

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТУСА

РУДЮК ДЕНИС ВЯЧЕСЛАВОВИЧ

Допускається до захисту:

в.о. завідувача кафедри
інформаційних технологій
канд. техн. наук, доцент

_____ О. В. Зелінська
«_____» _____ 2024 р.

**ПРОКЛАДАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТУ ДОСТАВКИ
ПРОВІАНТУ ДО ПЕРЕДОВОЇ**

Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»

Кваліфікаційна (бакалаврська) робота

Керівник:

П. К. Піколюк, професор кафедри
інформаційних технологій,
к. т. н., доцент

Оцінка: _____ / _____ / _____
(бали/за шкалою ЄКТС/за національною шкалою)

Голова ЕК: _____

Вінниця – 2024

АНОТАЦІЯ

Рудюк Д.В. Прокладання оптимального маршруту доставки провіанту до передової. Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки», освітня програма «Комп'ютерні науки». Донецький національний університет імені Василя Стуса, Вінниця, 2024.

Основна мета цієї роботи полягає в розробці ефективної системи для прокладання оптимальних маршрутів доставки провіанту до передової лінії. Це завдання має критичне значення, оскільки забезпечення своєчасної та безперебійної доставки провіанту є життєво важливим для підтримки бойової готовності підрозділів.

У вступі обґрунтовано актуальність створення такої системи, зокрема підкреслено необхідність оптимізації логістичних процесів у військових умовах. Перший розділ присвячено аналізу територій та існуючих маршрутів. У другому розділі описано інструменти та методи, щоб досягнути оптимального маршруту. Третій розділ деталізує реалізацію пошуку оптимального маршруту.

Ключові слова: Прокладання оптимального маршруту
50 с., 20 рис., 41 джерел.

ABSTRACT

Rudyuk D.V. Laying the Optimal Route for the Delivery of Provisions at the Front Line. Specialty 122 «Computer Science» educational program «Computer Science». Vasyl Stus Donetsk National University, Vinnytsia, 2024.

The main objective of this work is to develop an efficient system for planning optimal routes for provisions delivery to the frontline. This task is critically important as ensuring timely and uninterrupted delivery of provisions is vital for maintaining the combat readiness of units.

The introduction justifies the relevance of creating such a system, emphasizing the need to optimize logistical processes in military conditions. The first section is dedicated to the analysis of territories and existing routes. The

second section describes the tools and methods used to achieve the optimal route. The third section details the implementation of the optimal route search.

Keywords: Laying the Optimal Route

50 p., 20 figures, 41 sources.



ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1 ОЦІНКА ТЕРИТОРІЇ ТА ІСНУЮЧИХ МАРШРУТІВ.....	7
1.1 Огляд території та специфіка передової зони.....	7
1.2 Вивчення існуючих маршрутів доставки та їх ефективності.....	10
1.3. Аналіз перешкод та обмежень на існуючих маршрутах.....	14
Висновки до першого розділу.....	16
РОЗДІЛ 2 ВИБІР ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТУ.....	17
2.1 Врахування стратегічних точок на передовій для поставок.....	17
2.2 Розробка альтернативних маршрутів з урахуванням територіальних особливостей	23
2.3 Використання технологічних інновацій та сучасних геопросторових систем для оптимізації маршруту	25
Висновки до другого розділу.....	33
РОЗДІЛ 3	35
РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ МАРШРУТУ	35
3.1 Етап впровадження нового маршруту та організація перших поставок	35
3.2. Моніторинг та аналіз продуктивності нового маршруту	37
3.3 Можливості та стратегії для подальшої оптимізації маршруту з урахуванням динамічних змін у воєнному конфлікті.....	38
Висновок до третього розділу.....	42
ВИСНОВКИ.....	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	47
ДОДАТКИ.....	54

ВСТУП

Актуальність роботи полягає у важливості оптимізації процесу доставки провіанту до передової. Забезпечення ефективності та швидкості доставки є критичним для забезпечення бойових підрозділів необхідними ресурсами вчасно і з мінімальними витратами. Пошук оптимального маршруту дозволить підвищити продуктивність та ефективність цього процесу, забезпечуючи більш точну та швидку доставку, що в свою чергу може вплинути на загальну успішність виконання військових операцій.

Актуальність роботи визначається загостренням військових конфліктів та потребою в оперативному забезпеченні військових підрозділів. Оптимальний маршрут доставки є критично важливим для забезпечення швидкого, ефективного та безпечного доставлення продовольства та інших життєво важливих ресурсів на передову. Ефективне управління цим процесом може допомогти зменшити ризики, пов'язані зі затримками та недостатнім забезпеченням військових підрозділів, тим самим покращуючи їх бойову готовність та загальну ефективність виконання завдань.

Метою даної роботи є розробка оптимального маршруту доставки провіанту до передової зони з максимальною ефективністю та безпекою.

Завдання роботи:

- 1) здійснити огляд території та специфіка передової зони;
- 2) описати існуючі маршрути доставки та їх ефективності;
- 3) здійснити аналіз перешкод та обмежень на існуючих маршрутах;
- 4) охарактеризувати стратегічні точки на передовій для поставок;
- 5) розробити альтернативні маршрути з урахуванням територіальних особливостей;
- 6) описати використання технологічних інновацій та сучасних геопросторових систем для оптимізації маршруту;
- 7) охарактеризувати етапи впровадження нового маршруту та організація перших поставок;

- 8) здійснити моніторинг та аналіз продуктивності нового маршруту;
- 9) описати можливості та стратегії для подальшої оптимізації маршруту з урахуванням динамічних змін у воєнному конфлікті.

Предметом роботи є процес прокладання маршруту доставки провіанту, включаючи визначення оптимальної траєкторії, пунктів постачання, управління ресурсами та оцінку ризиків.

Об'єктом роботи є система забезпечення провіантом для військових підрозділів на передовій, а також умови та обставини, що впливають на цей процес.

Теоретичне значення роботи полягає в розробці та впровадженні методів оптимізації маршрутів доставки, що можуть бути застосовані у військовій логістиці та управлінні ланцюгами постачання в інших сферах. Результати дослідження допоможуть покращити ефективність та точність доставки продуктів до передових зон.

Практичне значення полягає в можливості покращення організації та планування доставки провіанту в умовах бойових дій. Оптимізовані маршрути допоможуть зменшити витрати часу, палива та ресурсів, підвищити безпеку та ефективність логістичних операцій, що в свою чергу сприятиме підтримці бойових підрозділів та підвищенню їх боєздатності.

Структура роботи: кваліфікаційний проект складається зі вступі трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та літератури, додатків.

РОЗДІЛ 1

ОЦІНКА ТЕРИТОРІЇ ТА ІСНУЮЧИХ МАРШРУТІВ

1.1 Огляд території та специфіка передової зони

Огляд місця події є важливою першочерговою та невідкладною слідчою дією, що направлена на пошук та документування слідів кримінального правопорушення. Її унікальність полягає у сприйнятті слідчим обстановки події у вигляді, яка під впливом часу та умов може швидко змінитися із ризиком втрати слідів та місць їх розташування. Саме під час огляду місця події слідчий моделює механізм вчинених протиправних дій; проводить попередню кримінально-правову кваліфікацію; висуває припущення та загальні версії подію кримінального правопорушення. В місцях проведення активних бойових дій підготовка та виїзд до місця події, а також його проведення з подальшою фіксацією результатів має свою специфіку.

Ключовими факторами специфіки проведення огляду місця події є, насамперед, особиста безпека членів слідчо-оперативної групи, зменшення кількості цивільного населення у зонах проведення бойових дій що впливає на пошук очевидців, понятих, значна віддаленість установ, які можуть бути задіяні у досудовому розслідуванні (експерти, бюро СМЕ та ін.), можлива активна протидія проведенню огляду з боку незацікавлених у досудовому розслідуванні осіб, тощо.

Слід також розуміти, що окремі події як-то влучання снарядів ракетної артилерії (РСЗВ), значні пошкодження будівель, велика кількість постраждалих вимагають багато часу та людських ресурсів (яких дуже часто не вистачає) для проведення якісного огляду та фіксації. Аналіз практики слідчих Національної поліції України та наукових публікацій дозволяє виробити певні тактичні рекомендації які є викликом часу, адаптацією до бойових умов та відповідних змін до Кримінального процесуального законодавства. В умовах бойової обстановки перед виїздом на місце події слідчому як керівнику слідчо-оперативної групи (СОГ) рекомендується

підготувати маршрут слідування до місця пригоди, вивчити рельєф місцевості куди повинна виїхати СОГ, подбати про забезпечення безпеки членів СОГ та супровід.

Отримати інформацію щодо зосередження військових об'єктів, зон активного проведення бойових дій, про мінні загрози тощо можна від військового командування на місці дислокації. Практики вказують, що працівники поліції узгоджують можливість проведення слідчої (розшукової) дії з командуванням відповідних військових підрозділів. В умовах військових дій аксіоматична криміналістична рекомендація про невідкладність огляду місця події набуває особливої актуальності. Бойові дії з одного боку суттєво ускладнюють її реалізацію через небезпеку для життя учасників слідчої розшукової дії, з іншого – є причиною знищення слідчої картини через переміщення військової техніки, застосування важкого озброєння та ін. [1, с. 235].

Причиною зниження оперативності огляду у деяких випадках є також порядок інформування військовослужбовцями про надзвичайні події, який передбачає доповідь керівництву, яке і вирішує про повідомлення інформації правоохоронним органам. В той же час невідкладність огляду не означає проведення його без відповідної підготовки. Аналіз ст. 615 КПК України дозволяє застосовувати так звану «усічену» методику проведення окремих слідчих дій, у тому числі й огляду місця події. При проведенні огляду місця події за «усіченою» методикою слідчий відмовляється від пошуку та фіксації у протоколі деталей таких місць події, які не мають суттєвого значення для кримінального провадження, такі деталі доцільно фіксувати за допомогою фото та відеозйомки, що дозволяє суттєво зекономити часові та людські ресурси, водночас його якість не знижується, адже деталі все одно фіксуються у встановленому законом порядку.

Для того, щоб дослідити якусь ділянку, будівлю, або приміщення, необхідно пересуватись до небезпечної зони, де слідчий якомога швидше повинен, зафіксувати обстановку, зробити відповідні заміри, зафіксувати

місце виявлення та знаходження трупа, зафіксувати та вилучити речові докази. Як правило, дану обстановку фіксують на технічні носії, а також швидко записують до чернетки, з подальшим занесенням до протоколу огляду місця події, який звичайно ведеться поза межами небезпечної зони [2, с. 217].

Поряд із переліченими вище умовами, перебуваючи на місці події слідчому доцільно подбати про місця укриття у разі зміни військової обстановки. Слушною є думка, що з міркувань безпеки слідчий має максимально скоротити час перебування учасників огляду на місці події, і в той же час забезпечити його максимальну повноту, усвідомлюючи, що проведення повторного огляду певного місця в наступному може виявитися неможливим. Для цього доцільно максимально використовувати засоби відео фіксації, що дозволяє з одного боку зменшити кількість учасників огляду (ст. 223 ч. 7 КПК України), з іншого – оперативно зафіксувати об'єкти огляду з наступним складенням протоколу в безпечному місці [3, с. 128].

Згідно ст. 615 КПК України дозволяється огляд житла чи іншого володіння особи без залучення понятих, якщо це є об'єктивно неможливим або пов'язано з потенційною небезпекою для їхнього життя чи здоров'я. У такому разі має здійснюватися безперервний відеозапис ходу і результатів проведення огляду. В умовах скороченого часу для оперативного нотування слідчому бажано застосовувати так звані «аудіо чернетки» на місці події, використовуючи мобільний телефон чи диктофон. При огляді великої ділянки події, а також з міркувань безпеки, дуже доцільно застосування аерозйомки.

Мова йде про використання квадрокоптерів, дронів, а також 3D сканерів, які наразі можуть дуже детально зафіксувати тривимірну модель місцевості, об'єктів та слідів із високоточними замірами. Вказана техніка є вкрай необхідною в місцях збройного конфлікту.

1.2 Вивчення існуючих маршрутів доставки та їх ефективності

Ринок доставки їжі в Україні виявився чутливим до змін, викликаних пандемією COVID-19. За даними Euromonitor International, сектор онлайн-доставки їжі зріс на 35% у 2020 році, що стало однією з найвищих темпів зростання в цій галузі в Європі. Пандемія спонукала споживачів до більш активного використання онлайн-платформ для замовлення їжі, зокрема через підвищений попит на безконтактну доставку та органічні, здорові варіанти харчування. Це змінило споживачську поведінку на тривалий період, сприяючи розвитку різноманітних сервісів та варіантів доставки. Додатково, відповідно до Statista, ринок онлайн-доставки їжі в Україні має потенціал до зростання на 27,4% щорічно в період 2021-2024 років, що вказує на стабільний тренд розвитку цієї галузі.

"Glovo" залишається одним з найбільших гравців на ринку, зі значною базою користувачів та широким спектром послуг. За даними самої компанії, вони обслуговували понад 2 мільйони користувачів у 2021 році, а їхня частка на ринку доставки їжі в Україні продовжує зростати. Вони пропонують не тільки широкий вибір ресторанів, а й доставку продуктів та інших товарів з місцевих магазинів. "Bolt Food", який є новачком на ринку, швидко здобув популярність завдяки своїм конкурентним цінам та різноманітності варіантів.

Компанія активно розширює свою присутність в Україні, прагнучи охопити більше великих міст та надавати послуги ширшому колу споживачів. "Rozetka Food" та "Menu.ua" також є значними гравцями на ринку, зосереджуючись на унікальних маркетингових стратегіях та пропозиціях для залучення нових користувачів, включаючи спеціальні акції та лояльність програм.

Сектор доставки їжі в Україні пропонує широкий спектр послуг, які постійно адаптуються до змінюваних потреб та переваг споживачів. Стандартні послуги включають доставку з ресторанів та кафе, а також опції

експрес-доставки, що забезпечують швидке отримання замовлення. Серед основних характеристик послуг:

- Використання Мобільних Додатків: Понад 60% замовлень у 2021 році було зроблено через мобільні додатки, згідно з даними DataReportal. Це підкреслює важливість мобільних платформ у сучасній екосистемі доставки їжі. Інтерфейси цих додатків зазвичай інтуїтивно зрозумілі, пропонуючи функції вибору ресторанів, перегляду меню, розміщення замовлень та їх відстеження в реальному часі.

- Персоналізований Підхід до Клієнтів: Багато сервісів запроваджують функції персоналізації, пропонуючи клієнтам рекомендації на основі їхніх попередніх замовлень та переваг. Це не тільки підвищує задоволеність клієнтів, але й сприяє збільшенню частоти замовлень.

- Різноманітність Послуг: Сервіси також розширюють свої пропозиції, включаючи не тільки доставку готової їжі, але й продуктів, напоїв, та навіть квітів і подарунків. Це робить їх більш універсальними та зручними для різних потреб користувачів.

Bolt Food, як частина міжнародної платформи Bolt, успішно вийшла на український ринок доставки їжі, використовуючи досвід та інфраструктуру свого основного сервісу таксі. Їх вхід на ринок був частиною стратегії диверсифікації послуг, яка виявилася дуже ефективною в умовах конкурентного ринку доставки їжі.

Bolt Food активно впроваджує інноваційні стратегії для забезпечення свого зростання та конкурентоспроможності на ринку доставки їжі в Україні. Їх підхід охоплює кілька ключових аспектів:

Технологічні Інновації: Оптимізація Маршрутів: Bolt Food інтенсивно використовує передові технології для планування та оптимізації маршрутів доставки, що забезпечує більш швидку та ефективну обслугову. Використання алгоритмів машинного навчання допомагає знизити час доставки на 15-20%.

Автоматизація Процесів: Впровадження автоматизованих систем управління

замовленнями, що дозволяє покращити логістику та оперативність обслуговування.

Розширення Спектру Послуг:

Розмаїття Вибору: За даними компанії, Bolt Food розширив своє партнерство з ресторанами до понад 2000 закладів у різних містах України. Вони пропонують широкий вибір різноманітних кухонь, включаючи локальні та міжнародні опції. **Адаптація до Місцевих Ринків:** Активно працюючи над адаптацією своїх послуг до потреб різних регіонів, Bolt Food забезпечує вищу задоволеність користувачів.

Маркетингові Кампанії:

- **Цифровий Маркетинг:** Bolt Food інтенсивно використовує онлайн-платформи для просування своїх послуг, залучаючи користувачів через соціальні медіа, цифрову рекламу та email-маркетинг.
- **Лояльність та Залучення Клієнтів:** Запуск програм лояльності та спеціальних акцій для залучення та утримання клієнтів. Ці стратегії допомогли Bolt Food зміцнити свої позиції на ринку, підвищити ефективність доставки та забезпечити високий рівень задоволеності серед користувачів. Активне використання інноваційних технологій та адаптація до місцевих ринків є ключовими елементами їхньої успішної стратегії розвитку.

Glovo та Bolt Food є двома з найбільш впізнаваних брендів у сфері доставки їжі в Україні, обидва пропонують унікальні послуги та можливості для своїх користувачів:

- **Географічне охоплення:** Glovo має більш широке географічне охоплення, працюючи у понад 20 містах по всій Україні, в той час як Bolt Food зосереджується на ключових великих містах і наразі присутній у більш ніж 10 містах.
- **Різнманітність послуг:** Glovo відрізняється своєю пропозицією додаткових послуг, таких як доставка продуктів з супермаркетів, квітів, ліків та інших товарів, в той час як Bolt Food фокусується в основному на доставці їжі.

- Кількість партнерських закладів: Glovo співпрацює з понад 2 500 ресторанами по всій Україні, тоді як Bolt Food має партнерські відносини з понад 1 500 закладами.

Швидкість доставки: Обидва сервіси акцентують на швидкості доставки, з середнім часом доставки близько 30 хвилин. Однак, Glovo відомий своєю стратегією на максимальне скорочення часу доставки.

На українському ринку доставки їжі набувають популярності нові гравці, кожен з яких пропонує свої унікальні послуги та інновації:

- Rocket:

- Географічне охоплення: Rocket успішно працює у понад 20 містах України, включаючи найбільші міські центри.
- Мобільний додаток: Сервіс пропонує зручний мобільний додаток для iOS та Android, що забезпечує легке замовлення та відстеження доставки.
- Вартість доставки: Стандартна вартість доставки становить 40 гривень, з можливістю акційних пропозицій для безкоштовної доставки.
- Додаткові послуги: Крім доставки їжі, Rocket також пропонує доставку товарів з магазинів, розташованих поруч з адресою доставки.

- Mister.am:

- Присутність у регіонах: Mister.am активно працює у менших містах, що дозволяє забезпечити послуги доставки в менш населених регіонах.
- Вартість та умови доставки: Вартість доставки починається від 45 гривень, з додатковою платою за доставку до віддалених районів міста.
- Замовлення: Замовлення можна робити онлайн через сайт або додаток, а також телефонують до менеджера.

- Noww:

- Початок роботи та географічний охоплення: Noww розпочав свою діяльність у лютому у Києві, пропонуючи широкий спектр послуг доставки.

- Швидкість доставки: Обіцяє доставку їжі за 30 хвилин, а з супермаркетів і магазинів одягу - близько години.
- Кешбек та акції: Пропонує кешбек на перше замовлення, а також спеціальні пропозиції для замовлень з супермаркетів і магазинів одягу.
- Методи доставки: Використовує як звичайних кур'єрів, так і фрілансерів через послугу «Джин» для ближчих замовлень.
- "Uber Eats":
 - Міжнародний бренд: Використовує сильну позицію та репутацію міжнародного бренду Uber для приваблення українських користувачів.
 - Інфраструктура Uber: Використовує вже існуючу логістичну інфраструктуру та базу користувачів Uber для ефективного просування та надання послуг.

Ці нові сервіси вносять значний вклад у розвиток ринку доставки їжі в Україні, пропонуючи різноманітність вибору, інноваційні підходи та унікальні можливості для користувачів.

1.3. Аналіз перешкод та обмежень на існуючих маршрутах

Аналіз перешкод та обмежень на існуючих маршрутах передбачає вивчення різноманітних факторів, які можуть впливати на ефективність доставки провіанту до передових зон. Деякі з основних перешкод та обмежень включають:

- 1) Географічні фактори: Нерівний терен, перешкоди в ґрунтах, гірські масиви або водні перешкоди можуть ускладнювати прохідність маршрутів та збільшувати час доставки.
- 2) Транспортні обмеження: Дорожні ремонти, дорожні пригоди, затори або обмеження швидкості на дорогах можуть сповільнювати рух транспортних засобів та затримувати доставку.

3) Кліматичні умови: Погодні умови, такі як сильний вітер, дощ, снігопади або спека, можуть призводити до затримок у доставці та зменшення видимості на дорогах.

4) Бойові дії та безпека: Наявність бойових дій, зон конфлікту або терористичних загроз може ускладнити доставку і створити ризики для персоналу та транспортних засобів.

5) Логістичні виклики: Обмежені можливості зберігання, недостатність транспортних засобів або обмежений доступ до технічних ресурсів також можуть ускладнювати організацію доставки.

Аналіз цих факторів дозволяє ідентифікувати основні проблеми та знайти шляхи оптимізації маршрутів доставки провіанту для забезпечення більш ефективного та безпечного забезпечення передових зон.

Висновки до першого розділу

У результаті оцінки території та існуючих маршрутів доставки в передову зону було виявлено кілька ключових висновків. Перш за все, передова зона виявилася досить складною для навігації через військові операції та різні види загроз. Існуючі маршрути доставки, хоч і відповідають певним критеріям, таким як швидкість і надійність, мають обмеження та перешкоди, такі як блокпости, мінометні поля, або тимчасові зміни у контролі території.

Аналіз показав, що існуючі маршрути мають свої переваги та недоліки, і їхню ефективність можна покращити шляхом оптимізації та врахуванням додаткових факторів, таких як безпека та швидкість доставки. Також було виявлено необхідність розробки альтернативних маршрутів з урахуванням територіальних особливостей та поточної ситуації в передовій зоні.

Загалом, оцінка території та існуючих маршрутів доставки є важливим кроком у підготовці до подальших дій з покращення та оптимізації процесу доставки провіанту до передових підрозділів.

РОЗДІЛ 2

ВИБІР ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТУ

2.1 Врахування стратегічних точок на передовій для поставок

Через пошкодження інфраструктури Донецької залізниці склалася складна ситуація як з постачанням сировини для підприємств сходу України, так і з вивезенням готової продукції. Нестача сировини призвела до того, що частина підприємств вже зупинилася, інша – на межі зупинки [2]. В зоні ризику знаходиться значна кількість великих промислових підприємств – Єнакієвський, Алчевський, Донецький металургійний заводи, Донецький металопрокатний завод, Авдіївський коксохімічний завод, концерн «Стірол», північно-донецьке об'єднання «Азот», які повністю відрізані від постачання сировини з інших областей України. Ускладнено постачання сировини на металургійні підприємства Маріуполя – металургійний комбінат «Азовсталь» та комбінат Ілліча.

Станом на 01.08.2014 Укрзалізниця не мала можливості здійснювати відправлення вантажних вагонів з більш ніж 50 станцій Донецької залізниці через пошкодження об'єктів інфраструктури – колії, мостів, шляхопроводів та контактної мережі. Перш за все це стосується Чаплінського залізничного напрямку з Донецька до західних регіонів України, на якому оберталося біля 70 % всіх вантажних поїздів [3].

Більшість вищеперелічених підприємств знаходяться на сьогодні в зоні, яка не контролюється Українською владою, тому питання забезпечення їх сировиною наразі не піднімається, але з підприємствами Маріуполя ситуація дещо інша [6]. Постачання підприємств відбувається в умовах обмеженої пропускної спроможності та постійної загрози повної перерви залізничного руху, що викликана пошкодженнями, які були наведені на рис. 2.1.

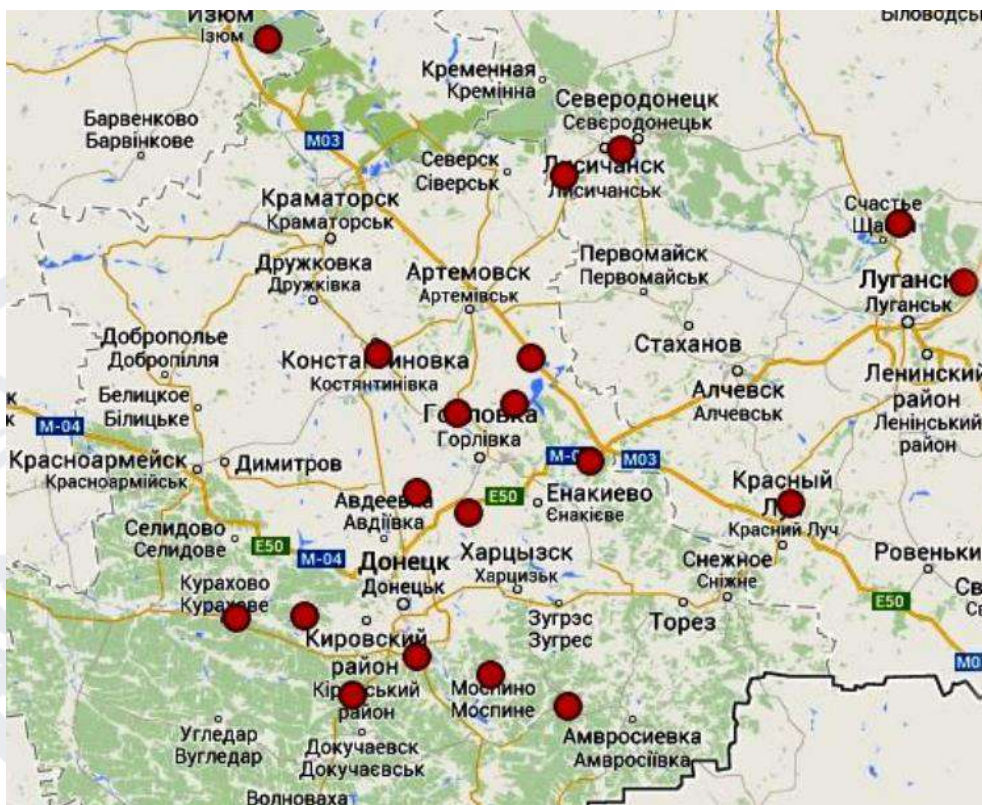


Рис. 2.1. Розташування пошкоджених об'єктів залізничної інфраструктури

Металургійні підприємства є багатоетапними виробництвами з безперервним циклом, зупиняти їх складно та небезпечно, оскільки некерованість здатна призвести до технологічних аварій, екологічних та соціальних ризиків не лише для регіону, але й для сусідніх областей. В зв'язку з цим постачання принаймні мінімальних обсягів сировини важливе не лише для збереження підприємств, але й для запобігання техногенним аваріям [5].

Традиційним методом постачання сировини на заводи Маріуполя було перевезення залізничним транспортом з декількох напрямків: залізрудна сировина постачалася з гірничозбагачувальних комбінатів розташованих в районі Кривого Рогу; коксівне вугілля – з шахт Донбасу. Вантажопотік йшов по напрямку Донецьк – Красноармійськ – Чаплине і далі на Маріуполь. Потужний колійний розвиток та більшість двохпутних ділянок давали можливість повністю забезпечити необхідний обсяг постачань. У зв'язку з

пошкодженням інфраструктури (рис. 2.2) залишився єдиний альтернативний шлях: Ясинувата – Константинівка – Славянськ – Лозова, проте він дозволяє перевезення лише близько 40 % обсягів вантажів.



Рис. 2.2. Схеми постачання коксівного вугілля та залізорудної сировини на підприємства Маріуполя

Через це на підприємствах значно знизилися виробничі запаси, уповільнилося виробництво та з'явилася небезпека його повної зупинки. Ускладнення з використанням традиційних шляхів постачань призвели до необхідності розробки альтернативних логістичних систем перевезення сировини та вивезення готової продукції. Одним з найбільш стабільних варіантів є постачання підприємств через Маріупольський морський торговельний порт, цей варіант працює вже на теперішній момент. Якщо раніше сировина постачалася по залізничним шляхам відразу на всі підприємства, то зараз вугілля, кокс та руда направляються в порти Южний, Бердянськ та Миколаїв, а там перевантажуються на суди, що йдуть в Маріупольський порт [3, 4].

Не зважаючи на наявність працюючої на теперішній момент схеми, залишається відкритим питання не лише розробки альтернативних шляхів постачання, але й диверсифікації ризиків, пов'язаних з пошуком інших постачальників сировини. Зупинка або недосяжність більшості шахт, які видобувають коксівне вугілля на території Донецького басейну примушує шукати альтернативних постачальників, основними з яких є країни Африки та Австралія [12]. Частину потреб може компенсувати імпорт вугілля з Польщі, проте цей вантажопотік здебільшого спрямовується на коксохімічні заводи центрального регіону України.

Наведена логістична схема працює досить успішно, незважаючи на деяке удорожчання процесу транспортування, проте має суттєвий недолік – ризики, пов'язані з судноплавством через Керченську протоку, що повністю контролюється Російською Федерацією, а отже може бути закрито в будь-який момент [13].

Зазначені фактори спонукають до виконання аналізу існуючих логістичних схем постачання сировини, а також до розробки альтернативних. При цьому слід враховувати множину обмежень, які пов'язані не лише з фізичними факторами – наявною пропускнуною спроможністю, наявністю обладнання для вантажопереробки і т.і., але й з фінансовими та факторами ризику, що зумовлений потенційною можливістю зриву поставок. В даному випадку ситуація наступна – маємо два великі промислові об'єкти, які можуть обслуговуватися залізничним, морським та автомобільним транспортом. В якості постачальника залізничної сировини розглядаємо гірничо-збагачувальні підприємства Криворізького басейну; коксівного вугілля – видобувні підприємства з Африки та Австралії. Постачання коксівного вугілля на першому етапі здійснюється морськими судами до одного з портів Чорноморського басейну.

Задача полягає у виборі маршруту та виду транспорту для обслуговування підприємств з мінімальними витратами. Існує багато методів оцінки доцільності використання тих чи інших маршрутів перевезення від

різних постачальників в залежності від факторів, які є вагомими для підприємства – вартість сировини, відстань до постачальника, вартість транспортування [7, 9-11].

Однак є загальний спектр витрат, які мають місце при більшості перевезень:

- витрати, пов'язані з підготовкою продукції до відправлення;
- витрати на навантаження на транспортний засіб;
- сплата тарифу на перевезення продукції різними видами транспорту (без урахування перевезення морським транспортом у міжнародному сполученні);
- сплата страхового збору за страхування вантажу;
- витрати на перевантаження вантажу на шляху слідування;
- сплата митних зборів, податків та зборів при перетині кордону;
- витрати на розвантаження в пункті призначення.

Крім цього, присутні непрямі витрати, які пов'язані з витратою на вантажну масу «на колесах», які існують при будь-якому варіанті перевезення та значно залежать від швидкості перевезення. В даному випадку доцільно скористатися загальноприйнятими методами оцінки цих витрат, та вважати ті з них, що не пов'язані безпосередньо з перевезенням сталими, а вибір варіанту транспортування здійснювати за оцінкою змінних та умовних факторів – таких як ризик або надійність постачань. В якості базового варіанту використаємо існуючу систему постачань, що діє на теперішній момент, та була описана раніше.

Розглянемо можливі альтернативи:

1. Залізнична сировина повністю постачається залізничним транспортом; коксівне вугілля постачається судами до порту Южний, звідти малими судами в порт Маріуполь. Далі – промисловим залізничним транспортом.

2. Аналогічно першому варіанту, однак коксівне вугілля після розвантаження в порту Южний перевозиться залізничним транспортом.

Варіанти пов'язані з перевезенням частки вантажів автомобільним транспортом не розглядаються, через значний обсяг перевезень та велику відстань перевезення.

Врахування ризиків, які можуть мати місце в процесі переміщення вантажів по логістичному ланцюгу, відбувається при розрахунку вартості страхування - закладається у страховий збір, оскільки при перевезенні по небезпечним напрямкам його буде підвищено. При розрахунку плати за перевезення слід враховувати, що для різних видів транспорту вона розраховується виходячи з різних методик та різних тарифних ставок. При перевезенні морським транспортом має місце каботажне плавання, як великий каботаж – при перевезенні сировини з порту Южний до порту Маріуполь, так і малий – при перевезенні в Маріуполь з Бердянського порту.

Крім того в розрахунку слід врахувати витрати на стояночні операції, портові та лоцманські збори. Після визначення всіх перелічених складових по кожній з обраних логістичних систем перевезення, проводиться вибір одного з них на базі багатьох критеріїв, ранжуючи їх за ступенем важливості. Для вибору можна скористатися однією з відомих методик – аналізу ієрархій, вибору на базі нечітких множин, або методикою, викладеною у [14].

Для одержання часових та надійних параметрів роботи логістичного ланцюга постачання сировини доцільно скористатися методами імітаційного моделювання [11], проте оскільки створення адекватної імітаційної моделі потребує великої кількості вихідних даних та може зайняти багато часу, для розрахунків скористаємося спрощеною методикою та встановимо ці характеристики за їх математичним очікуванням. За попередніми розрахунками спираючись на сформовану модель калькуляції елементів витрат, та використовуючи для вибору найкращої логістичної схеми метод аналізу ієрархій, найбільш доцільним є вибір варіанту 2 – з постачанням всіх матеріалів залізницею.

Проте для більш раціонального вибору варіантів слід додатково сформувати систему обмежень, зокрема співвіднести виробничі потреби

підприємства та реальну пропускну спроможність ділянок, що потребує подальших досліджень.

Схеми що працюють на теперішній момент були розроблені у короткі строки, для можливості у найкоротші терміни забезпечити сировиною підприємства Маріуполя. Деякі рішення, що застосовані в них, зокрема використання перевантаження з суден Панамакс до суден з малою осадкою та подальше їх прямування до порту Маріуполь, є досить суперечливим, та вимагає поглибленого аналізу. Для можливості розробки та оцінки альтернативних варіантів логістичних ланцюгів постачання сировини на металургійні підприємства Маріуполя пропонується оцінювати витрати по кожній операції, а в якості цільової функції використати мінімум сумарних витрат.

2.2 Розробка альтернативних маршрутів з урахуванням територіальних особливостей

Розробка альтернативних маршрутів доставки провіанту на схід України у умовах бойових дій вимагає комплексного підходу та урахування різноманітних факторів, таких як безпека, доступність доріг, територіальні обмеження та інші чинники. Ось деякі альтернативні маршрути, які можна розглянути:

1. Маршрут через північні області: Прокладення маршруту через північні області України може зменшити ризики бойових дій, оскільки ці території зазвичай менш піддаються впливу конфлікту. Проте цей маршрут може бути трохи довшим.
2. Морський маршрут: Використання морського шляху може забезпечити безпеку та швидкість доставки. Проте цей варіант може бути дорожчим і потребувати додаткового часу на організацію та координацію.

3. Використання альтернативних доріг: Проведення аналізу та вибір менш відомих або менш небезпечних доріг може допомогти уникнути зон зі збройними конфліктами або зменшити ризики.

4. Залучення повітряного транспорту: Використання повітряних маршрутів для доставки провіанту може забезпечити швидкість та уникнення зон конфлікту на землі. Однак це може бути витратно та вимагати спеціальних дозволів і домовленостей з військовими або цивільними владами.

5. Дипломатичні домовленості: Переговори та домовленості між сторонами конфлікту щодо безпеки та захисту гуманітарних маршрутів можуть забезпечити безпеку та ефективність доставки.

Вибір альтернативного маршруту повинен ґрунтуватися на комплексному аналізі ризиків та вигод кожного варіанту, а також на урахуванні потреб та обставин конкретного випадку.

Маршрут через північні області: Цей маршрут передбачає прокладення шляху через області, що знаходяться подалі від зони бойових дій. Він може бути більш безпечним, оскільки менш схильний до військових операцій. Однак його недоліком є те, що він може бути трохи довшим і вимагати додаткового часу для доставки.

Морський маршрут: Використання морського транспорту може забезпечити швидку та безпечну доставку провіанту на значні відстані. Однак це може бути витратно та потребувати попереднього планування та координації з морськими компаніями і владними органами.

Використання альтернативних доріг: Аналіз доріг, які не є основними маршрутами, може допомогти знайти шляхи, які менше піддаються впливу збройних конфліктів. Це може забезпечити безпеку та швидкість доставки, але вимагатиме ретельного дослідження маршрутів та їх можливостей.

Використання повітряних маршрутів: Використання повітряного транспорту дозволяє уникнути багатьох земних перешкод і швидко

доставити провіант на значні відстані. Проте це може бути дорожчим та вимагати дозволів і домовленостей з військовими та цивільними владами.

Дипломатичні домовленості: Укладання домовленостей та договорів зі сторонами конфлікту щодо безпеки та захисту гуманітарних маршрутів може забезпечити безпеку та ефективність доставки. Однак це може вимагати складних дипломатичних переговорів та домовленостей.

2.3 Використання технологічних інновацій та сучасних геопросторових систем для оптимізації маршруту

Діяльність військових формувань завжди вимагала максимально точних та детальних відомостей про місцевість, на якій плануються або проводяться військові та спеціальні операції. Нові концепції ведення бойових дій, удосконалення форм і способів застосування військ, висока технологічність засобів збройної боротьби в обстановці, що динамічно змінюється, потребують швидкості та якості прийняття управлінського рішення командирами всіх рівнів, інтелектуалізації систем управління. Високий динамізм сучасних бойових дій та їх розгортання на обширній території потребує оперативного врахування великого об'єму просторової інформації військовими керівниками різних ланок при прийнятті ефективного рішення.

Протиріччя, що виникли між великим об'ємом інформації та здатністю засобів її обробки вимагають пошуку нових підходів до вирішення цієї проблеми. Отримання та своєчасне оброблення великого масиву геопросторових даних в сучасних умовах неможливе без застосування в геоінформаційних системах (ГІС) військового призначення інтелектуальної складової у вигляді штучного інтелекту. Аналіз останніх досліджень і публікацій Геоінформаційна система є складовою процесу управління військами і одним із головних завдань її повинно бути не тільки формування та доведення до органів управління цифрової картографічної інформації про місцевість і об'єкти на ній та дані обстановки але і підготовка висновків і

пропозицій, які допоможуть військовому керівнику прийняти ефективне рішення, використовуючи геопросторові дані.

Військові фахівці стверджують, що в умовах високого динамізму бойових дій геоінформаційна система військового призначення повинна функціонувати в системі топогеодезичного та навігаційного забезпечення військ на пунктах управління в автоматизованих системах в мобільному і стаціонарному варіанті. В роботі [Боханов, (2016)] виявлені причини, які перешкоджають широкому застосуванню ГІС у військовій справі та запропонований комплексний підхід до вирішення проблеми розроблення військових ГІС у складі п'яти компонентів (апаратні засоби ЕОМ, програмне забезпечення, база даних, людська складова, організаційні задачі), які повинні розглядатися протягом усіх етапів розроблення, впровадження, навчання людей, експлуатації та подальшого розвитку.

У статті [Василенко, (2011)] на підставі проведеного аналізу сформульовані завдання ГІС військового призначення, визначена архітектура ГІС та її необхідні програмні компоненти. У роботі [Федоренко, (2017)] розкриті особливості ГІС архітектури та її роль для Збройних Сил України, проведений аналіз передумов переходу на єдину платформу ГІС та аналіз підходів НАТО щодо впровадження сучасних архітектур типу C4ISR.

Як зазначає автор, сучасний стан розвитку інформаційних технологій та розробок в області штучного інтелекту дозволяють побудувати ГІС, яка буде відповідати вимогам оперативності та бути узгодженою з архітектурою і концепцією складових систем бойового управління тактичного, оперативного та оперативного стратегічного рівня НАТО C4ISR (Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance). У своїй праці [Чорнокнижний, (2010)] автор відзначає, що ГІС є інформаційною основою автоматизованої системи управління (АСУ) і необхідним елементом процесу підтримки прийняття рішення командирами і штабами усіх рівнів. Зарубіжні науково-дослідні установи та підприємства

промисловості накопичили великий досвід у розробленні цифрових компонентів та їх використанні у ГІС військового призначення.

Тривають роботи в топографо-інженерному центрі армії США над удосконаленням ГІС під назвою Combat Terrain Information System, ядром якої є цифрова топографічна система підтримки прийняття рішення. Провідний виробник продуктів ГІС – компанія ESRI – приділяє велику увагу розвитку програмних засобів у вигляді стандартів, обмінних файлів, класифікаторів для побудови складних спеціалізованих ГІС. Розроблена блокова структура дозволяє будувати ГІС різного призначення. Разом з тим, на відміну від вимог сьогодення та не зважаючи на досягнення в області штучного інтелекту і можливостей сучасних технологій, в науковій літературі ще мало уваги приділяється інтелектуалізації ГІС.

Для успішної діяльності військових формувань завжди необхідно було отримання максимально точних та детальних відомостей про місцевість, на якій плануються або проводяться військові та спеціальні операції. Сьогодні значна частина географічної інформації швидко змінюється з часом, що робить неактуальним використання топографічних карт. Тому, геодезія та картографія, які завжди були на службі військової науки, сьогодні працюють як для підготовки військових топографічних карт, так і безпосередньо для прийняття рішень, використовуючи ГІС.

Найбільш важливими завданнями ГІС у військовій сфері є [Беленков, (2006)]: планування руху техніки з обліком конкретної бойової обстановки, стану місцевості, прихованості, часу доби, характеристик конкретної бойової техніки; планування польотів авіації й безпілотних літальних апаратів з метою нанесення ударів та їх узгодження з іншими засобами вогневого ураження, ведення розвідки; оптимізація розкладу й маршрутів руху озброєння та військової техніки; визначення найбільш можливих маршрутів пересування противника й планування розміщення засобів протидії; об'ємне моделювання місцевості для навчання особового складу у спеціалізованих тренажерах (літакових, танкових, автомобільних та інших); відтворення

переміщення мобільного об'єкта по зафіксованих у процесі переміщення траєкторії й параметрах переміщення; навігація й диспетчерський супровід мобільних об'єктів; застосування в бортових й переносних навігаційних системах відображення власного місця розташування на тлі карти, та координат руху; забезпечення контролю переміщення колон військових частин і підрозділів, військових ешелонів, важливих і небезпечних вантажів.

З метою надання пропозицій командирам і штабам усіх рівнів необхідно до основних завдань військових ГІС додати завдання підготовки пропозицій в рішення на основі інтелектуальної оцінки місцевості, її топографічної основи, контуристості, магнітометричного стану. Для виконання цих завдань під час оцінювання обстановки командирам різних рівнів необхідно затратити деякий проміжок часу.

Існує нагальна потреба у впровадженні сучасних інноваційних підходів до застосування ГІС в складі АСУ для підтримки прийняття рішень. Основним напрямком вирішення цієї проблеми є інтелектуалізація ГІС на основі штучного інтелекту. Особливо актуальним є використання штучного інтелекту в умовах слабкої структурованості інформації щодо оперативно-тактичної обстановки на полі бою [Демідов, (2018)].

Концептуальна модель ГІС з урахуванням процесу підтримки прийняття рішення зображена на рис. 2.3.

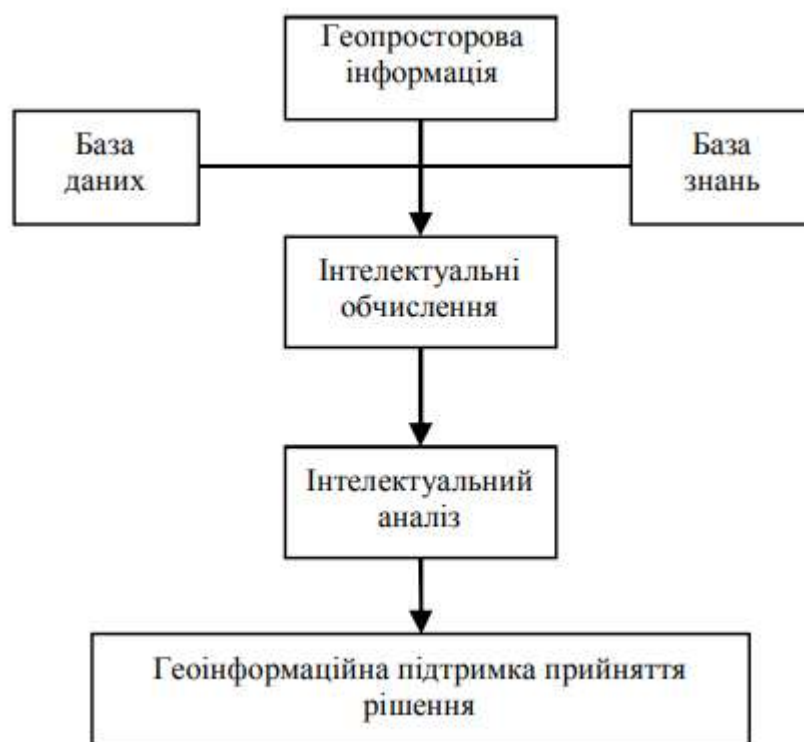


Рис. 2.3. Концептуальна модель застосування ГІС

З метою прийняття рішення військові ГІС вирішують завдання розпізнавання образів класифікації і кластеризації, прогнозування. Для вирішення цих завдань при побудові інтелектуальних ГІС необхідно застосовувати штучні нейронні мережі (ШНМ) та системи з нечіткою логікою (СНЛ). Особливістю ШНМ є здатність до навчання, вони дозволяють відтворювати надзвичайно складні залежності та справляються з більшим числом змінних і відзначаються простотою використання. Ця особливість особливо актуальна в умовах швидкоплинної зміни геопросторової інформації на полі бою. Командир, приймаючи рішення, підбирає потрібні дані, а потім запускає алгоритм навчання і удосконалення потрібного варіанту.

На сьогодні відомо три парадигми навчання ШНМ, в основу яких покладено особливості машинного навчання: навчання з вчителем (supervised learning), навчання без вчителя (unsupervised) (або навчання на основі самоорганізації (self-organized)) та навчання з підкріпленням (reinforcement

learning). Методи машинного навчання ШНМ детально описані в роботі [Хайкін, (2006)].

При цьому, як зазначає автор, аналіз навченої мережі досить складний і для користувача представляє собою чорний ящик. Нейронні мережі, завдяки своїй гнучкості та універсальності, є ефективним інструментом розв'язання широкого кола прикладних задач у ГІС. Проте їх використання зазвичай пов'язане з вирішенням питань, специфічних для конкретного практичного застосування і потребує при розробленні моделей і алгоритмів ГІС кооперації фахівців геодезії, картографії та розробників програмного забезпечення. СНЛ, навпаки, сприятливі для пояснення отриманих з їхньою допомогою висновків, але вони не можуть автоматично здобувати знання для використання їх у процесі отримання висновків.

СНЛ доцільно застосовувати для складних процесів, коли немає простих математичних моделей, якщо експертні знання про об'єкт або про процес можна сформулювати тільки в лінгвістичній формі. Відзначимо, що основними недоліками СНЛ є наступні: вихідний набір нечітких правил, що постулюється, формулюється експертом-людиною й може виявитися неповним або суперечливим; вид і параметри функцій приналежності, що описують вхідні й вихідні змінні системи, вибираються суб'єктивно й можуть виявитися, що не цілком відображають реальну дійсність.

П'ятикомпонентна структура ГІС [Боханов, (2016)] в складі АСУ, яка включає користувачів, обладнання, програмне забезпечення, базу метаданих багатоспектральних зображень, базу знань і моделей з методиками і алгоритмами, дозволяє інтелектуалізувати ГІС на основі штучного інтелекту, здійснити її навчання з накопиченням результатів навчання в базі знань [Rigaux, (2002); Regina, (2011)]. При побудові інтелектуальних геоінформаційних систем військового призначення методи та системи штучного інтелекту повинні спрямовуватися на:

- вирішення задач розвідки і аналізу розвідувальних даних шляхом розпізнавання образів, логічного мислення, аналізу ситуації;

- застосування інтелектуальних обчислень і аналізу геопросторової інформації для підготовки обґрунтованих пропозицій в рішення командирам і штабам;

- розуміння нової інформації; навчання і самонавчання; планування цілеспрямованих дій – ефективну інтеграцію інструментів штучного інтелекту в автоматизовану систему управління військами і озброєнням, систему підтримки прийняття рішень;

- обґрунтування основ обробки інформації, технологій, на яких заснований штучний інтелект;

- застосування статистичних методів при впровадженні штучного інтелекту в ГІС, чисельний кореляційний аналіз карт, включаючи розрахунок коефіцієнта кореляції або побудова кореляційної карти для двох і більше аналізованих показників.

Нові технології дозволяють зберігати продукти протягом тривалого терміну без погіршення якості, що досить корисне для забезпечення військових продовольством у відриві від пункту постійної дислокації. Наприклад, вакуумне упакування, яке використовується для зберігання м'яса, риби та інших продуктів, може зберегти їх свіжість протягом кількох місяців. Технології глибокого заморожування також дозволяють зберігати продукти на довгий термін без втрати якості. Останніми роками було розроблено нові технології консервації, що дозволяють зберігати продукти без застосування консервантів та хімічних речовин. Зокрема, технологія холодного консервування з використанням високого тиску дає змогу зберігати продукти, такі як м'ясо, птиця, риба та овочі, протягом тривалого часу без використання хімічних речовин. Такі технології ефективні для забезпечення військових продовольством у відриві від пункту постійної дислокації, де може бути обмежено можливості зберігання та переробки продуктів.

Вирішення означеної проблеми пов'язане з використанням технологій, що дозволяють зберігати продукти протягом тривалого терміну без погіршення якості, наприклад, вакуумування, сушіння, копчення,

консервування тощо. Це дозволяє зберігати продукти на віддалених ділянках та забезпечувати військовослужбовців продуктами відповідної якості і безпеки.

Досвід російсько-української війни засвідчує широкий спектр можливостей безпілотних літальних апаратів, які також може бути використано для скидання запасів продовольства для військових на полі бою. Завдяки своїй можливості літати на значній висоті та працювати в режимі 24/7 безпілотні літальні апарати здатні здійснювати розвідку в зоні бойових дій та збирати інформацію про місця потенційного знаходження продуктів, їжі або ресурсів для приготування.

Безпілотні літальні апарати можна використовувати для доставки продуктів, води, необхідного обладнання та матеріалів на передову лінію. Така доставка зменшить ризик для військових, оскільки вони не будуть змушені виходити за межі своїх позицій для отримання необхідних запасів. Зокрема, наявні розробки систем доставки за допомогою БПЛА для армії, такі як V-BAT, який працює в автономному режимі, забезпечуючи доставку запасів продовольства, медикаментів та інших матеріалів у складних умовах. Варто зазначити, що скидання запасів за допомогою БПЛА може бути досить дорогим заходом, що обмежуватиме його широке використання в армії.

Висновки до другого розділу

Не зважаючи на наявність працюючої на теперішній момент схеми, залишається відкритим питання не лише розробки альтернативних шляхів постачання, але й диверсифікації ризиків, пов'язаних з пошуком інших постачальників сировини. Зупинка або недосяжність більшості шахт, які видобувають коксівне вугілля на території Донецького басейну примушує шукати альтернативних постачальників, основними з яких є країни Африки та Австралія. Частину потреб може компенсувати імпорт вугілля з Польщі, проте цей вантажопотік здебільшого спрямовується на коксохімічні заводи центрального регіону України.

Наведена логістична схема працює досить успішно, незважаючи на деяке удорожчання процесу транспортування, проте має суттєвий недолік – ризики, пов'язані з судноплавством через Керченську протоку, що повністю контролюється Російською Федерацією, а отже може бути закрито в будь-який момент.

Розробка альтернативних маршрутів доставки провіанту на схід України у умовах бойових дій вимагає комплексного підходу та урахування різноманітних факторів, таких як безпека, доступність доріг, територіальні обмеження та інші чинники.

Діяльність військових формувань завжди вимагала максимально точних та детальних відомостей про місцевість, на якій плануються або проводяться військові та спеціальні операції. Нові концепції ведення бойових дій, удосконалення форм і способів застосування військ, висока технологічність засобів збройної боротьби в обстановці, що динамічно змінюється, потребують швидкості та якості прийняття управлінського рішення командирами всіх рівнів, інтелектуалізації систем управління. Високий динамізм сучасних бойових дій та їх розгортання на обширній території потребує оперативного врахування великого об'єму просторової інформації військовими керівниками різних ланок при прийнятті ефективного рішення.

Безпілотні літальні апарати можна використовувати для доставки продуктів, води, необхідного обладнання та матеріалів на передову лінію. Така доставка зменшить ризик для військових, оскільки вони не будуть змушені виходити за межі своїх позицій для отримання необхідних запасів. Зокрема, наявні розробки систем доставки за допомогою БПЛА для армії, такі як V-BAT, який працює в автономному режимі, забезпечуючи доставку запасів продовольства, медикаментів та інших матеріалів у складних умовах. Варто зазначити, що скидання запасів за допомогою БПЛА може бути досить дорогим заходом, що обмежуватиме його широке використання в армії.

РОЗДІЛ 3

РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ МАРШРУТУ

3.1 Етап впровадження нового маршруту та організація перших поставок

Загальний опис етапів впровадження нового маршруту доставки провіанту до зони бойових дій можна розглянути більш детально:

Аналіз потреб:

Збір і аналіз інформації про потреби в провіанті в зоні бойових дій: кількість військових, харчування, медичні препарати тощо.

Визначення точок доставки та часу доставки, враховуючи потреби і безпеку.

Вибір БПЛА та обладнання:

Вивчення характеристик різних безпілотних літальних апаратів.

Вибір БПЛА, який відповідає вимогам доставки провіанту: дальність польоту, вантажопідйомність, можливості навігації та безпеки.

Розробка маршруту:

Врахування географічних особливостей зони бойових дій, локацій військових частин та точок доставки.

Визначення оптимального маршруту з урахуванням відстаней, часу виконання місії та ризиків.

Тестування:

Проведення тестових польотів БПЛА для перевірки працездатності та точності навігації.

Виявлення та усунення можливих проблем з маршрутом або технікою.

Підготовка персоналу:

Навчання операторів та технічного персоналу роботі з БПЛА, системами навігації та обладнанням.

Тренування на симуляторах для вдосконалення навичок управління та взаємодії з системою.

Впровадження:

Запуск нового маршруту в роботу з поступовим впровадженням його в експлуатацію.

Моніторинг роботи системи під час перших місій.

Моніторинг та оптимізація:

Постійний моніторинг роботи маршруту та збір даних про ефективність.

Аналіз результатів та вносити корективи для оптимізації роботи маршруту.

Перші поставки:

Організація перших поставок провіанту за новим маршрутом з метою перевірки його ефективності та відповідності потребам.

Оцінка результатів перших поставок та корекція стратегії, якщо необхідно.

Ці етапи дозволять систематично та ефективно впровадити новий маршрут доставки провіанту до зони бойових дій з використанням безпілотних літальних апаратів.

Аналіз потреб у провіанті в зоні бойових дій включає збір та оцінку інформації про кількість військових, харчування, медичні препарати тощо. Під час вибору безпілотного літального апарату (БПЛА) враховуються його характеристики, такі як дальність польоту, вантажопідйомність та можливості навігації. Розробляється оптимальний маршрут з урахуванням географічних особливостей та локацій військових частин. Проводяться тестові польоти БПЛА для перевірки працездатності та точності навігації. Підготовка персоналу включає навчання операторів та технічного персоналу роботі з обладнанням та системами навігації. Після впровадження нового маршруту проводиться моніторинг його роботи та аналіз результатів для подальшої оптимізації. Організація перших поставок провіанту за новим маршрутом дозволяє перевірити його ефективність та відповідність потребам.

У разі виникнення непередбачених обставин або зміни умов в зоні бойових дій, проводиться аналіз ситуації та корекція маршруту доставки. Забезпечується постійний моніторинг стану безпеки маршруту та вчасна реакція на можливі загрози або перешкоди. Проводяться регулярні тренування та навчання персоналу з метою підвищення його кваліфікації та підготовки до екстремальних ситуацій. Залучаються експерти з різних галузей для аналізу та оптимізації процесів доставки та вдосконалення системи управління. Розробляються плани та стратегії дій у разі надзвичайних ситуацій або випадків аварій. Використовуються інноваційні технології для забезпечення надійності та ефективності маршруту доставки, зокрема системи штучного інтелекту та аналізу даних.

3.2. Моніторинг та аналіз продуктивності нового маршруту

Після впровадження нового маршруту доставки проводиться систематичний моніторинг його продуктивності та ефективності. Цей процес включає в себе збір та аналіз різноманітних даних з метою оцінки роботи маршруту та виявлення можливих проблем або покращень. Моніторинг зазвичай охоплює такі аспекти:

Час доставки: Оцінка часу, необхідного для доставки продуктів по новому маршруту порівняно з попереднім, а також виявлення будь-яких затримок або перешкод, що можуть впливати на час доставки.

Вартість: Аналіз витрат на реалізацію нового маршруту, включаючи паливо, оплату праці, обслуговування транспортних засобів та інші витрати, і порівняння їх з очікуваними результатами.

Результативність: Оцінка рівня задоволеності клієнтів, які отримують продукцію з нового маршруту, а також вивчення відгуків та пропозицій щодо його покращення.

Безпека: Аналіз рівня безпеки доставки на новому маршруті, виявлення можливих ризиків та прийняття заходів для їх запобігання.

Завантаженість: Визначення оптимального рівня завантаженості транспортних засобів та розподілу навантаження для максимізації ефективності маршруту.

Аналіз продуктивності нового маршруту допомагає виявити й вирішити будь-які проблеми, що виникають, та покращити процес доставки для досягнення оптимальних результатів.

Після впровадження нового маршруту доставки продовжується моніторинг його продуктивності та ефективності. Здійснюється систематичний аналіз різних показників, таких як час доставки, вартість перевезення, кількість затримок або аварій, якість обслуговування тощо. Для цього використовуються спеціалізовані програмні засоби та системи моніторингу, що дозволяють отримувати об'єктивну інформацію про роботу маршруту в реальному часі.

На основі зібраних даних проводиться аналіз ефективності маршруту та виявлення можливих проблемних аспектів. Якщо виявляються недоліки або несправності, тоді здійснюється аналіз причин їх виникнення та приймаються заходи для їх усунення.

Під час моніторингу також враховується зворотний зв'язок від клієнтів та співробітників, що дозволяє виявити потреби та побажання стосовно роботи маршруту та його оптимізації.

З метою постійного покращення продуктивності та ефективності маршруту проводяться регулярні аналізи та оновлення стратегій доставки. Це дозволяє забезпечувати максимально ефективну та надійну роботу маршруту доставки у всіх умовах.

3.3 Можливості та стратегії для подальшої оптимізації маршруту з урахуванням динамічних змін у воєнному конфлікті

Після впровадження нового маршруту доставки до зони бойових дій важливо постійно адаптувати його до змінних умов конфлікту. Для цього можна використовувати наступні можливості та стратегії оптимізації:

Гнучкість маршруту: Розробка маршруту, який може швидко змінюватися та адаптуватися до змін у воєнній ситуації. Це може включати в себе використання альтернативних шляхів та точок входу до зони бойових дій.

Ефективне планування маршрутів: Використання аналітичних та прогностичних методів для планування оптимальних маршрутів доставки, які ураховують поточні умови конфлікту, включаючи рівень загроз та безпеки.

Комбіновані та мультиресурсні маршрути: Використання комбінованих методів доставки, таких як залізничний, автомобільний, водний або повітряний транспорт, для максимальної ефективності та безпеки.

Технології автоматизації та безпілотники: Застосування автоматизованих систем моніторингу та керування, використання безпілотних літальних апаратів для доставки продуктів без ризику для життя персоналу.

Створення резервних маршрутів: Розробка та підготовка альтернативних маршрутів доставки, які можуть бути використані у випадку змін в обстановці або блокування основного маршруту.

Ці стратегії дозволять підтримувати ефективну та безпечну доставку продовольства до зони бойових дій у складних умовах воєнного конфлікту.

Під час воєнного конфлікту оптимізація маршруту доставки стає критично важливою для забезпечення безперебійного постачання передовим підрозділам. Динамічні зміни в бойовій обстановці можуть суттєво впливати на ефективність маршруту та вимагати швидкого адаптування стратегій доставки.

Однією з можливостей для оптимізації маршруту є використання аналітичних систем та штучного інтелекту для прогнозування можливих шляхів для уникнення небезпечних зон та затримок. Також можуть бути розроблені алгоритми для автоматичного перепроєктування маршруту в реальному часі на основі отриманих даних про ситуацію на місцевості.

Стратегії для подальшої оптимізації маршруту можуть включати такі аспекти, як розширення мережі доставки за рахунок використання додаткових транспортних засобів або резервних маршрутів, що дозволить забезпечити альтернативні шляхи доставки у випадку перешкод на основному маршруті.

Крім того, важливо розглядати можливості збільшення безпеки маршруту за допомогою використання ескортувальних транспортів або супроводу військових підрозділів для захисту від можливих нападів. Також можуть бути розглянуті стратегії для захисту маршрутів від терористичних загроз шляхом встановлення додаткових контрольних пунктів та зон безпеки.

У випадку динамічних змін у воєнному конфлікті, ефективна оптимізація маршруту вимагає постійного моніторингу ситуації та швидкого реагування на зміни, що відбуваються.

Ще однією важливою стратегією є планування маршрутів з урахуванням різних сценаріїв розвитку подій. Наприклад, можна розробити різні маршрути для ситуацій загострення або зменшення конфлікту, для пересування в різних частинах зони бойових дій або для евакуації в разі негайної потреби.

Крім того, важливо постійно оновлювати та удосконалювати технічні засоби моніторингу та зв'язку для ефективного ведення контролю за маршрутами та координації дій всіх учасників процесу доставки.

Також важливо розглядати можливості використання новітніх технологій, таких як штучний інтелект, аналітика даних та блокчейн, для підвищення ефективності та безпеки маршрутів доставки в умовах бойового конфлікту.

Необхідно також забезпечити належний рівень підготовки персоналу, який відповідає за організацію та виконання маршрутів доставки, зокрема тренування у вирішенні непередбачених ситуацій та дій в екстрених обставинах.

Враховуючи комплексність та непередбачуваність ситуацій у зоні бойових дій, важливо мати гнучкі та адаптивні стратегії, які дозволять ефективно реагувати на зміни у ситуації та забезпечити безперебійне постачання провіанту до передових підрозділів.

Окрім вищезазначеного, важливим аспектом є співпраця з місцевими органами влади та місцевими жителями для отримання необхідної інформації про безпеку маршрутів та потенційні загрози. Вони можуть надати цінні відомості про активні зони бойових дій, місця знаходження загороджень або підозрілих об'єктів, що допоможе уникнути небезпечних ділянок маршруту.

Також слід розглянути можливість застосування сучасних систем навігації та геопросторового аналізу для планування оптимальних маршрутів. Ці технології дозволяють враховувати різноманітні фактори, такі як територіальні особливості, дорожні умови, та місця можливих загроз, що сприяє підвищенню ефективності та безпеки доставки.

Крім того, важливо розглядати можливості застосування беспілотних транспортних засобів для доставки провіанту до передових підрозділів. Це може дозволити уникнути ризику для життя людей у разі атаки або замінити традиційний транспорт у випадках, коли територія стає надто небезпечною для людського перебування.

Загалом, використання комплексного підходу, що поєднує в собі різноманітні стратегії та технології, допоможе забезпечити оптимальну та безпечну доставку провіанту до зони бойових дій, що є критично важливим для підтримки бойових операцій та забезпечення бойової готовності військових підрозділів.

Висновок до третього розділу

Аналіз потреб у провіанті в зоні бойових дій включає збір та оцінку інформації про кількість військових, харчування, медичні препарати тощо. Під час вибору безпілотного літального апарату (БПЛА) враховуються його характеристики, такі як дальність польоту, вантажопідйомність та можливості навігації. Розробляється оптимальний маршрут з урахуванням географічних особливостей та локацій військових частин. Проводяться тестові польоти БПЛА для перевірки працездатності та точності навігації. Підготовка персоналу включає навчання операторів та технічного персоналу роботі з обладнанням та системами навігації. Після впровадження нового маршруту проводиться моніторинг його роботи та аналіз результатів для подальшої оптимізації. Організація перших поставок провіанту за новим маршрутом дозволяє перевірити його ефективність та відповідність потребам.

Після впровадження нового маршруту доставки продовжується моніторинг його продуктивності та ефективності. Здійснюється систематичний аналіз різних показників, таких як час доставки, вартість перевезення, кількість затримок або аварій, якість обслуговування тощо. Для цього використовуються спеціалізовані програмні засоби та системи моніторингу, що дозволяють отримувати об'єктивну інформацію про роботу маршруту в реальному часі. На основі зібраних даних проводиться аналіз ефективності маршруту та виявлення можливих проблемних аспектів. Якщо виявляються недоліки або несправності, тоді здійснюється аналіз причин їх виникнення та приймаються заходи для їх усунення.

Стратегії для подальшої оптимізації маршруту можуть включати такі аспекти, як розширення мережі доставки за рахунок використання додаткових транспортних засобів або резервних маршрутів, що дозволить забезпечити альтернативні шляхи доставки у випадку перешкод на основному маршруті.

Крім того, важливо розглядати можливості збільшення безпеки маршруту за допомогою використання ескортувальних транспортів або супроводу військових підрозділів для захисту від можливих нападів. Також можуть бути розглянуті стратегії для захисту маршрутів від терористичних загроз шляхом встановлення додаткових контрольних пунктів та зон безпеки.

У випадку динамічних змін у воєнному конфлікті, ефективна оптимізація маршруту вимагає постійного моніторингу ситуації та швидкого реагування на зміни, що відбуваються.

ВИСНОВКИ

У результаті оцінки території та існуючих маршрутів доставки в передову зону було виявлено кілька ключових висновків. Перш за все, передова зона виявилася досить складною для навігації через військові операції та різні види загроз. Існуючі маршрути доставки, хоч і відповідають певним критеріям, таким як швидкість і надійність, мають обмеження та перешкоди, такі як блокпости, мінометні поля, або тимчасові зміни у контролі території.

Аналіз показав, що існуючі маршрути мають свої переваги та недоліки, і їхню ефективність можна покращити шляхом оптимізації та врахуванням додаткових факторів, таких як безпека та швидкість доставки. Також було виявлено необхідність розробки альтернативних маршрутів з урахуванням територіальних особливостей та поточної ситуації в передовій зоні.

Загалом, оцінка території та існуючих маршрутів доставки є важливим кроком у підготовці до подальших дій з покращення та оптимізації процесу доставки провіанту до передових підрозділів.

Не зважаючи на наявність працюючої на теперішній момент схеми, залишається відкритим питання не лише розробки альтернативних шляхів постачання, але й диверсифікації ризиків, пов'язаних з пошуком інших постачальників сировини. Зупинка або недосяжність більшості шахт, які видобувають коксівне вугілля на території Донецького басейну примушує шукати альтернативних постачальників, основними з яких є країни Африки та Австралія. Частину потреб може компенсувати імпорт вугілля з Польщі, проте цей вантажопотік здебільшого спрямовується на коксохімічні заводи центрального регіону України.

Наведена логістична схема працює досить успішно, незважаючи на деяке удорожчання процесу транспортування, проте має суттєвий недолік – ризики, пов'язані з судноплавством через Керченську протоку, що повністю

контролюється Російською Федерацією, а отже може бути закрито в будь-який момент

Розробка альтернативних маршрутів доставки провіанту на схід України у умовах бойових дій вимагає комплексного підходу та урахування різноманітних факторів, таких як безпека, доступність доріг, територіальні обмеження та інші чинники.

Діяльність військових формувань завжди вимагала максимально точних та детальних відомостей про місцевість, на якій плануються або проводяться військові та спеціальні операції. Нові концепції ведення бойових дій, удосконалення форм і способів застосування військ, висока технологічність засобів збройної боротьби в обстановці, що динамічно змінюється, потребують швидкості та якості прийняття управлінського рішення командирами всіх рівнів, інтелектуалізації систем управління. Високий динамізм сучасних бойових дій та їх розгортання на обширній території потребує оперативного врахування великого об'єму просторової інформації військовими керівниками різних ланок при прийнятті ефективного рішення

Безпілотні літальні апарати можна використовувати для доставки продуктів, води, необхідного обладнання та матеріалів на передову лінію. Така доставка зменшить ризик для військових, оскільки вони не будуть змушені виходити за межі своїх позицій для отримання необхідних запасів. Зокрема, наявні розробки систем доставки за допомогою БПЛА для армії, такі як V-BAT, який працює в автономному режимі, забезпечуючи доставку запасів продовольства, медикаментів та інших матеріалів у складних умовах. Варто зазначити, що скидання запасів за допомогою БПЛА може бути досить дорогим заходом, що обмежуватиме його широке використання в армії.

Аналіз потреб у провіанті в зоні бойових дій включає збір та оцінку інформації про кількість військових, харчування, медичні препарати тощо. Під час вибору безпілотного літального апарату (БПЛА) враховуються його характеристики, такі як дальність польоту, вантажопідйомність та можливості навігації. Розробляється оптимальний маршрут з урахуванням

географічних особливостей та локацій військових частин. Проводяться тестові польоти БПЛА для перевірки працездатності та точності навігації. Підготовка персоналу включає навчання операторів та технічного персоналу роботі з обладнанням та системами навігації. Після впровадження нового маршруту проводиться моніторинг його роботи та аналіз результатів для подальшої оптимізації. Організація перших поставок провіанту за новим маршрутом дозволяє перевірити його ефективність та відповідність потребам.

Після впровадження нового маршруту доставки продовжується моніторинг його продуктивності та ефективності. Здійснюється систематичний аналіз різних показників, таких як час доставки, вартість перевезення, кількість затримок або аварій, якість обслуговування тощо. Для цього використовуються спеціалізовані програмні засоби та системи моніторингу, що дозволяють отримувати об'єктивну інформацію про роботу маршруту в реальному часі. На основі зібраних даних проводиться аналіз ефективності маршруту та виявлення можливих проблемних аспектів. Якщо виявляються недоліки або несправності, тоді здійснюється аналіз причин їх виникнення та приймаються заходи для їх усунення.

Стратегії для подальшої оптимізації маршруту можуть включати такі аспекти, як розширення мережі доставки за рахунок використання додаткових транспортних засобів або резервних маршрутів, що дозволить забезпечити альтернативні шляхи доставки у випадку перешкод на основному маршруті.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Автушенко І. Б. Продовольче та речове забезпечення військовослужбовців Збройних Сил України (1991–2011 рр.). Інтелігенція і влада. Серія: Історія: громад.-політ. наук. зб. Одес. нац. політехн. ун-т. Одеса. 2016. Вип. 34. 88–100.
2. Альбошій О. В., Суконько С. М., Павленко С. О. Задача розподілу предметів речового майна та продовольчого забезпечення в елементах комплексу бойового екіпірування військовослужбовця Національної гвардії України. Збірник наукових праць Національної академії Національної гвардії України. Харків, 2023. Вип. 1 (41). С. 5 – 13.
3. Богуцький П.П. Військове право України: джерела, структура та розвиток: монографія. Одеса: Фенікс, 2008. 188 с.
4. Боханов І.І. Застосування геоінформаційних систем у військовій справі. *Технічні науки та технології*, №1 (1). Чернігів: ЧНТУ, 2015. С. 76-80.
5. Василенко О.В. Геоінформаційні системи для завдань навігаційного забезпечення військ. *Військово-технічний збірник* № № 2(5). Львів: НАСВ, 2011. С. 92-96.
6. Вивчення бойового досвіду та його впровадження у вищих військових навчальних закладах. Спілка О. С., Тимофєєв В. Д., Бобров О. Г., Сопітько О. Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : тези доп. XXVII Міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD-2019, м. Харків, 15–17 трав. 2019 р.: у 5 ч. Ч. V. 158 с.
7. Гойчук О. Продовольча безпека як необхідна складова членства України у Світовій організації торгівлі. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяч. 10-й річниці Конф. ООН з питань охорони навколишнього середовища та розвитку (25—27 вересня 2002 р.) Львів, 2002. Т. 2. С. 117—123.
8. Григоренко О.М. Наукові підходи до формування раціонів харчування студентів. Зб. наук. пр. "Прогресивні техніка та технології

харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі". Х.: ХДУХТ, 2009. Вип. 2 (10). С. 210-218.

9. Демідов Б.О. Основні напрямки застосування технологій, що містять елементи та методи штучного інтелекту, в оборонній сфері. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. № 4(33). Харків: ХУПС, 2018. С. 7- 15.

10. Державне управління в Україні: наукові, правові, кадрові та організаційні засади: Навч. посіб. / За заг. ред. Н.Р. Нижник, В.М. Олуйка; Кол. авт.: В.Т. Білоус, С.Д. Дубенко, М.Я. Задорожна та ін. — Л.: Вид-во Національного ун-ту "Львівська політехніка", 2002. 352 с.

11. Доктрина застосування сил оборони держави: наказ Верховного Головнокомандувача ЗС України від 17 сер. 2018 р. № 20ДСК-ОП.

12. Зацерковний В.І. Формування вимог до геоінформаційних систем військового призначення. Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка, № 69. Київ: ВІКНУ, 2021. С. 82–97.

13. Караванов О.А. Методика проведення тактичних розрахунків з використанням ЕОМ: Навчально-методичний посібник. Львів: НАСВ, 2016. 99 с.

14. Клименко В. В., Скрипник О. В., Корнієнко В. М. Газогідратні акумулятори природного холоду в системах активного вентильовання плодоовочесховищ. Енерготехнології та ресурсозбереження. 2011. No 2. С. 16–19.

15. Колодізева Т.О. Управління ланцюгами поставок : навчальний посібник. Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2016. 164 с.

16. Коропатнік І.М., Кузьмич І.І. Вдосконалення нормотворчої діяльності органів військового управління Збройних Сил України. Наукові праці Національного авіаційного університету. Серія: Юридичний вісник «Повітряне і космічне право». Київ: НАУ, 2013. № 4(29). С. 48–52.

17. Котляренко О.П. Розвиток законодавства у сфері оборони України як передумова його кодифікації. Правове забезпечення правоохоронної діяльності у сфері оборони України: зб. матеріалів міжнар. наук.-практ. конф. Київ: НУОУ, НАПрН. 2020. С. 68–72.
18. Кочетков О.В., Марков Р.В. Формування системи показників продовольчої безпеки країни. Економіка АПК, 2002. № 29. С. 43—49.
19. Лайко П. А., Бабієнко М. Ф. продовольча безпека в Україні та світі. Економіка АПК, 2004. № 9. С. 8-14.
20. Литвиновський С. А., Лісовенко Д. В., Поляшов С. В. Пропозиції щодо удосконалення планування продовольчого забезпечення підрозділів Збройних сил України під час підготовки і в ході ведення бойових та інших дій. Збірник наукових праць Військової академії, 2020. Вип. 1. (13). С. 124-136.
21. Литвиновський С. А., Лісовенко Д. В., Поляшов С. В. Пропозиції щодо удосконалення планування продовольчого забезпечення підрозділів Збройних сил України під час підготовки і в ході ведення бойових та інших дій. Збірник наукових праць Національної академії Національної гвардії України, 2020. Вип. 1. (35). С. 87-93.
22. Матюшкова Т. П. Особливості проведення окремих слідчих (розшукових) дій в умовах воєнного стану. Актуальні питання протидії злочинності в умовах воєнного стану : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Кривий Ріг, 25 листоп. 2022 р.) / МВС України, Донец. держ. ун-т внутр. справ. – Кривий Ріг : ДонДУВС, 2022. – С. 126-131.
23. Нижник О.М. Проблеми забезпечення міського населення картоплею та плодоовочевою продукцією. Агропродовольчий ринок: Збірник наукових праць, 1995. С. 91—103.
24. Нижник О.М. Продовольча безпека: аналіз еколого-економічних проблем та шляхи їх вирішення. Вісник Сумського державного аграрного університету, 2001. Вип. 2. С. 342—346.

25. О कोरोков Дослідження та оцінка логістичних систем постачання сировини на підприємства сходу України. Збірник наукових праць ДНУЗТ ім. В. Лазаряна, 2014. Вип. 8. С. 120-126.
26. Піскун І. І., Возник М. В. Перспективи адміністративно-правового регулювання речового та продовольчого забезпечення Збройних Сил України. Юридичний вісник, 2022. Вип. 2 (63). С. 85-94.
27. Погребняк А. Т., Ковальчук Ю. І., Крамар М. О., Безпека та особливості функціонування ланцюгів поставок в умовах ризику. Наукові записки Львівського університету бізнесу та права. Серія економічна. Серія юридична. Випуск 35/2022.
28. Про національну безпеку України: Закон України від 21 чер. 2018 р. № 2469-VIII. Відомості Верховної Ради України. 2018. № 31. Ст. 241.
29. Про речове забезпечення Національної гвардії України : наказ Міністерства внутрішніх справ України від 07.07.2017 р. № 475.
30. Романченко І.С. Моделювання систем матеріально-технічного забезпечення : монографія. Львів: НАСВ ЗС України, 2015. 156 с.
31. Ролін І. Ф., Морозов І. Є. Зміст основних термінів у сфері логістичного забезпечення військових формувань. Системи озброєння і військова техніка, 2017. № 1 (49). С. 61-64.
32. Ролін І.Ф. Чи є логістика видом забезпечення військ і їх дій? Честь і закон, 2006. № 3. С. 41-46
33. Сердюк А.М. Політика в галузі харчування населення - головний пріоритет держави. Довкілля та здоров'я, 2002. № 3. С. 50-53.
34. Скриньковський Р. М., Горбонос Ф. В., Цюх С. І., Хмиз М. В., Процевят О. С., Князь С. В. Тенденції і питання продовольчої безпеки України в умовах війни. Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». Серія: «Економічні науки». 2022. № 8(64). С. 38–48.
35. Суконько С. М., Альбоцій О. В. Обґрунтування необхідності удосконалення речового та продовольчого забезпечення військовослужбовців в умовах їх короткотривалої автономії під час

виконання службових (бойових) завдань. Актуальні питання забезпечення службово-бойової діяльності військових формувань та правоохоронних органів : зб. тез доп. XI Міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 28 жовт. 2022 р. Харків, 2022. С. 293, 294.

36. Тарасенко О, Тарасенко О. Криміналістичні особливості в умовах військових дій. Матеріали Міжнародного науково-практичного онлайн-семінару (м. Кривий Ріг, 29 квітня 2022 року). Кривий Ріг, 2022. 498с.

37. Тарасенко А.В. Наукові підходи до визначення змісту категорії «матеріально-технічне забезпечення суб'єктів сектору безпеки й оборони». Європейські перспективи, 2013. № 7. С. 54–59.

38. Тетерятник Г. К. Проведення огляду місця події в умовах надзвичайних правових режимів. Право і суспільство. 2022. №3. С. 233-238.

39. Товма Л. Ф., Єгоров Д. В. Вдосконалення продовольчого забезпечення військових частин та підрозділів внутрішніх військ в умовах комплектування військовослужбовцями військової служби за контрактом. Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних сил, 2013. Вип. 4 (37).С. 229-232.

40. Товма Л. Ф., Каплун С. О. Використання продукту спеціального призначення для підвищення захисних функцій організму військовослужбовців при виконанні завдань в екстремальних умовах. Збірник наукових праць Національної академії Національної гвардії України. Харків, 2021. Вип. 1 (37). С. 30 – 37.

41. Товма Л. Ф., Крамаренко Д. П., Дейниченко Г. В. Методика оптимізації складу трикомпонентної харчової системи з метою створення харчових продуктів для військовослужбовців. Бізнес-інформ. 2016. No 1. С. 175–178

42. Товма Л. Ф., Євлаш В. В., Глущенко В. В. Фізіолого-гігієнічна оцінка добового раціону харчування військовослужбовців Збройних Сил України та інших військових формувань і його коригування шляхом

введення білково-вітамінного продукту «VitaBar». Честь і закон: наук. журн. Нац. акад. Нац. гвардії України. Харків 2017. № 1. С. 131–138.

43. Толстоносов Д. Ю. Продовольче забезпечення військ (сил) у відриві від постійного місця дислокації в умовах обмеженості ресурсів: пошук підходів. Науковий вісник Київського Інститут Національної гвардії України, 2023. № 2. С. 53-60.

44. Федорієнко В. А. Особливості сучасної концептуальної архітектури ПС платформи військового призначення. Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського №2 (60). Київ: НУОУ, 2017. С. 86-92.

45. Чорнокнижний О.А. Підвищення інтелектуального рівня засобів обробки інформації в геоінформаційних системах військового призначення. Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони №1. Київ: НУОУ, 2010. С. 61–62.

46. Шевченко В.С. Проблеми дефіциту маси тіла у військовослужбовців першого періоду служби. Надзвичайна ситуація, 1999. № 9. С.54-55.

47. Шубравська О. В. Сталий розвиток агропродовольчої системи України в умовах посилення світових інтеграційних процесів. Актуальні проблеми економіки, 2003. № 2 (20). С. 83-87.

48. Шульгін В.В. Реалізація військового законодавства України: теоретико-правові аспекти: автореф. дис. ... канд. юрид. наук: 12.00.01. Дніпро, 2017. 22 с.

49. Яковенко В., Щавінський Ю., Петлюк І. Шляхи інтелектуалізації геоінформаційної системи військового призначення. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Геофорум – 2022» (6 – 8 квітня 2022 р.). Львів, 2022. С. 56-59.

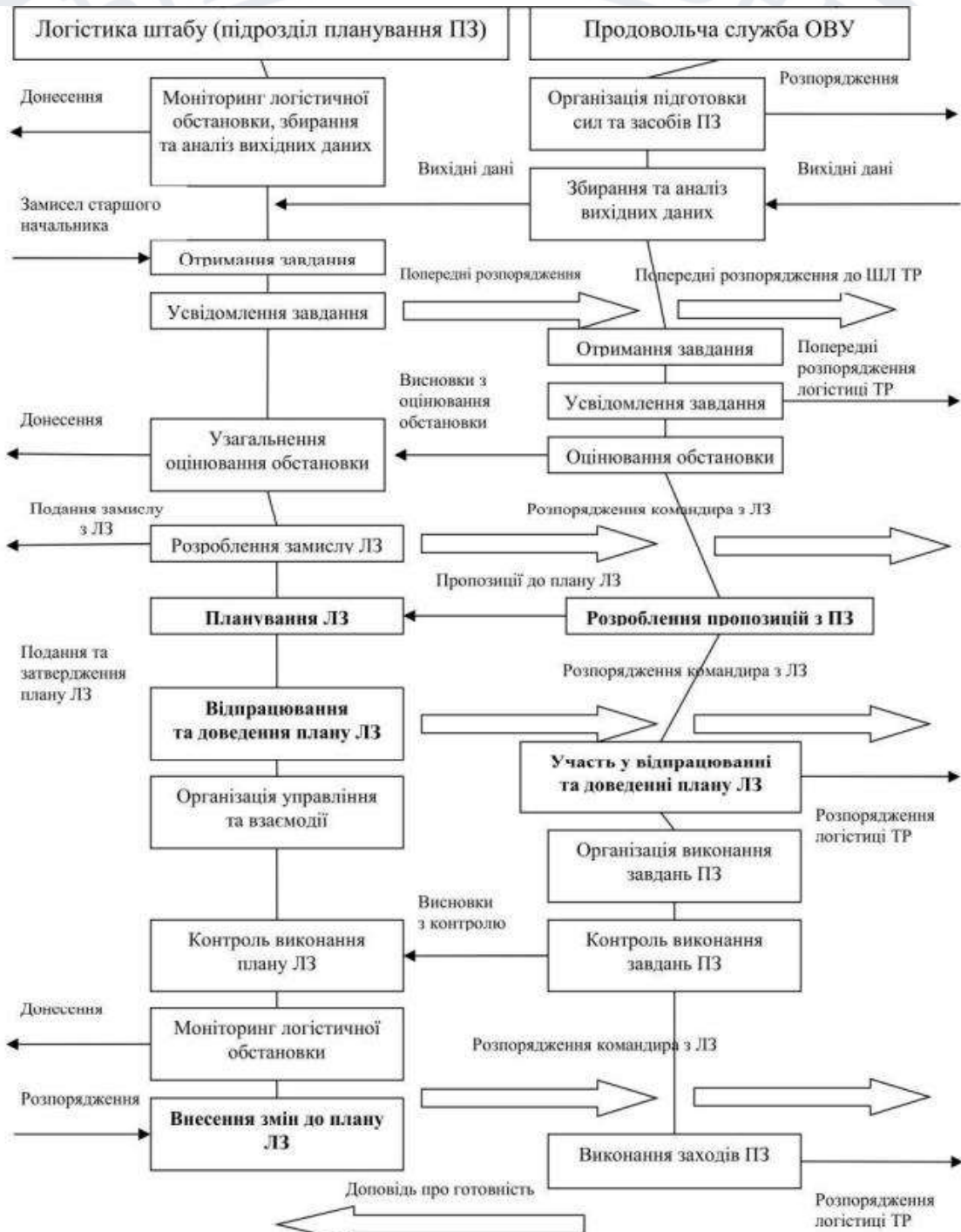
50. Яневич, В. З. Логістичний підхід в управлінні перевезеннями на залізничному транспорті. *Вісник Дніпр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. академіка В.Лазаряна. Дніпропетровськ*, 2007. Вип. 17. С.165-167.



ДОДАТКИ

Додаток А

Модель планування продовольчого забезпечення підрозділів Збройних Сил
України



Програмний код на мові Python для прокладання оптимального маршруту доставки провіанту до передової з використанням бібліотеки NetworkX

```
import networkx as nx

def find_shortest_path(graph, start, end):
    shortest_path = nx.dijkstra_path(graph, start, end)
    return shortest_path

# Створення графа маршрутів
G = nx.Graph()

# Додавання вершин (вузлів) до графа
G.add_nodes_from(["Базовий пункт", "Передова 1", "Передова 2",
                  "Передова 3", "Передова 4", "Передова 5"])

# Додавання ребер (шляхів) та їх ваги (відстані)
G.add_edge("Базовий пункт", "Передова 1", weight=10)
G.add_edge("Базовий пункт", "Передова 2", weight=15)
G.add_edge("Базовий пункт", "Передова 3", weight=20)
G.add_edge("Передова 1", "Передова 4", weight=12)
G.add_edge("Передова 2", "Передова 4", weight=18)
G.add_edge("Передова 2", "Передова 5", weight=25)
G.add_edge("Передова 3", "Передова 5", weight=22)

# Знаходження найкоротшого маршруту від базового пункту до кожної
передової
for target in ["Передова 1", "Передова 2", "Передова 3", "Передова 4",
              "Передова 5"]:
```

```
shortest_path = find_shortest_path(G, "Базовий пункт", target)  
print("Найкоротший маршрут до {}: {}".format(target, shortest_path))
```



Програмний код на мові Python для прокладання оптимального маршруту доставки провіанту до зони бойових дій з використанням інноваційних технологій

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from scipy.spatial import distance_matrix
from sklearn.cluster import KMeans
import networkx as nx

# Згенеруємо випадкові координати точок доставки провіанту
np.random.seed(0)
num_points = 20
delivery_points = np.random.rand(num_points, 2) * 10

# Розрахуємо матрицю відстаней між точками доставки провіанту
dist_matrix = distance_matrix(delivery_points, delivery_points)

# Визначимо кластери точок доставки провіанту з використанням
KMeans
num_clusters = 3
kmeans = KMeans(n_clusters=num_clusters,
random_state=0).fit(delivery_points)
clusters = kmeans.labels_

# Створимо граф доставки зони бойових дій
G = nx.Graph()

# Додамо вершини (точки доставки провіанту) до графа
```

```

for i in range(num_points):
    G.add_node(i, pos=(delivery_points[i, 0], delivery_points[i, 1]))

# Додамо ребра (шляхи доставки) до графа
for i in range(num_points):
    for j in range(i + 1, num_points):
        G.add_edge(i, j, weight=dist_matrix[i, j])

# Визначимо найкоротший шлях до кожної точки доставки провіанту в
кожному кластері
shortest_paths = {}
for cluster in range(num_clusters):
    cluster_points = [idx for idx, label in enumerate(clusters) if label ==
cluster]
    subgraph = G.subgraph(cluster_points)
    for start_node in cluster_points:
        for end_node in cluster_points:
            if start_node != end_node:
                shortest_path = nx.shortest_path(subgraph, source=start_node,
target=end_node, weight='weight')
                shortest_paths[(start_node, end_node)] = shortest_path

# Виведемо найкоротші шляхи для кожного кластера
for key, value in shortest_paths.items():
    start_node, end_node = key
    print(f"Найкоротший шлях від точки {start_node} до точки
{end_node}: {value}")

```

Програмний код оптимального маршруту доставки провіанту до зони бойових дій із застосуванням безпілотних літальних апаратів (БПЛА)

```
from pyomo.environ import *

# Кількість точок доставки провіанту
num_delivery_points = 10

# Координати точок доставки провіанту (випадково згенеровані)
delivery_points = {i: (np.random.rand(), np.random.rand()) for i in
range(num_delivery_points)}

# Відстані між точками доставки провіанту (випадково згенеровані)
distances = {(i, j): np.linalg.norm(np.array(delivery_points[i]) -
np.array(delivery_points[j]))
for i in range(num_delivery_points) for j in
range(num_delivery_points) if i != j}

# Індеси точок доставки провіанту
points = range(num_delivery_points)

# Створення моделі
model = ConcreteModel()

# Оголошення множини точок
model.points = Set(initialize=points)

# Оголошення змінних для визначення маршруту (1 - точка включена у
маршрут, 0 - інакше)
```

```
model.x = Var(model.points, model.points, within=Binary)
```

```
# Оголошення обмежень
```

```
def single_visit_rule(model, i):
```

```
    return sum(model.x[i, j] for j in model.points if j != i) == 1
```

```
def single_departure_rule(model, j):
```

```
    return sum(model.x[i, j] for i in model.points if i != j) == 1
```

```
model.single_visit = Constraint(model.points, rule=single_visit_rule)
```

```
model.single_departure = Constraint(model.points,  
rule=single_departure_rule)
```

```
# Функція для визначення цільової функції (мінімізація відстаней)
```

```
def objective_rule(model):
```

```
    return sum(distances[i, j] * model.x[i, j] for i in model.points for j in  
model.points if i != j)
```

```
model.objective = Objective(rule=objective_rule, sense=minimize)
```

```
# Вирішення моделі
```

```
solver = SolverFactory('glpk')
```

```
solver.solve(model)
```

```
# Виведення результатів
```

```
optimal_route = [(i, j) for i in model.points for j in model.points if  
value(model.x[i, j]) == 1 and i != j]
```

```
print("Optimal Route:", optimal_route)
```

Програмний код прокладання оптимального маршруту доставки провіанту до передової із застосування служби доставки UKLON

```
import uklon_api

def прокласти_маршрут_доставки(початкова_точка, кінцева_точка,
точки_проміжного_пункту):
    # Підключення до API служби доставки Uklon
    api = uklon_api.connect()

    # Визначення оптимального маршруту з використанням служби
    доставки Uklon
    маршрут = api.find_optimal_route(початкова_точка, кінцева_точка,
точки_проміжного_пункту)

    return маршрут

# Початкова точка та кінцева точка доставки
початкова_точка = (49.837982, 24.034501) # Приклад координат
Львова
кінцева_точка = (50.4501, 30.5234) # Приклад координат Києва

# Точки проміжного пункту (якщо потрібно)
точки_проміжного_пункту = [(50.06143, 25.38519), (50.7472, 30.5234)]
# Приклади координат проміжних пунктів

# Прокладання оптимального маршруту доставки
```

```
оптимальний_маршрут  
прокласти_маршрут_доставки(початкова_точка, кінцева_точка,  
точки_проміжного_пункту)  
  
print(оптимальний_маршрут)
```

