

Висновки:

1. Цифрова грамотність є базовою навичкою для безпечного та ефективного використання цифрових технологій, що сприяє виконанню професійних завдань, підвищенню критичного мислення та запобіганню поширенню дезінформації.

2. Володіння цифровими навичками сприяє підвищенню якості навчання, дає доступ до корисних ресурсів та допомагає дітям і підліткам у створенні власного контенту. Водночас існує необхідність формального навчання через проблеми з самостійним розвитком цих навичок.

3. Завдяки зусиллям Міністерства цифрової трансформації частка українців із цифровими навичками зросла на 13 % за останні 4 роки та становить 60 %. Цифрова освіта залишається пріоритетом навіть в умовах повномасштабної війни.

4. За результатами дослідження, 85 % респондентів вважають, що володіння цифровими навичками значно розширює можливості кар'єрного зростання, а 82 % – що це важливий фактор для отримання престижної роботи.

5. Українці активно використовують заходи для безпечного користування інтернетом, зокрема складні паролі, антивіруси та двофакторну автентифікацію. Це свідчить про зростання обізнаності щодо кібербезпеки як важливого складника цифрової грамотності.

Отже, підвищення цифрової грамотності в суспільстві активно розвивається та підлаштовується під кожну людину та її потреби у житті.

Abstract. The study provides information on the theoretical foundations of digital literacy and communication activities, the definition of their relationships, as well as an analysis of methods and practices that contribute to the formation of digital competence. The object of the study is the process of forming digital literacy and its impact on communication activities in the modern information society. The subject of the study is theoretical approaches, tools and methods that ensure the development of digital literacy and effective communication activities in the digital environment. The research method is an analysis of scientific literature to generalize the theoretical foundations of digital literacy, involving specialists in the field of digital technologies, education and public administration to obtain their opinions on the level of digital literacy of the population of Ukraine. Processing data from sociological surveys, studies of digital skills of the population, indicators of the implementation of digital technologies. Forecasting the further development of digital literacy in Ukraine and possible scenarios for its improvement.

Keywords: digital literacy, communication activity, digital competence, information society, digital technologies, communication practices, digital security, digital ethics.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Цифрова грамотність та чому її важливо розвивати. *Naurok*. 11.08.2023. URL: <https://naurok.com.ua/post/cifrova-gramotnist-ta-chomu-vazhlivo-rozvivati> (28.01.2025).

2. Мінцифра презентувала результати цифрової грамотності українців. Черкаська обласна державна адміністрація. 11.12.2023. URL: <https://ck-oda.gov.ua/cifrovizaciya/mincifra-prezentovala-rezultati-doslidzhennya-cifrovoyi-gramotnosti-ukrayinciv/> (28.01.2025).

3. Обиденнова Т., Васильєв В. Цифрові технології в управлінні підприємством: теоретичний аспект. *Електронне наукове фахове видання «Адаптивне управління: теорія і практика»*. Серія «Економіка». 2023. Вип. 15(30). <https://amtp.org.ua/index.php/journal2/article/view/541/461> (29.01.2025).

УДК 005.932:355]:004.81:004.421

ОПТИМІЗАЦІЯ ВІЙСЬКОВОЇ ЛОГІСТИКИ В УМОВАХ БОЙОВИХ ДІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ АЛГОРИТМУ А*

О. С. Бурківський, Т. В. Січко

Анотація. У статті розглядається проблема оптимізації військової логістики в умовах бойових дій за допомогою алгоритму А*. Робота аналізує основні принципи функціонування алгоритму А*, а також особливості його застосування у військовій сфері. Досліджено адаптацію алгоритму до реалій бойових дій, враховуючи змінність оперативної обстановки, перешкоди та ризики, як-от зруйновані інфраструктурні об'єкти, мінні загородження та можливість ворожих атак. Особливу увагу приділено інтеграції алгоритму А* у сучасні автоматизовані системи управління військовою логістикою, що дає змогу оперативно реагувати на зміни в зоні бойових дій та забезпечувати безпечне і швидке пересування військових колон. Розглянуто можливості комбінованого використання А* з іншими методами штучного інтелекту та машинного навчання для підвищення точності прогнозування оптимальних маршрутів.

Ключові слова: військова логістика, алгоритм А*, оптимізація маршрутів, автоматизовані системи управління.

У сучасному світі військова логістика є ключовим елементом успішної війни, забезпечуючи безперервне постачання ресурсів військовим підрозділам, евакуацію поранених і переміщення техніки та особового складу. Ефективність і точність логістичних рішень мають вирішальне значення в бойових діях. Адже навіть найменша затримка може призвести до втрати боєздатності, поставити під загрозу життя солдатів і втратити стратегічну ініціативу.

Одним з основних завдань військової логістики є оптимізація транспортних маршрутів у динамічних і часто небезпечних умовах, що характеризуються постійною зміною оперативної обстановки, наявністю фізичних перешкод (зруйнованих мостів, завалів, мінних полів), загрозою нападу противника та необхідністю швидкої адаптації до нових ситуацій. У таких ситуаціях традиційні методи планування маршрутів не є повністю ефективними, оскільки не враховують мінливі умови або вимагають значних обчислювальних ресурсів [1].

Одним із найбільш перспективних підходів до вирішення цієї проблеми є використання алгоритму A^* , який забезпечує швидкий та оптимальний пошук шляхів у складних умовах. Адаптація алгоритму A^* , який широко використовується у штучному інтелекті та робототехніці, у військовій логістиці відкриває нові можливості для автоматичного планування пересування військ та матеріально-технічного забезпечення.

Алгоритм A^* (A-star) – це один із найефективніших алгоритмів для знаходження найкоротшого шляху у графах, який широко застосовується у сфері штучного інтелекту, робототехніки, ігор, а також у військовій логістиці. Він поєднує переваги алгоритму Дейкстри (який гарантує знаходження найкоротшого шляху) та жадібного алгоритму пошуку за найкращим збігом (який дає змогу швидше знаходити рішення) [5].

Основний принцип роботи алгоритму A^* полягає у використанні двох функцій:

- 1) $g(n)$ – довжина шляху від початкової точки до поточної вершини n ;
- 2) $h(n)$ – евристична оцінка довжини шляху від поточної вершини n до цільової точки.

Загальна функція оцінки для кожної вершини визначається як:

$$f(n) = g(n) + h(n).$$

Це означає, що алгоритм шукає шлях, який є одночасно найкоротшим і найбільш перспективним за евристичною оцінкою.

Важливою особливістю алгоритму A^* є налаштування евристик. Наприклад, у стандартних ситуаціях використовуються евклідові відстані (для відкритого простору) або манхеттенські відстані (для руху в сітчастій структурі). У військовій логістиці можуть застосовуватися більш складні евристики, що враховують фактори рельєфу місцевості, потенційні загрози і погодні умови.

Військова логістика – це комплексний процес забезпечення ресурсами, особовим складом та обладнанням, необхідним для проведення військових операцій. Ефективність логістики має вирішальне значення для успіху бойових дій, оскільки своєчасне постачання боєприпасів, продовольства, медикаментів і палива впливає на здатність військових проводити операції.

Одним із найважливіших аспектів військової логістики є планування та оптимізація маршрутів пересування військ і матеріально-технічних засобів. У цьому контексті алгоритм A^* може значно підвищити ефективність процесу прийняття рішень шляхом швидкого аналізу можливих маршрутів та їх адаптації до мінливих умов [2].

Основні напрями застосування A^* у військовій логістиці:

- Оптимізація маршрутів постачання – дає змогу мінімізувати витрати на транспортування, знаходячи найкоротший і безпечний шлях для військових колон та вантажів.
- Планування евакуації поранених – алгоритм дає змогу оперативно визначати безпечні шляхи для транспортування поранених до медичних пунктів з урахуванням загроз (наприклад, артилерійських обстрілів або замінованих територій).
- Маршрутизація військових колон – для пересування бронетехніки та піхоти в умовах реального бою, коли необхідно уникати ворожих засідок та інших небезпек.
- Навігація безпілотних літальних апаратів (БПЛА) – використовується для побудови маршрутів розвідувальних дронів, які повинні облітати зони ППО противника.
- Автоматизовані системи управління військами – алгоритм може бути інтегрований у системи керування військовими операціями для автоматичного розрахунку логістичних рішень.

Практичним прикладом використання алгоритму A^* у військовій логістиці є його застосування для управління пересуванням військових підрозділів під час бойових дій. Наприклад, у сучасних військових конфліктах алгоритм використовується для динамічного оновлення маршрутів у разі зміни оперативної обстановки (нові позиції противника, зруйновані дороги, зміна погодних умов).

Переваги алгоритму A^* :

1. Оптимальність рішень – алгоритм завжди знаходить найкоротший маршрут (якщо правильно налаштована евристика), що особливо важливо у військовій логістиці.
2. Гнучкість і адаптивність – може працювати в середовищах, що змінюються, даючи змогу швидко переобчислювати маршрути відповідно до нових умов.
3. Висока швидкість обчислень – порівняно з іншими методами, алгоритм A^* забезпечує баланс між швидкістю пошуку та якістю рішення, що дає змогу оперативно приймати логістичні рішення.
4. Масштабованість – може застосовуватися як у локальних операціях (наприклад, вибір маршруту в місті), так і для планування масштабних військових операцій.

Недоліки алгоритму A^* :

1. Високі вимоги до пам'яті – алгоритм зберігає всі відкриті вузли під час пошуку, що може призвести до великих витрат оперативної пам'яті, особливо під час обчислення маршрутів у великомасштабних бойових операціях.
2. Залежність від якості евристики – ефективність алгоритму A^* залежить від правильного вибору евристичної функції. Якщо евристика неправильно налаштована, алгоритм може працювати неефективно.
3. Потреба у динамічному перерахунку маршруту – у разі раптових змін ситуації (наприклад, несподіваний обстріл або поява нових перешкод) алгоритм повинен перераховувати шлях, що може зайняти додатковий час.
4. Можливі затримки за умови великої кількості варіантів – у випадках складної місцевості або значної кількості альтернативних маршрутів алгоритм може працювати повільніше, ніж очікувалося.
5. Не враховує фактор часу – алгоритм A^* знаходить оптимальний шлях за довжиною або ризиками, але не завжди враховує реальну тривалість проходження маршруту (наприклад, різні швидкості руху транспорту в різних умовах).

Наступний код є прикладом того, як алгоритм A^* може бути використаний у військовій логістиці для оптимізації маршрутів постачання боєприпасів. Цей код можна використовувати для моделювання поля бою у вигляді графу. Вершинами є ключові точки маршруту, а ребрами – можливі маршрути з урахуванням різних вагових коефіцієнтів (перешкоди, час, ризик).

Алгоритм A^* знаходить найкоротший і найбезпечніший маршрут від лінії фронту (вершина 1) до лінії фронту (вершина 20), забезпечуючи швидке та ефективне постачання ресурсів. Маршрути змінюються під час кожного запуску програми, імітуючи динамічну військову ситуацію. На рис. 1 показано код мовою Python, що демонструє використання алгоритму A^* для вирішення завдань військової логістики [3].

Для безпечного та ефективного транспортування боєприпасів від фронту до фронту використовується метод визначення найкращого маршруту на основі A^* -алгоритму. На початковій стадії створюється граф, що представляє поле бою у вигляді вузлів (ключових точок маршруту) та ребер (можливих маршрутів).

Спершу додаються вершини, що відповідають позиціям у зоні бойових дій. Потім випадковим способом створюються зважені ребра між вершинами, де вага кожного ребра може змінюватися під час кожного запуску програми, імітуючи змінні бойові умови.

Далі виконується алгоритм A^* , який знаходить найкоротший маршрут між стартовою (вершина 1) та кінцевою (вершина 20) точками. У процесі виконання алгоритм оцінює витрати на пересування, обираючи найоптимальніший шлях із урахуванням евристичної оцінки відстані до цілі [4].

Після виконання алгоритму на графічному зображенні бойового поля відображається знайдений маршрут. Червоним кольором позначаються ребра, що входять до оптимального шляху, а загальна вага маршруту виводиться у заголовок графіка.

```
def heuristic(a, b):
    return abs(a - b)

def a_star(graph, start, goal):
    open_list = []
    heapq.heappush(open_list, (0, start))
    came_from = {}
    g_score = {node: float('inf') for node in graph.nodes}
    g_score[start] = 0
    f_score = {node: float('inf') for node in graph.nodes}
    f_score[start] = heuristic(start, goal)

    while open_list:
        _, current = heapq.heappop(open_list)

        if current == goal:
            path = []
            total_weight = 0
            while current in came_from:
                prev = came_from[current]
                total_weight += graph[prev][current]['weight']
                path.append(current)
                current = prev
            path.append(start)
            path.reverse()
            return path, total_weight

        for neighbor in graph.neighbors(current):
            tentative_g_score = g_score[current] + graph[current][neighbor]['weight']
            if tentative_g_score < g_score[neighbor]:
                came_from[neighbor] = current
                g_score[neighbor] = tentative_g_score
                f_score[neighbor] = tentative_g_score + heuristic(neighbor, goal)
                heapq.heappush(open_list, (f_score[neighbor], neighbor))

    return None, None
```

Рис. 1. Приклад A* алгоритму мовою програмування Python

Приклад виконання коду зображень на рис. 2 і 3.

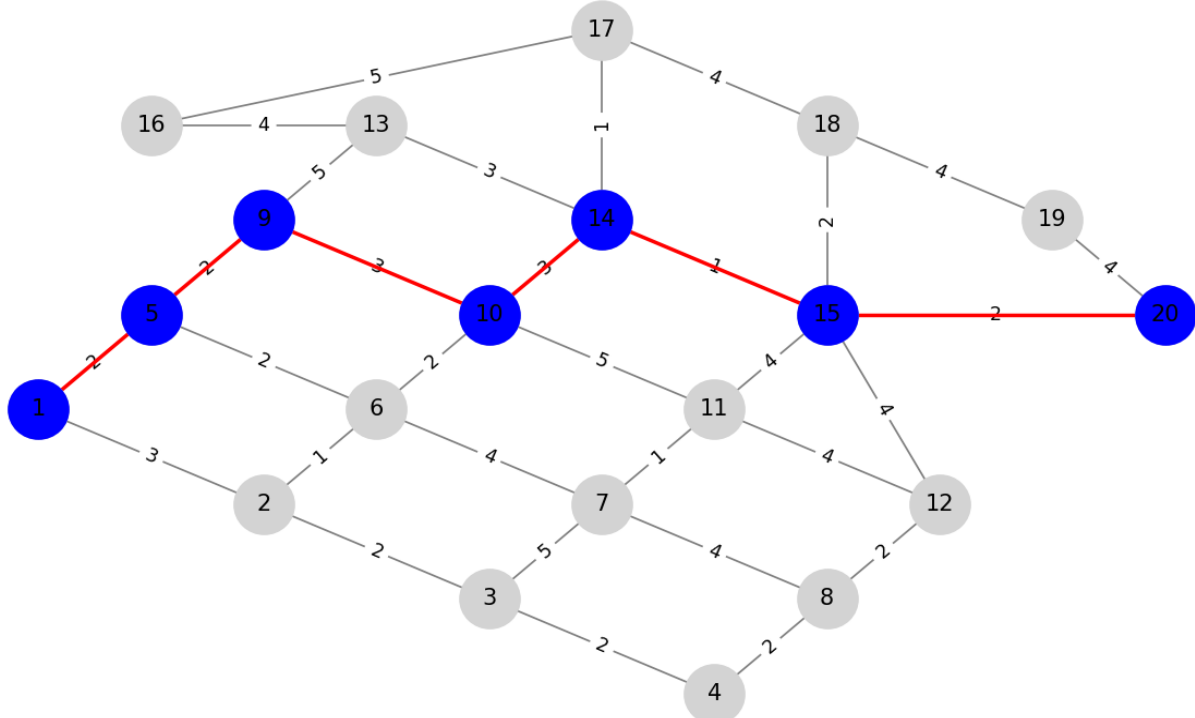


Рис. 2. Приклад виконання, вивід графічного зображення

Знайдений маршрут: [1, 5, 9, 10, 14, 15, 20]
Загальна вага маршруту: 13

Рис. 3. Приклад виконання, вивід у консолі

Отже, оптимізація військової логістики в умовах бойових дій є критично важливим завданням для забезпечення ефективного функціонування збройних сил. Використання алгоритму A* дає змогу значно покращити процес планування маршрутів транспортування боєприпасів, евакуації поранених та переміщення військової техніки, забезпечуючи швидкість, безпеку та гнучкість ухвалення рішень.

Дослідження показало, що алгоритм A* є ефективним методом пошуку оптимальних маршрутів у динамічному та небезпечному середовищі. Його здатність адаптуватися до мінливих бойових умов допомагає швидко перераховувати маршрути та знаходити оптимальне рішення в режимі реального часу. Навіть більше, використання цього алгоритму в автоматизованій системі управління військовою логістикою може значно підвищити ефективність бойових дій і зменшити ризик втрати особового складу та техніки [5].

Подальше вдосконалення алгоритму A* у військових умовах можливе за рахунок інтеграції методів машинного навчання, що дасть змогу прогнозувати потенційні загрози на маршрутах та ще краще адаптувати логістичні рішення до реальних умов бойових дій. Розвиток таких технологій сприятиме підвищенню рівня безпеки та ефективності військової логістики, що є одним із ключових факторів успішного ведення бойових операцій.

Abstract. The article considers the problem of optimizing military logistics in combat conditions using the A* algorithm. The work analyzes the basic principles of the A* algorithm, as well as the features of its application in the military sphere. The adaptation of the algorithm to the realities of combat operations is studied, taking into account the variability of the operational situation, obstacles and risks, such as destroyed infrastructure facilities, minefields and the possibility of enemy attacks. Particular attention is paid to the integration of the A* algorithm into modern automated military logistics management systems, which allows for a prompt response to changes in the combat zone and to ensure the safe and rapid movement of military columns. The possibilities of combined use of A* with other artificial intelligence and machine learning methods to increase the accuracy of forecasting optimal routes are considered.

Keywords: military logistics, A* algorithm, route optimization, automated control systems.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бондаренко О. В., Петров С. І. Алгоритми оптимізації маршрутів у військовій логістиці: теоретичні та прикладні аспекти. Київ: НУОУ, 2020. 256 с.
2. Черненко В. Ю. Використання алгоритмів штучного інтелекту для військової навігації та логістики. *Вісник НТУУ «КПІ»*. Серія: Інформаційні технології. 2019. № 12. С. 45–53.
3. Military Logistics and Artificial Intelligence: A Review of Algorithmic Approaches / ed. J. Smith, A. Carter. Cambridge: MIT Press, 2021. 410 с.
4. Дачковський В. О., Сампір О. М. Алгоритм функціонування системи логістичного забезпечення. *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*. 2019. № 35(2). С. 87–92. URL: <https://sit.nuou.org.ua/article/download/178529/178787/395594> (дата звернення: 11.03.2025).
5. Ramezani F., Rajabioun R., Ioannou P. Adaptive Route Guidance: A Model-Based Approach За допомогою Modified A* Algorithm. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*. 2016. Vol. 17, № 3. P. 782–791.

УДК 004.056.53:004.738.1

ТЕХНОЛОГІЯ БЛОКЧЕЙН: ПЕРЕВАГИ, ВИКЛИКИ ТА ЗАГРОЗИ У СФЕРІ КІБЕРБЕЗПЕКИ

Д. М. Єрмак, Л. В. Загоруйко

Анотація. У статті досліджуються можливості та виклики використання технології блокчейн у контексті кібербезпеки. Описано ключові переваги блокчейну, зокрема його децентралізовану природу, прозорість, незмінність транзакцій та стійкість до маніпуляцій.

Ключові слова: блокчейн, кіберзахист, кібератаки.