

АРХІТЕКТУРНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ БАГАТОРІВНЕВОГО УПРАВЛІННЯ ВІЙСЬКОВИМИ ОПЕРАЦІЯМИ

Авраменко Д.О., п/п-к., ад'юнкт
Національний університет оборони України
Україна, Київ
0000-0003-1892-380X

Анотація: Ця робота представляє багаторівневу систему підтримки прийняття рішень для військового управління, що інтегрує штучний інтелект для аналізу, прогнозування та прийняття рішень у реальному часі. Дослідження спрямоване на створення інтегрованої архітектури, яка забезпечить оперативну обробку та аналіз даних на тактичному, оперативному та стратегічному рівнях, кожен з яких взаємодіє через центральну платформу даних. Система забезпечує узгодженість дій, гнучкість, швидке реагування та оптимізацію ресурсів, адаптуючись до складних і динамічних умов сучасних військових операцій. Практична цінність розробки багаторівневої системи підтримки прийняття рішень полягає у значному підвищенні ефективності управління військовими операціями.

Ключові слова: Система підтримки прийняття рішень; штучний інтелект; військові операції; інтеграція даних, прогнозування ризиків; управління ресурсами; архітектура системи; аналіз даних; автоматизоване прийняття рішень.

Вступ

Сучасне військове середовище характеризується високим ступенем динамічності та складності, що зумовлює необхідність оперативного прийняття рішень, заснованого на аналізі значних обсягів інформації, яка постійно змінюється. Традиційні методи управління, що базуються на ручному аналізі даних та суб'єктивному людському судженні, часто не відповідають потребам сучасних військових операцій, де важливою є швидкість реагування, точність оцінки ситуації та прийняття обґрунтованих рішень.

Інтеграція штучного інтелекту (ШІ) у системи підтримки прийняття рішень (СППР) дозволяє суттєво підвищити ефективність управління військовими підрозділами за рахунок автоматизованого аналізу великих обсягів даних у режимі реального часу, моделювання потенційних сценаріїв розвитку подій та прогнозування результатів. Використання ШІ у військових СППР сприяє інтеграції різномірної інформації з численних джерел, створюючи уніфіковану картину операційного середовища та забезпечуючи скоординовану взаємодію на всіх рівнях управління: тактичному, оперативному та стратегічному.

Розробка багаторівневої СППР на основі ШІ є перспективним напрямом, оскільки така система здатна адаптивно реагувати на змінні умови, знижувати ризики та оптимізувати використання ресурсів під час ведення бойових дій. Водночас, впровадження таких систем вимагає побудови надійної архітектури, яка забезпечить інтеграцію даних з різних джерел, підтримку високого рівня кібербезпеки, а також відповідність етичним та правовим стандартам. Мета дослідження полягає в розробці та обґрунтуванні багаторівневої СППР на основі штучного інтелекту для військових операцій.

Враховуючи кількість викликів та специфіку завдань, що сьогодні стоять перед Збройними Силами України (ЗСУ), їх різномірність та не типовість – застосування елементів

ІІІ в СППР виглядає як досить доцільне рішення. Розглядаючи аналогічні дослідження в різних сферах цивільного сектору А.Пері; М.Рафієї; М.Саймон та А. Массаро та ін. [1-3] визначають СППР як багаторівневу систему. Під поняттям **багаторівневої СППР** в контексті завдань ЗСУ розуміється інтегрована система, що функціонує на кількох рівнях управління військовими операціями, таких як тактичний, оперативний та стратегічний. Кожен з цих рівнів має свою специфіку, цілі та завдання, що вимагає адаптації методів аналізу та прийняття рішень відповідно до контексту та особливостей кожного з них.

Основна частина

Архітектурна модель багаторівневої СППР на основі ІІІ складається з трьох основних рівнів — тактичного, оперативного та стратегічного, — кожен з яких відповідає за обробку та використання інформації відповідно до своєї специфіки й завдань.

Тактичний рівень охоплює управління військовими діями на рівні підрозділів, таких як роти, батальйони чи бойові групи. На цьому рівні важливо забезпечити швидке прийняття рішень на основі ситуаційної обізнаності в реальному часі, аналізу оперативних даних та управління ресурсами. Система підтримки прийняття рішень використовує інформацію від датчиків, розвідувальних засобів, безпілотників та інших джерел для формування актуальної картини бою. Важливо зазначити, що цей рівень є найбільш реактивним за часом на прийняття рішення, тобто час від зміни обстановки до дій є мінімальним.

Оперативний рівень стосується планування та управління військовими операціями на рівні полків, бригад, дивізій або оперативно-тактичних угруповань військ (сил). Тут система повинна враховувати координацію дій між тактичними підрозділами, логістичне забезпечення, розподіл ресурсів та взаємодію з іншими підрозділами. Оперативний рівень потребує більш комплексного аналізу даних для прогнозування та оцінки потенційних сценаріїв розвитку подій, а також для оптимізації прийняття рішень на основі моделей прогнозування та симуляцій на короткочасний та середній проміжок часу.

Стратегічний рівень включає управління масштабними військовими кампаніями, стратегічне планування та розподіл ресурсів на рівні армійських корпусів, оперативно-стратегічних угруповань військ (сил) або вищого командування. На цьому рівні система підтримки прийняття рішень забезпечує інтеграцію даних з численних джерел, включаючи дані розвідки, геополітичний аналіз, інформацію про логістичні та технологічні можливості, з метою формування загальної картини операційного середовища та визначення довгострокових цілей і пріоритетів.

Всі рівні інтегровані через центральну платформу даних, яка забезпечує взаємодію та узгодженість рішень на всіх рівнях. Багаторівнева СППР базується на принципі безперервного потоку інформації між усіма рівнями управління. Вона забезпечує узгодженість дій та інтеграцію аналітичних моделей, які адаптовані до потреб кожного рівня, але взаємодіють між собою.

Рівень	Опис	Функціональні елементи
Тактичний	Збір даних у реальному часі, формування тактичної картини ситуації на місцевості.	Система сенсорів і датчиків (камери, безпілотники, тепловізори)
		Інтеграція даних від підрозділів розвідки та інформаційних систем
		Аналіз даних у реальному часі для швидкого прийняття рішень
		Ситуаційна обізнаність і відображення тактичної картини

Оперативний	Координація тактичних підрозділів, аналіз ситуації, планування операцій та оцінка ризиків. Формування оперативної картини ситуації.	Інтеграція даних з тактичного рівня, а також логістичної та розвідувальної інформації
		Моделювання сценаріїв для прогнозування та оцінки можливих варіантів розвитку подій
		Система оцінки ризиків для прийняття обґрунтованих рішень
		Коротко- та середньострокове планування операцій і координація дій між підрозділами
Стратегічний	Довгострокове планування, управління ресурсами та визначення стратегічних цілей і пріоритетів.	Аналіз даних з оперативного рівня та інтеграція геополітичної інформації
		Оцінка загальної ситуації за допомогою прогнозних моделей
		Стратегічне планування операцій, формування стратегічних цілей та розподіл ресурсів
		Управління ресурсами (людськими, матеріальними та логістичними)
Центральна платформа даних	Центральна система, що інтегрує дані з усіх рівнів, обробляє їх за допомогою ІІІ та надає рекомендації.	База даних для зберігання інформації з тактичного, оперативного та стратегічного рівнів
		ІІІ-модулі для автоматизованого аналізу та обробки даних
		Інтерфейси для взаємодії з користувачами на кожному рівні управління

Функціональні аспекти багаторівневої СППР:

Тактичний рівень фокусується на зборі даних у реальному часі та формуванні оперативної картини ситуації на місцевості. Він використовує інформацію з різноманітних сенсорів, датчиків, безпілотних літальних апаратів та інших засобів спостереження для забезпечення ситуаційної обізнаності. Дані, зібрані на цьому рівні, обробляються в реальному часі для забезпечення швидкого прийняття рішень, що є критично важливим в умовах швидкоплинного військового середовища. Інформація, зібрана на тактичному рівні, інтегрується у загальну систему для подальшого аналізу на вищих рівнях.

Оперативний рівень відповідає за координацію дій тактичних підрозділів, аналіз оперативної ситуації, планування операцій та оцінку ризиків. На ньому здійснюється інтеграція інформації з тактичного рівня разом з даними про логістику та розвідувальну інформацію для створення цілісної картини ситуації. Оперативний рівень використовує моделювання сценаріїв для прогнозування можливих варіантів розвитку подій, що дозволяє оцінити ризики та приймати обґрунтовані рішення. Тут також проводиться короткострокове та середньострокове планування операцій, що сприяє координації дій між підрозділами та оптимізації використання ресурсів.

Стратегічний рівень Стратегічний рівень займається довгостроковим плануванням, управлінням ресурсами та визначенням стратегічних цілей і пріоритетів. Дані, отримані з оперативного рівня, інтегруються з геополітичною інформацією для формування загального стратегічного бачення. На цьому рівні здійснюється аналіз інформації за допомогою прогнозних моделей, що дозволяє оцінити ситуацію та визначити довгострокові цілі. Система

також виконує стратегічне планування операцій і управління ресурсами, забезпечуючи їх оптимальний розподіл для досягнення стратегічних цілей.

Центральна платформа даних виступає як ядро системи, що інтегрує дані з усіх рівнів управління та забезпечує їх обробку за допомогою ШІ. Вона дозволяє створити єдине інформаційне середовище, в якому дані зберігаються, аналізуються та інтегруються для надання рекомендацій на кожному рівні управління. Платформа також містить інтерфейси для взаємодії з користувачами, що дозволяє командирам на кожному рівні отримувати актуальні дані та рекомендації у реальному часі. Використання ШІ дозволяє автоматизувати обробку даних і значно підвищити швидкість та точність прийняття рішень.

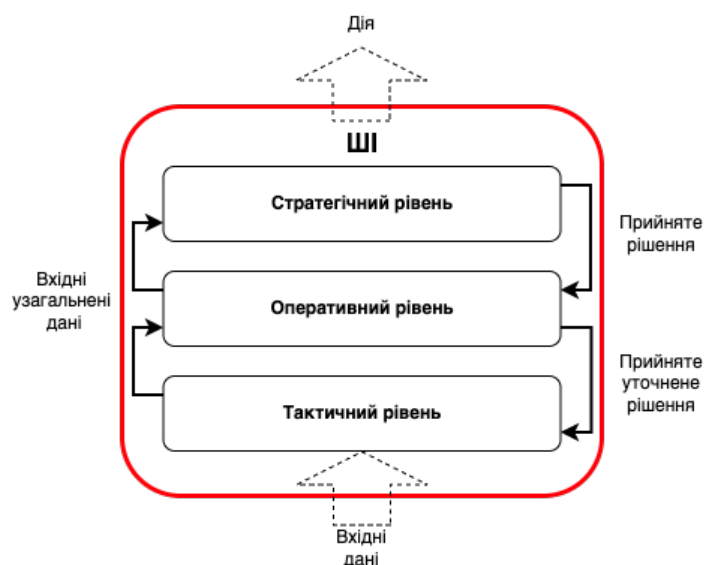


Рис. 1 Блок-схема багаторівневої моделі СППР військового призначення.

Дана архітектурна модель (рис. 1) демонструє інтеграцію багаторівневих систем управління військовими операціями, забезпечуючи ефективну координацію та узгодженість дій завдяки використанню технологій штучного інтелекту та централізованої платформи даних.

В своїй роботі "Багаторівнева система підтримки прийняття рішень в управлінні виробництвом та безпекою"[1] Алессандро Массаро запропонував свою архітектуру на багаторівневу СППР у промисловості. Алгоритми штучного інтелекту застосовуються в основному процесі для контролю виробництва та умов безпеки робочого середовища, таким чином отримуючи знання. Вхідними даними моделі є дані, виявлені датчиками IoT (Інтернет Речей). рис.2.

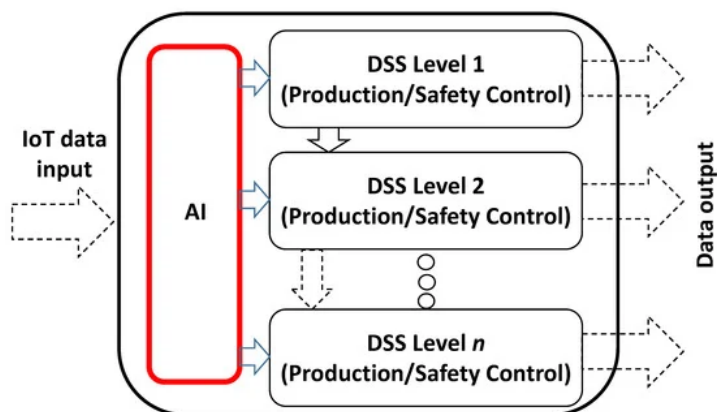


Рис. 2 Блок-схема основної моделі, що контролює виробництво та безпеку працівників за допомогою багаторівневої DSS, пов'язаної з алгоритмами ІІІ за авторством Алессандро Массаро.

Порівняння структури двох багаторівневих систем підтримки прийняття рішень дозволяє виокремити їхні концептуальні відмінності та схожості, а також визначити основні підходи до організації процесів підтримки рішень у військовому середовищі та промислових системах. Обидві моделі складаються з багаторівневих систем, що включають ієрархічні рівні управління та структурують дані і процеси прийняття рішень відповідно до різних рівнів контролю. У нашій системі акцент зроблено на військові аспекти, такі як швидка реакція на оперативні виклики, координація дій підрозділів та стратегічне планування на основі розвідувальних даних. Модель з multi-level Decision Support System (ML DSS) за А.Массаро спрямована на управління виробництвом та безпекою, що включає аналіз даних з фізичних об'єктів (сенсори, пристрої), продуктивність, а також стратегічне планування для оптимізації процесів. У обох системах присутня інтеграція даних через центральну платформу, яка забезпечує об'єднання інформації з різних джерел для аналізу та прийняття рішень. Проте у статті ML DSS особлива увага приділяється концепції Digital Twin для управління життєвим циклом даних, що відображає цифрову репрезентацію фізичних об'єктів і процесів. Наша система також передбачає інтеграцію даних з різних джерел, проте вона фокусується на інтеграції даних у реальному часі з військових сенсорів та інформаційних джерел тактичного рівня.

Щодо використання ІІІ для аналізу даних і надання рекомендацій, то у статті ML DSS застосовується машинне навчання для прогнозування виробничих процесів і оптимізації ресурсів на відміну від запропонованої нами системи ІІІ, що моделює сценарії військових дій, оцінює ризики, підтримує тактичні дії і стратегічні операції. Важливою відмінністю є контекст використання: промисловий підхід вимагає стабільності і точності прогнозів, тоді як військова модель — гнучкості, адаптивності та швидкої реакції на зміни.

Порівняння показує, що хоча обидві моделі мають подібну багаторівневу структуру, їхні цілі, методи інтеграції даних і застосування ІІІ суттєво відрізняються залежно від контексту. Військова система адаптована для динамічного середовища з високими вимогами до швидкості реакції, тоді як система, описана в статті ML DSS, націлена на довготривалу стабільність та оптимізацію промислових процесів.

Висновки

Зазначена модель демонструє багаторівневий підхід до управління військовими операціями, який дозволяє інтегрувати дані з різних джерел і рівнів (тактичного, оперативного та стратегічного) для створення єдиної інформаційної платформи. Використання штучного інтелекту забезпечує аналіз у реальному часі, прогнозування сценаріїв та підтримку стратегічного планування. Це сприяє підвищенню ефективності операційного управління та адаптивності системи в умовах динамічного середовища.

Модель дозволяє швидко реагувати на зміни та оптимізувати розподіл ресурсів, що критично важливо для виконання військових завдань у сучасних умовах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Massaro, A. (2022). *Multi-Level Decision Support System in Production and Safety Management*. Knowledge. 2(4), 682-701; DOI: <https://doi.org/10.3390/knowledge2040039>.
- [2] Пері, А., Рафієї, М., Саймон, М., ван дер Алст, (2022). *Надійний штучний інтелект і аналіз процесів: виклики та можливості. У конспекті лекцій з обробки бізнес-інформації*. Cham, Швейцарія: Springer International Publishing. С. 395–407.

[3] Нестеренко, О.В., Савенков, О.І., Фаловський, О.О. (2016). *Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень* Київ: Національна академія управління. С. 96-100.

Lt.col. Dmytro Avramenko

ARCHITECTURAL MODEL OF A DECISION SUPPORT SYSTEM FOR MULTI-LEVEL MANAGEMENT OF MILITARY OPERATIONS

Abstract: *This article presents a multi-level decision support system for military management that integrates artificial intelligence for real-time analysis, forecasting, and decision-making. The research aims to create an integrated architecture that will enable operational data processing and analysis at the tactical, operational and strategic levels, each interacting through a central data platform. The system ensures consistency of actions, flexibility, quick response and optimization of resources, adapting to the complex and dynamic conditions of modern military operations. The practical value of developing a multi-level decision support system is to significantly increase the effectiveness of military operations management.*

Keywords: *Decision support system; artificial intelligence; military operations; data integration, risk forecasting; resource management; system architecture; data analysis; automated decision making.*