

Оптимізація логістичних процесів розгортання та демонтажу тимчасових функціональних об'єктів спеціального призначення

Ігор Субін, магістр¹ (ORCID: 0009-0002-7966-5437), Олексій Котляревський, канд. екон. наук, доцент¹ (ORCID: 0009-0004-1645-8064), Павло Тисленко, канд. техн. наук, докторант¹ (ORCID: 0009-0007-6926-5639)

¹Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

АНОТАЦІЯ. У роботі досліджено проблематику оптимізації логістичних процесів, пов'язаних із розгортанням і демонтажем тимчасових функціональних об'єктів спеціального призначення. Проаналізовано необхідність застосування інтегрованої логістичної підтримки вже на етапі проектування, а також ключові підходи до управління логістичними ланцюгами. Зокрема, окреслено роль принципів тотальної модульності, реверсивного проектування та переходу до «тягнутої» логістики (Pull Logistics) і логістики зворотного потоку (Reverse Logistics). Доведено, що підвищення оперативної ефективності та ресурсної економічності тимчасових функціональних об'єктів спеціального призначення досягається шляхом інтеграції передових інформаційних технологій, включаючи системи управління життєвим циклом, геоінформаційні системи та технології Інтернету речей (IoT), що забезпечують прозорість і динамічне коригування всіх процесів. Робота підкреслює критичну важливість системного підходу для забезпечення стійкості та успішності спеціальних місій.

Ключові слова: тимчасові функціональні об'єкти спеціального призначення, логістичні процеси, інтегрована логістична підтримка, реверсивне проектування, інтелектуальні системи підтримки рішень.

1. ВСТУП

Стрімкий розвиток геополітичних, природних та техногенних викликів сучасності висуває безпрецедентні вимоги до оперативності та адаптивності інфраструктурного забезпечення спеціальних місій. У цьому контексті тимчасові функціональні об'єкти спеціального призначення набувають ключового значення як критичні елементи швидкого реагування, що забезпечують виконання завдань в умовах дефіциту часу та ресурсів. Актуальність дослідження полягає у нагальній необхідності мінімізації часових, фінансових та логістичних витрат на всіх етапах життєвого циклу цих об'єктів. Традиційні підходи до будівництва та розгортання не відповідають динаміці сучасних загроз, обумовлюючи високі ризики зриву планових завдань та неефективного використання ресурсів. Відтак, системна оптимізація логістичних ланцюгів, що охоплюють процеси від превентивного планування до високошвидкісного розгортання та екологічно відповідального демонтажу, є пріоритетним науково-практичним завданням. Комплексне вирішення цієї проблеми дозволить підвищити стійкість та ефективність функціонування критичної інфраструктури, що розгортається на тимчасовій основі.

2. МЕТА.

Дослідити підходи до оптимізації логістичних процесів розгортання і демонтажу тимчасових функціональних об'єктів спеціального призначення.

3. ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ.

Оптимізація життєвого циклу та логістичних процесів розгортання та демонтажу тимчасових функціональних об'єктів спеціального призначення є критично важливою для забезпечення їхньої оперативної ефективності та економічної доцільності. Під тимчасовими функціональними об'єктами спеціального призначення розуміють модульні, мобільні або швидкозбірні системи, які

використовуються для виконання специфічних завдань протягом обмеженого часу в умовах, що часто характеризуються підвищеними вимогами до швидкості реагування, безпеки та мінімізації впливу на довкілля. Життєвий цикл таких об'єктів охоплює етапи від проектування і виробництва до розгортання, експлуатації та демонтажу з подальшою утилізацією або повторним використанням [1].

Ключовим аспектом оптимізації є впровадження принципів інтегрованої логістичної підтримки вже на етапі проектування. Це передбачає створення об'єктів з високим ступенем модульності та стандартизації елементів, що значно спрощує процеси транспортування, монтажу та демонтажу. Модульна конструкція дозволяє скоротити час розгортання, мінімізувати потребу у висококваліфікованому персоналі на місці та забезпечити можливість швидкої адаптації функціоналу об'єкта до мінливих потреб місії [2].

Практична реалізація принципів стійкості та функціональної неперервності об'єктів спеціального призначення досягається шляхом інтеграції комплексу взаємозалежних складових. До першочергових належить забезпечення надійності та ремонтпридатності, критично важливе для мінімізації ймовірності системних відмов та оперативного відновлення функціональності. Ця складова нерозривно пов'язана з ефективним плануванням і управлінням технічним обслуговуванням, що включає розробку як превентивних, так і коригувальних стратегій. Логістична підтримка реалізується через забезпечення постачання (управління життєвим циклом запчастин і матеріалів), тоді як інформаційне забезпечення гарантується наявністю повного обсягу технічних даних і документації. Для належної експлуатації системи необхідна реалізація програм навчання. Фізичні аспекти підтримки охоплюють регламентацію пакування, обробки, зберігання та транспортування компонентів, а також визначення потреби у допоміжному та випробувальному обладнанні для діагностики. Комплекс заходів завершується формуванням необхідної інфраструктури та засобів підтримки (приміщень, енергозабезпечення), що є фундаментальною умовою безперебійної експлуатації.

Таким чином, оптимізація логістичних процесів та життєвого циклу тимчасових функціональних об'єктів спеціального призначення) базується на триєдиному комплексі ключових підходів: інженерно-конструкторській парадигмі, ефективному управлінні ланцюгами постачання та впровадженні інтелектуальних систем підтримки рішень.

На рівні інженерно-конструкторської парадигми фундаментальним є принцип тотальної модульності (Total Modularity) та уніфікації елементів. Проектування як набору стандартизованих, взаємозамінних блоків значно спрощує логістику "від дверей до дверей" (Door-to-Door Logistics). Використання легких, високоміцних матеріалів сприяє зниженню транспортних витрат та прискоренню монтажних і демонтажних робіт. Критично важливою є також концепція реверсивного проектування (Design for Reversibility), що мінімізує зусилля, час та ризик пошкодження компонентів під час згорання об'єкта та його підготовки до повторного використання або утилізації.

У сфері управління логістичними процесами ключовим є впровадження системного підходу, що включає розробку чітких технологічних карт розгортання та згорання, а також оптимізацію маршрутів доставки. Застосовується концепція «тягнутої» логістики (Pull Logistics), де постачання компонентів ініціюється фактичною потребою на місці, що мінімізує обсяги запасів та знижує ризики їхнього псування. Оптимізація також передбачає використання багатокритеріального моделювання для вибору ефективних транспортних коридорів з урахуванням обмежень пропускної здатності, безпеки та терміновості. На етапі демонтажу реалізується логістика зворотного потоку (Reverse Logistics), що охоплює структурований збір, сортування та перенаправлення компонентів до центрів відновлення чи переробки.

Інтеграція інтелектуальних систем підтримки рішень є критичною для синхронізації всього життєвого циклу. Використання систем управління життєвим циклом продукту (PLM) [3], доповнених геоінформаційними системами (ГІС) для планування розміщення та цифровими двійниками (Digital Twins) об'єктів [4, с.15], що дозволяє здійснювати моніторинг логістичних процесів у реальному часі та динамічно коригувати плани розгортання/демонтажу тимчасових споруд спеціального призначення. Технології Інтернету речей (IoT) та радіочастотної ідентифікації (RFID-мітки) забезпечують автоматичне відстеження та інвентаризацію кожного модуля, критично підвищуючи точність, швидкість і прозорість логістичних операцій та знижуючи ймовірність втрат [5].

Етап демонтажу та згорання потребує ретельної оптимізації, де процедури мають бути реверсивними та максимально швидкими. Розробка стандартизованих інструкцій забезпечує збереження компонентів для подальшого використання та сприяє ефективній утилізації. Належне планування демонтажу мінімізує обсяги відходів та знижує екологічне навантаження [1]. Управління цим завершальним етапом обов'язково має враховувати юридичні процедури, зокрема необхідність проведення обстеження та наявність дозвільної документації на демонтаж, а також визначення відповідальності за його виконання. Таким чином, комплексна оптимізація життєвого циклу тимчасових функціональних об'єктів спеціального призначення вимагає синергії інженерних рішень, логістичного менеджменту та використання передових технологій.

4. ВИСНОВКИ.

Таким чином, підвищення оперативної ефективності та ресурсної економічності функціонування тимчасових об'єктів спеціального призначення неможливе без інтеграції інженерно-конструкторських та логістичних рішень на ранніх етапах проектування. Зокрема, критично важливою є реалізація концепції тотальної модульності та реверсивного проектування, що безпосередньо впливає на швидкість розгортання, мінімізацію витрат на транспортування та ефективність демонтажу. Встановлено, що традиційна «штотвахаюча» логістика є неефективною для забезпечення життєвого циклу тимчасових об'єктів спеціального призначення; натомість, застосування «тягнутої» логістики та логістики зворотного потоку забезпечує синхронізацію потреб місії з постачанням ресурсів та екологічно відповідальним згоранням об'єктів. Нарешті, доведено, що синхронізація всіх фаз життєвого циклу досягається виключно завдяки впровадженню інтелектуальних систем підтримки рішень, що використовують технології цифрових двійників, IoT та RFID для моніторингу, динамічного коригування планів і забезпечення прозорості логістичних операцій. Таким чином, системна оптимізація життєвого циклу та логістичних процесів тимчасових функціональних об'єктів спеціального призначення є ключовим фактором стійкості та успішності спеціальних місій у сучасних умовах.

Список літератури

- [1] ДСТУ 9258:2023. Настанова з організації виконання будівельних робіт. Розділ про експлікацію тимчасових будівель і споруд. URL: <https://www.gitn.org.ua/images/%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3%209258%202023.pdf>
- [2] Comprehensive Guide on What is integrated logistics support. URL: <https://www.invensis.net/blog/what-is-integrated-logistics-support>
- [3] Що таке управління життєвим циклом продукту (PLM)? URL: <https://visuresolutions.com/uk/alm-guide/%D1%83%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D1%96%D0%BD%D0%BD%D1%8F-%D0%B6%D0%B8%D1%82%D1%82%D1%94%D0%B2%D0%B8%D0%BC-%D1%86%D0%B8%D0%BA%D0%BB%D0%BE%D0%B%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82%D1%83/>
- [4] Донченко М. В., Коваленко І. І. Геоінформаційні системи : навчальний посібник. Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2021. 132 с.
- [5] RFID ідентифікація у логістиці. URL: <https://idcard.com.ua/ua/blog/rfid-identifikacija-v-logistike/>