажу конструкцій;

T_2 - термін на транспортування відходів;

T_3 - термін на переробку відходів;

T_4 - термін на планування території.

Розрахунок кількості машино-змін та людино-днів для кожного етапу робіт приведено в таблиці 2.

Загальний показники ресурсів та терміни виконання робіт:

Техніка: 6 екскаваторів, 3 автокрани, 30 самоскидів, 2 дробарки, 4 бульдозери.

Люди: 98 працівників на різних етапах.

Тривалість робіт при послідовності операцій: 3 місяці (90 днів).

Загальна кількість машино-змін: 685.

Загальна кількість людино-днів: 1075.

Таблиця 2. Кількість машино-змін та людино-днів.

Етап	Машино-зміни	Людино-дні
Демонтаж конструкцій	6 екскаваторів $\times 5 +$ 3 крани $\times 5 = 45$	15 осіб $\times 5 = 75$
Транспортування	30 самоскидів $\times 18 = 540$	20 осіб $\times 18 = 360$
Переробка матеріалів	2 дробарки $\times 40 = 80$	15 осіб $\times 40 = 600$
Планування території	4 бульдозери $\times 5 = 20$	8 осіб $\times 5 = 40$

Висновки. У процесі виконання дослідження було досягнуто поставленої мети з розробка ефективної методики організації логістичних систем для відновлення житлового фонду та інфраструктури, заснованої на використанні спеціалізованих пересувних механізованих колон (СПМК). Результати дослідження показують вирішення поставлених задач:

- Розроблено методику ефективності використання логістичних систем об'єктів відновлення механізованими підрозділами будівельних організацій;
- сформульовано структуру спеціалізованої передвижної механізованої колони;
- досліджено та визначено доцільність застосування військових практик у розгортанні фронту будівельних робіт
- Результатом дослідження є визначена організаційна ефективність логістичної системи на основі СПМК: у цій статті розроблено комплексну модель для оптимізації процесу вивезення, транспортування та обробки будівельного сміття. Наведені розрахунки підтверджують, що застосування механізованої колони спеціального призначення (СПМК) можливе для виконання великомасштабних робіт у стислі терміни.

Список літератури

1. Крикавський Є.В., Чорнописька Н.В. Логістичні системи: навч. посіб. Львів: Видавництво НУ «Львівська політехніка», 2009. 264 с.
2. Денисенко М. П., Левковець П. Р., Михайлова Л. І. та ін. Організація та проектування логістичних систем: підручник. Київ: Центр учбової літератури, 2010. 336 с.
3. Окландер М. А. Логістика: підручник. Київ: Центр учбової літератури, 2008. 346 с.
4. Tetik M., Brusselders N., Fredriksson A. Conceptual model for aligning construction logistics capacity through simulation. *Automation in Construction*. 2025. Vol. 175. Art. 106190. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2025.106190>
5. Borges M. L. A. E., Granja A. D., Monteiro A. A hybrid framework for multi-objective construction site layout optimization. *Buildings*. 2024. Vol. 14, No. 12. Art.3790. DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings14123790>
6. Haglund P., Janné M. Organizing construction logistics outsourcing: a logistics strategy perspective. *Construction Innovation: Information, Process, Management*. 2024. Vol. 24, No. 7. P. 223–238. DOI: <https://doi.org/10.1108/CI-01-2023-0017>
7. Zhang C., Jiang J., Xia C., Fu Y., Liu J., Duan P. Dual-objective optimization of prefabricated component logistics based on JIT strategy. *Scientific Reports*. 2024. Vol.14. Art. 31267. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-82689-w>
8. Zhou F., Zhou P., Shi T., Jing J., Liang G., Xu S., Zhou J., Yang K. Resilience-oriented repair crew and network reconfiguration coordinated operational scheduling for post-event restoration. *Frontiers in Energy Research*. 2024. Vol. 12. Art. 1369452. DOI: <https://doi.org/10.3389/fenrg.2024.1369452>
9. Schuur P. C., Kellersmann C. N. Improving transport logistics by aligning long combination vehicles via mobile hub & spoke systems. *Logistics*. 2022. Vol. 6, No. 1. Art. 18. DOI: <https://doi.org/10.3390/logistics6010018>
10. Gutierrez-Franco E., Mejia-Argueta C., Rabelo L. Data-driven methodology to support long-lasting logistics and decision making for urban last-mile operations. *Sustainability*. 2021. Vol.13, No.11. Art.6230. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13116230>
11. Ahmed S., Dey K. Resilience modeling concepts in transportation systems: a comprehensive review based on mode, and modeling techniques. *Journal of Infrastructure Preservation and Resilience*. 2020. Vol. 1. Art. 8. DOI: <https://doi.org/10.1186/s43065-020-00008-9>

References

1. Krykavskiy, Y. V., & Chornopyska, N. V. (2009). *Logistics systems (Textbook)*. Lviv Polytechnic Publishing House. (in Ukrainian).

2. Denysenko, M. P., Levkovets, P. R., Mykhailova, L. I., et al. (2010). Organization and design of logistics systems (Textbook). Center of Educational Literature. (in Ukrainian).
3. Oklander, M. A. (2008). Logistics (Textbook). Center of Educational Literature. (in Ukrainian).
4. Tetik, M., Brusselders, N., & Fredriksson, A. (2025). Conceptual model for aligning construction logistics capacity through simulation. *Automation in Construction*, 175, Article 106190. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2025.106190> (in English).
5. Borges, M. L. A. E., Granja, A. D., & Monteiro, A. (2024). A hybrid framework for multi-objective construction site layout optimization. *Buildings*, 14(12), 3790. <https://doi.org/10.3390/buildings14123790> (in English).
6. Haglund, P., & Janné, M. (2024). Organizing construction logistics outsourcing: A logistics strategy perspective. *Construction Innovation: Information, Process, Management*, 24(7), 223–238. <https://doi.org/10.1108/CI-01-2023-0017> (in English).
7. Zhang, C., Jiang, J., Xia, C., Fu, Y., Liu, J., & Duan, P. (2024). Dual-objective optimization of prefabricated component logistics based on JIT strategy. *Scientific Reports*, 14, Article 31267. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-82689-w> (in English).
8. Zhou, F., Zhou, P., Shi, T., Jing, J., Liang, G., Xu, S., Zhou, J., & Yang, K. (2024). Resilience-oriented repair crew and network reconfiguration coordinated operational scheduling for post-event restoration. *Frontiers in Energy Research*, 12, Article 1369452. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2024.1369452> (in English).
9. Schuur, P. C., & Kellersmann, C. N. (2022). Improving transport logistics by aligning long combination vehicles via mobile hub & spoke systems. *Logistics*, 6(1), 18. <https://doi.org/10.3390/logistics6010018> (in English).
10. Gutierrez-Franco, E., Mejia-Argueta, C., & Rabelo, L. (2021). Data-driven methodology to support long-lasting logistics and decision making for urban last-mile operations. *Sustainability*, 13(11), 6230. <https://doi.org/10.3390/su13116230> (in English).
11. Ahmed, S., & Dey, K. (2020). Resilience modeling concepts in transportation systems: A comprehensive review based on mode, and modeling techniques. *Journal of Infrastructure Preservation and Resilience*, 1, Article 8. <https://doi.org/10.1186/s43065-020-00008-9> (in English).

Abstract

Ivan Pereginets, PhD. (Tech.), Director of the Scientific and Technological Research Center of the Academy of Construction of Ukraine.

Yevhenii Yurchenko, PhD. (Tech.), Assoc. Prof. Department of Reinforced Concrete and Stone Structures. Ukrainian State University of Science and Technologies, ESI Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture.

Artem Sopilniak, PhD. (Tech.), Assoc. Prof., Department of Descriptive Geometry and Graphics, Ukrainian State University of Science and Technologies, ESI Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture.

Serhii Hryshyn, Postgraduate student Department of Reinforced Concrete and Stone Structures. Ukrainian State University of Science and Technologies. Research and Education Institute Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture.

Methodology of organizing logistics systems of reconstruction facilities on the basis of specialized mobile mechanized columns

This scientific work reveals the essence of logistics systems, their classification and role in crisis situations during the implementation of infrastructure and housing restoration projects. The use of the structure of specialized mobile mechanized columns (SMMC) proved to be an effective tool in organizing: logistical support; ensuring timely delivery of materials; performing dismantling, construction work and coordinating actions in the destruction zone. Scientific, theoretical and applied research on logistics systems by Ukrainian and foreign scientists on this topic was analyzed.

Particular attention was paid to the use of military techniques in the deployment of the repair and construction front, in particular a hierarchical structure similar to a military brigade. This ensures a clear division of functions between units and their interaction with the column headquarters. A management model adapted to the command style of the construction industry is proposed, in which the headquarters acts as a central coordinator, and the units perform specialized tasks (engineering, transport, logistics, security). The effectiveness of integrating aerial reconnaissance for immediate planning of the construction mission and monitoring is analyzed. Aerial reconnaissance is used to create three-dimensional maps of the terrain, determine the extent of damage, and optimize transportation routes. This allows you to significantly reduce time and resource costs and increase the accuracy of task performance. This work provides model examples of the use of logistics systems based on the SMMC, which demonstrate their effectiveness in ensuring the timely delivery of resources, dismantling destroyed facilities, waste disposal, and construction of new facilities. The interaction of the SMMC units is studied, where each structural element performs a specific role, and the headquarters coordinates their activities, ensuring the integration of all processes into a single logistics chain.

Thus, the approach to organizing logistics systems based on the SPMC has shown high efficiency in the context of housing and infrastructure restoration. The integration of military management principles allows you to create an adaptive system that can quickly respond to changes, optimize the use of resources and ensure cost minimization while maintaining high quality task performance.

Keywords: logistics system; mobile mechanized column; military practices; construction front; aerial reconnaissance; coordination of units; infrastructure restoration; resource management; cost optimization; process integration.