

DOI: <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2026-64-42>

UDC 004.94:355.40

**Фесенко Олексій Дмитрович**, д-р філософії

<https://orcid.org/0000-0002-2114-5327>

**Усик Анна Андріївна**, ад'юнкт

<https://orcid.org/0009-0009-1355-5826>

**Беляков Роберт Олегович**, д.т.н., доцент

<https://orcid.org/0000-0001-9882-3088>

Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут, Київ, Україна.

## АНАЛІЗ СИСТЕМИ СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ DELTA У КОНТЕКСТІ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

**Фесенко О. Д., Усик А. А., Беляков Р. О.** Аналіз системи ситуаційної обізнаності delta у контексті підтримки прийняття рішень. У статті представлено результати системного аналізу недоліків національної військової системи ситуаційної обізнаності DELTA у контексті підтримки прийняття рішень командирами тактичної, оперативно-тактичної та оперативної ланок управління. Розглянуто узагальнену архітектуру екосистеми DELTA, функціональне призначення її ключових складових Monitor, Vezha, Mission Control, Target Hub, Element та UA Drone ID, а також статистичні показники функціонування системи за відкритими даними Міністерства оборони України. На основі циклу OODA встановлено, що наявні модулі забезпечують високий рівень автоматизації фаз спостереження та орієнтації, тоді як фаза вироблення рішення підтримується лише опосередковано. Запропоновано багаторівневу модель контуру управління «дані – ситуаційна обізнаність – аналітична обробка – формування варіантів рішень – управляючий вплив», яка дає змогу локалізувати функціональні розриви між рівнями архітектури. Систематизовано недоліки DELTA за шістьма групами: інформаційні, архітектурні, нормативні, інтероперабельні, кібербезпекові та ергономічні. Встановлено, що фаза вироблення та узгодження рішення може займати до 52 % загальної тривалості циклу управління, що зумовлено відсутністю формалізованих моделей генерації, прогнозування, багатокритеріального оцінювання та ранжування варіантів дій. Сформульовано математичну постановку задачі синтезу рівня інтелектуальної підтримки прийняття рішень із визначенням вхідних даних, цільової функції, обмежень і допущень. Визначено концептуальні варіанти усунення виявлених розривів на основі продукційно-онтологічного, нейромережевого та гібридного підходів із використанням алгоритмів класу ELM і адаптивної селекції експертів. Результати дослідження створюють підґрунтя для подальшої інтелектуалізації DELTA зі збереженням визначальної ролі командира.

**Ключові слова:** інформаційно-комунікаційна мережа спеціального призначення, ситуаційна обізнаність, DELTA, система підтримки прийняття рішень, цикл OODA, архітектура C4ISR, контур управління, командир, інтероперабельність, мережоцентричні дії.

**Fesenko O., Usyk A., Bieliakov R.** Analysis of the delta situational awareness system in the context of decision support. The article presents the results of a systematic analysis of the shortcomings of the Ukrainian national military situational awareness system DELTA in the context of decision support for commanders at the tactical, operational-tactical, and operational levels of command. The generalised architecture of the DELTA ecosystem, the functional purposes of its key components, including Monitor, Vezha, Mission Control, Target Hub, Element, and UA Drone ID, as well as statistical indicators of the system's operation based on open data provided by the Ministry of Defence of Ukraine, are considered. Based on the OODA loop, it is established that the existing modules provide a high level of automation for the observation and orientation phases, whereas the decision-making phase is supported only indirectly. A multi-level model of the command-and-control loop "data – situational awareness – analytical processing – generation of decision alternatives – command action" is proposed. The model enables the localisation of functional gaps between individual architectural layers. The shortcomings of DELTA are systematised into six groups: informational, architectural, regulatory, interoperability-related, cybersecurity-related, and ergonomic. It is established that the decision development and coordination phase may account for up to 52% of the total command-and-control cycle duration due to the absence of formalised models for generating, forecasting, multicriteria evaluating, and ranking alternative courses of action. A mathematical formulation of the problem of synthesising an intelligent decision-support layer is developed, including the definition of input data, an objective function, constraints, and assumptions. Conceptual approaches to eliminating the identified gaps are determined, including production-ontological, neural-network, and hybrid approaches based on ELM-class algorithms and adaptive selection of specialised experts. The results provide a theoretical basis for the further intellectualisation of the DELTA ecosystem while preserving the commander's decisive role in the decision-making process.

**Keywords:** special-purpose information and communication network, situational awareness, DELTA, decision support system, OODA loop, C4ISR architecture, command-and-control loop, commander, interoperability, network-centric operations.

### Постановка наукового завдання.

Досвід ведення бойових дій під час відбиття повномасштабної збройної агресії російської федерації підтвердив ключову роль цифрових систем ситуаційної обізнаності у досягненні інформаційної переваги над противником. Національна військова система ситуаційної обізнаності DELTA, розроблення якої розпочато у 2015 році командою спільноти «Аеророзвідка» та яку у лютому 2023 року рішенням Кабінету Міністрів України

офіційно запроваджено у Силах оборони, стала базовим програмним середовищем інтеграції розвідувальних даних, відображення обстановки на цифровій мапі та координації підрозділів у реальному масштабі часу [6, 12].

Водночас аналіз практики бойового застосування системи показав наявність принципової невідповідності між рівнем автоматизації процесів збору й відображення даних та рівнем автоматизації процесів безпосереднього вироблення рішень. Система DELTA за своїм функціональним призначенням є системою ситуаційної обізнаності, тобто забезпечує командира інтегрованою картиною бойового простору, однак не містить формалізованого апарату генерації, оцінювання та ранжування варіантів рішень. Зазначене призводить до того, що інформаційне навантаження на органи військового управління зростає випереджальними темпами відносно їхньої спроможності опрацювати дані: у підсистемі аеророзвідки «Вежа» фіксується до 10 тисяч відеопотоків з безпілотних авіаційних комплексів щодоби, а кількість зареєстрованих користувачів системи перевищила 200 тисяч осіб [9].

Командир тактичної або оперативної ланки за таких умов змушений у стислий час самостійно інтерпретувати великі обсяги різномірних даних, подумки формувати варіанти дій, оцінювати їх та обирати рішення, спираючись переважно на власний досвід та евристики. Дослідження процесів управління військами свідчать, що саме фаза вироблення рішення є провідним споживачем часового ресурсу циклу управління, тоді як фази спостереження та орієнтації значною мірою автоматизовані засобами DELTA. Таким чином, у контурі управління утворюється функціональний розрив: дані надходять швидко, а рішення виробляється повільно, що нівелює здобуту інформаційну перевагу за умов стрімкої зміни обстановки [13].

Додатковими чинниками, що ускладнюють процес прийняття рішень, є ручний режим внесення частини даних до системи, неповна інтегрованість із суміжними програмними комплексами («Кропива», GIS Arta, «Броня»), нормативна невизначеність статусу електронних бойових документів, а також постійний кібернетичний тиск противника на інфраструктуру системи [7, 11, 13]. Сукупність зазначених чинників обумовлює актуальність наукового завдання щодо системного аналізу недоліків DELTA у контексті підтримки прийняття рішень, локалізації функціональних розривів за рівнями архітектури та формалізації задачі синтезу рівня інтелектуальної підтримки прийняття рішень, який має доповнити наявний функціонал системи.

**Метою статті** є системний аналіз архітектури та недоліків національної військової системи ситуаційної обізнаності DELTA у контексті підтримки прийняття рішень командирами, локалізація функціональних розривів за рівнями контуру управління та математична формалізація задачі синтезу рівня інтелектуальної підтримки прийняття рішень.

**Об'єктом дослідження** є процеси функціонування національної військової системи ситуаційної обізнаності DELTA у контурі управління військами під час збору, інтеграції, аналітичного опрацювання даних, вироблення рішень та доведення управляючих впливів в умовах динамічної зміни бойової обстановки, інформаційного перевантаження та обмеженого часу реагування.

**Предметом дослідження** є моделі, методи та математичний апарат системного аналізу функціональних розривів у контурі управління системи DELTA, а також формалізація задачі синтезу рівня інтелектуальної підтримки прийняття рішень командирами тактичного, оперативного-тактичного та оперативного рівнів управління.

**Основними завданнями статті є:**

1. Провести аналіз існуючих теоретичних положень щодо ситуаційної обізнаності, циклу управління OODA, мережоцентричного управління та автоматизованої підтримки прийняття рішень у військових системах управління.
2. Проаналізувати архітектуру, функціональне призначення та особливості

застосування основних складових екосистеми DELTA, зокрема модулів Monitor, Vezha, Mission Control, Target Hub, Element та UA Drone ID.

3. Визначити ступінь функціонального покриття модулями системи DELTA окремих фаз циклу управління OODA та встановити рівень автоматизації процесів спостереження, орієнтації, вироблення рішення і доведення управляючих впливів.

4. Запропонувати багаторівневу модель контуру управління «дані – ситуаційна обізнаність – аналітична обробка – формування варіантів рішень – вибір рішення – управляючий вплив», яка забезпечує локалізацію функціональних розривів за рівнями архітектури системи.

5. Локалізувати та змістовно охарактеризувати функціональні розриви системи DELTA, зокрема розрив (P1) між рівнем ситуаційної обізнаності та аналітичної обробки, розрив (P2) на рівні формування й оцінювання варіантів рішень та розрив (P3) на переході від ухвалення рішення до доведення управляючих впливів.

6. Систематизувати недоліки системи DELTA у контексті підтримки прийняття рішень за інформаційною, архітектурною, нормативною, інтегровальною, кібербезпековою та ергономічною групами й визначити їх вплив на тривалість та якість циклу управління.

7. Формалізувати тривалість циклу управління та фази вироблення рішення з урахуванням часових витрат на аналітичне опрацювання обстановки, генерацію, оцінювання та узгодження варіантів дій

#### **Аналіз останніх публікацій.**

Питання побудови систем ситуаційної обізнаності, автоматизованих систем управління військами та систем підтримки прийняття рішень є предметом досліджень низки вітчизняних і закордонних науковців. У роботі [1] сформульовано теоретичні засади ситуаційної обізнаності у формі трирівневої моделі: сприйняття елементів обстановки, розуміння поточної ситуації та прогнозування її розвитку на близьку перспективу. Зазначена модель є методологічною основою для оцінювання повноти функціонального покриття систем класу DELTA. У роботі [2] розкрито концепцію циклу управління OODA (спостереження – орієнтація – рішення – дія), згідно з якою перевага у збройному протистоянні досягається стороною, що швидше замикає власний цикл управління. У роботі [3] показано принципи мережоцентричних воєнних дій, за якими інформаційна перевага конвертується у бойову лише за умови наявності спроможностей швидкого вироблення та доведення рішень.

У роботі [4] запропоновано модель прийняття рішень з управління повітряною комунікаційною мережею, де процес управління подано у формі ієрархічної декомпозиції цілей та управляючих впливів. У роботі [5] розглянуто проблему інтеграції повітряних мереж класу FANET до мобільних комунікаційних мереж спеціального призначення, що є суттєвим для забезпечення стійкості каналів доставки даних до системи ситуаційної обізнаності. Принципи управління топологією мобільних радіомереж, що становлять транспортну основу інформаційного обміну тактичної ланки, висвітлено у роботі [10]. Аспекти кібернетичної безпеки розподілених інформаційних систем, що безпосередньо стосуються захищеності системи DELTA, проаналізовано у роботі [8].

У роботі [6] наведено загальну характеристику системи DELTA, історію її створення та приклади бойового застосування під час оборони Києва, ураження крейсера «москва» та звільнення острова Зміїний. У роботі [7] представлено результати інтерв'ювання архітектора системи, де визнано наявність проблем із продуктивністю та зручністю користування окремими модулями, а також обмеженість внутрішнього ресурсу команди розробників. У роботах [9, 14, 15] наведено офіційні статистичні показники функціонування системи: кількість користувачів, інтенсивність відеопотоків, добову кількість місій модуля Mission Control. У роботі [13] встановлено, що внесення даних до систем «Кропива» та DELTA відбувається переважно у ручному режимі, що значною мірою

нівелює інформаційну перевагу над противником за умов стрімкої зміни обстановки, особливо на тактичному рівні. У роботі [11] проаналізовано фрагментованість програмного ландшафту Сил оборони та ризики недостатньої інтегрованості волонтерських розробок.

Разом із тим, у відомих публікаціях недоліки системи DELTA розглядаються фрагментарно на рівні окремих експлуатаційних зауважень або журналістських оглядів. Системний аналіз зазначених недоліків саме у контексті формування управляючих рішень командирами, із локалізацією розривів за рівнями архітектури контуру управління та формалізованою постановкою задачі їх усунення, на сьогодні відсутній, що і визначає зміст наукового завдання статті.

### Виклад основного матеріалу.

Система DELTA являє собою національну військову систему ситуаційної обізнаності, побудовану за стандартами НАТО, що уможливорює ведення мережоцентричних воєнних дій. Система інтегрує відомості про розташування сил і засобів противника та власних військ, дозволяє у масштабі часу, близькому до реального, відстежувати положення об'єктів противника та оперативно обліковувати виявлені цілі для їх подальшого вогневого ураження [6, 12]. Розгортання системи здійснено на хмарній інфраструктурі з розподілених дата-центрів, розташованих поза зоною можливого ураження, а доступ користувачів реалізовано шляхом захищеного веб-інтерфейсу без необхідності встановлення спеціалізованого програмного забезпечення на кінцевих пристроях.

Узагальнену архітектуру екосистеми DELTA доцільно подати у формі чотирьох взаємопов'язаних рівнів (рис. 1). Перший рівень джерел даних, який охоплює безпілотні авіаційні комплекси аеророзвідки, супутникові знімки, радіолокаційні станції та засоби радіоелектронної розвідки, стаціонарні сенсори і камери спостереження, донесення підрозділів, а також дані з відкритих джерел та спеціалізованих чат-ботів для повідомлень від цивільного населення. Другий рівень є інтеграційним ядром, що забезпечує приймання різнорідних потоків даних, їх нормалізацію за стандартами НАТО (умовні знаки APP-6, формати обміну ADatP-3, маркування даних STANAG 4774/4778), ведення єдиної моделі даних бойового простору та розмежування доступу користувачів. Третій рівень утворюють функціональні модулі, кожен з яких реалізує окремий замкнений сценарій роботи користувача. Четвертий рівень користувачів від тактичної ланки до органів військового управління Генерального штабу Збройних Сил України.

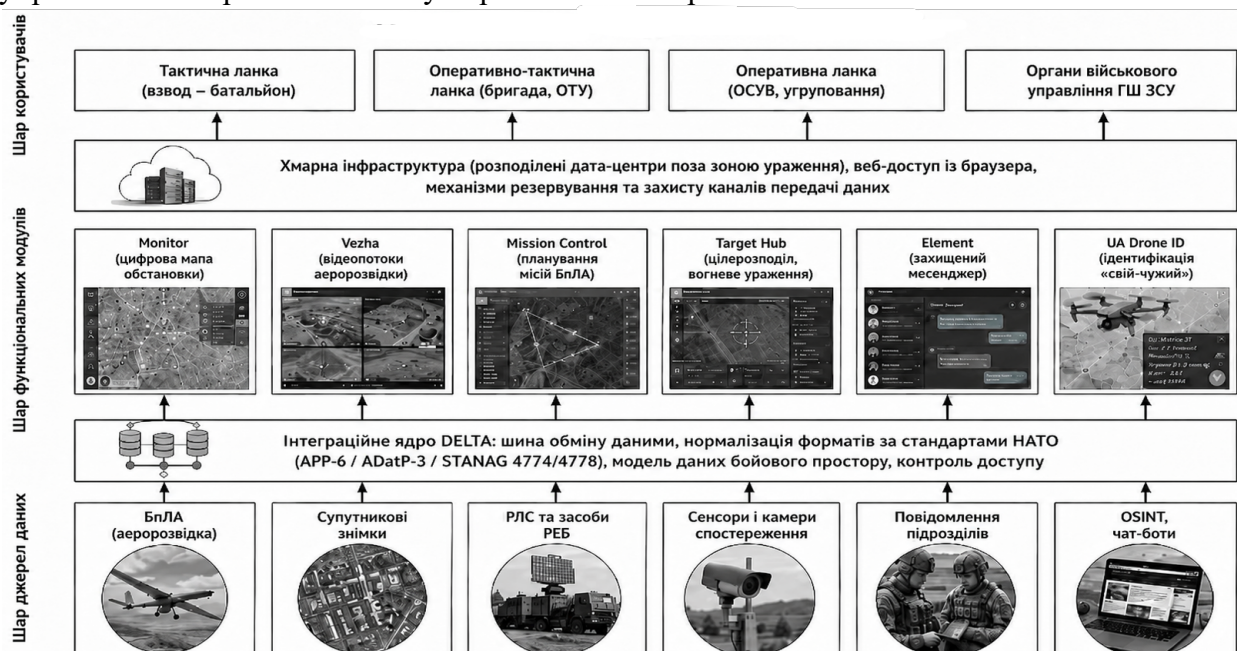


Рис. 1. Узагальнена архітектура екосистеми DELTA

Ключовою властивістю наведеної архітектури є її сервісна орієнтованість: функціональні модулі взаємодіють із єдиним інтеграційним ядром, що дозволяє нарощувати склад модулів без перебудови системи в цілому. Водночас, як буде показано далі, у складі функціональних модулів відсутні компоненти, функціональне призначення яких полягало б у безпосередній підтримці вироблення рішень, що і визначає головний предмет подальшого аналізу.

Склад та функціональне призначення ключових складових екосистеми DELTA узагальнено у таблицю 1, де наведено відповідність кожної складової фаз циклу управління OODA.

Таблиця 1. Основні складові екосистеми DELTA та їх функціональне призначення

| Складова        | Функціональне призначення                                                                                                                                                           | Фази циклу OODA, що підтримуються                         |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Monitor         | Цифрова мапа обстановки: нанесення, верифікація та поширення об'єктів бойового простору, ведення єдиної оперативної картини                                                         | Спостереження, орієнтація                                 |
| Vezha («Вежа»)  | Платформа відеоаналізу поля бою: трансляція та архівування відеопотоків з БпАК у масштабі реального часу, прив'язка потоків до мапи                                                 | Спостереження, орієнтація                                 |
| Mission Control | Планування місій екіпажів БпАК: розподіл зон відповідальності, маршрути екіпажів, координація завдань у реальному часі, аналіз даних після місій, зниження ризику «дружнього вогню» | Дія, частково – рішення (у частині планування місій БпАК) |
| Target Hub      | Планування та керування вогневою роботою підрозділів: створення, призначення цілей та обмін ними на цифровій мапі                                                                   | Дія, частково – рішення (у частині цілерозподілу)         |
| Element         | Захищений месенджер для службового листування та обміну файлами всередині захищеного контуру                                                                                        | Спостереження (донесення), доведення рішень               |
| UA Drone ID     | Ідентифікація належності БпАК за принципом «свій – чужий» для зниження ризику дружнього вогню та обліку застосування дронів                                                         | Спостереження, орієнтація                                 |

Модуль Monitor є історичним ядром системи, що забезпечує ведення єдиної цифрової мапи обстановки, на якій відображаються верифіковані об'єкти противника та власних військ. Платформу відеоаналізу «Вежа», розроблену за участі 411 окремого батальйону «Яструби» та Центру інновацій і розвитку оборонних технологій, інтегровано до системи DELTA у жовтні 2024 року, що дозволило користувачам отримувати відеопотоки з БпАК безпосередньо у спільному інформаційному середовищі [12, 15]. Модуль Mission Control до січня 2025 року застосовувався понад 300 підрозділами, які виконали з його допомогою понад 200 тисяч місій із середньою інтенсивністю близько 900 місій щодоби; з 27 січня 2025 року доступ до модуля відкрито для всіх користувачів системи [14]. Модуль Target Hub,

інтегрований у лютому 2025 року, призначено для планування й керування вогневою роботою підрозділів та синхронізації даних із модулями Mission Control, Vezha та Element [12].

Аналіз таблиці 1 дозволяє зробити суттєвий попередній висновок: функціональні модулі екосистеми сконцентровано на фазах спостереження, орієнтації та виконання дій, тоді як фаза вироблення рішення підтримується лише опосередковано – у формі надання командирів вихідних даних та інструментів доведення вже ухваленого рішення. Формалізовані механізми генерації варіантів рішень, їх багатокритеріального оцінювання та ранжування у складі екосистеми відсутні.

Для системного оцінювання повноти функціонального покриття процесу управління доцільно скористатися циклом OODA [2], який декомпозиє діяльність органу військового управління на чотири фази: спостереження (Observe) збір первинних даних про обстановку; орієнтація (Orient), що відповідає за формування цілісної картини та її осмислення; рішення (Decide), тобто вироблення, оцінювання та вибір варіанта дій; дія (Act) – доведення управляючих впливів до виконавців і контроль виконання. Перевага у протистоянні досягається стороною, що замикає власний цикл управління швидше за противника.

Результат відображення функціональних модулів DELTA на фази циклу OODA наведено на рисунку 2, де для кожного модуля експертним шляхом оцінено ступінь автоматизації відповідної фази. Оцінювання виконано на основі аналізу відкритих описів функціональності модулів [6, 7, 12, 14, 15] із залученням фахівців у галузі автоматизованих систем управління військами.

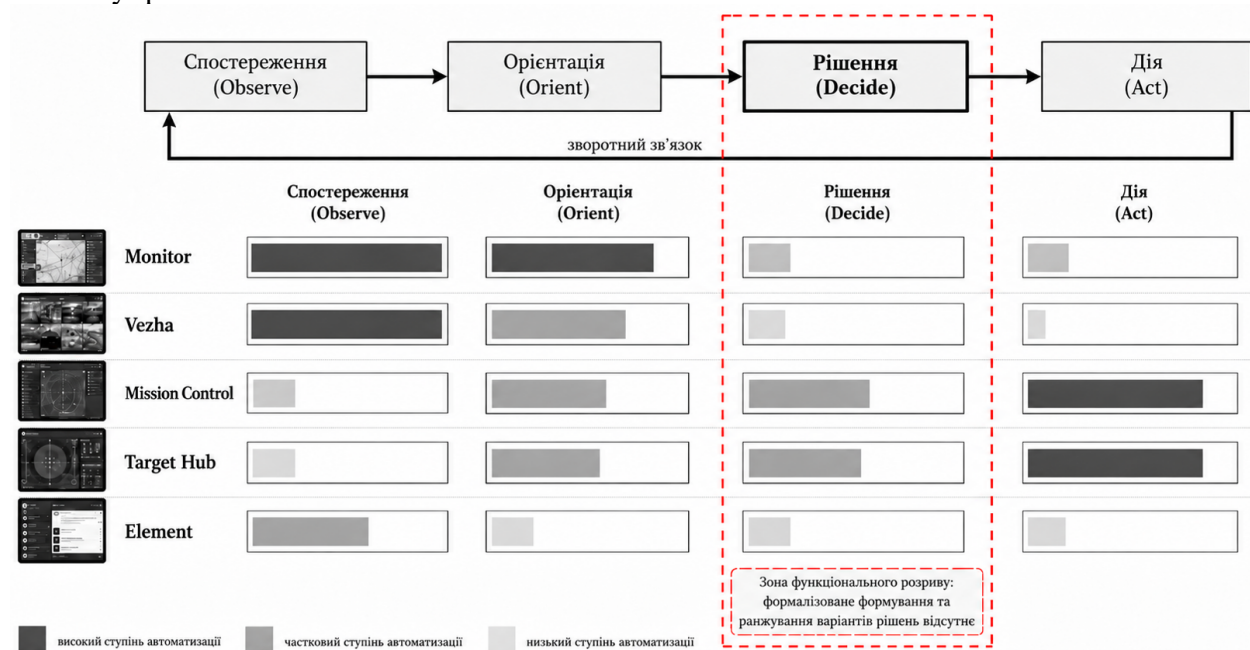


Рис. 2. Відображення функціональних модулів DELTA на фази циклу управління OODA

Із рисунку 2 видно, що фази спостереження та орієнтації мають високий ступінь автоматизації: модулі Monitor і Vezha забезпечують збір, інтеграцію та візуалізацію даних практично у масштабі реального часу. Фаза дії підтримується модулями Mission Control і Target Hub у частині доведення завдань та контролю їх виконання. Натомість фаза рішення для всіх модулів характеризується низьким або частковим ступенем автоматизації: система надає командирів дані для рішення та інструменти для доведення рішення, однак сам процес вироблення рішення залишається повністю покладеним на людину. Зазначена зона позначена на рисунку 2 пунктирним контуром і визначається у статті як зона функціонального розриву.

Слід підкреслити принципову відмінність між ситуаційною обізнаністю та підтримкою прийняття рішень. Згідно з моделлю [1], ситуаційна обізнаність охоплює сприйняття, розуміння та прогнозування обстановки, тобто відповідає фазам спостереження й орієнтації. Підтримка прийняття рішень передбачає додатково генерацію множини допустимих варіантів дій, прогнозування наслідків кожного варіанта, багатокритеріальне оцінювання та ранжування варіантів із поданням командирів обґрунтованих рекомендацій. Система DELTA за своєю назвою та фактичним функціоналом належить до першого класу систем, тоді як завдання другого класу у Силах оборони на сьогодні розв'язуються переважно неавтоматизованим способом.

Для локалізації недоліків у контексті формування управляючих рішень пропонується багаторівнева модель контуру управління, у якій повний цикл «дані – рішення – вплив» декомпозовано на шість рівнів (рис. 3). Рівні 1–3 та рівень 6 реалізовано наявним функціоналом DELTA, тоді як рівні 4 і 5 (зображені пунктиром) у контурі системи відсутні.

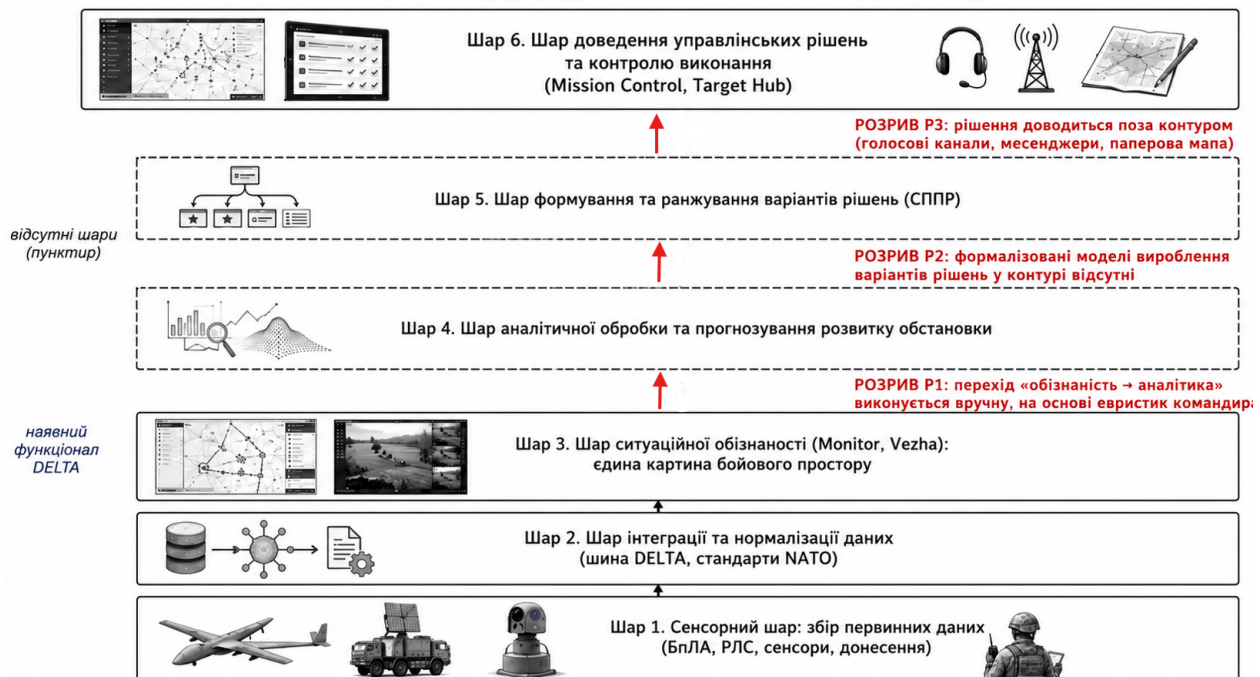


Рис. 3. Багаторівнева модель контуру управління та локалізація розривів у системі DELTA

Перший розрив P1 локалізовано на переході від рівня ситуаційної обізнаності до рівня аналітичної обробки. Система накопичує великі обсяги верифікованих об'єктів, відеопотоків та донесень, однак автоматизоване виявлення закономірностей, агрегування обстановки за напрямками, прогнозування дій противника та оцінювання загроз виконуються офіцерами штабів вручну, на основі особистого досвіду та евристик. За умов, коли добова інтенсивність лише відеопотоків сягає 10 тисяч стрімів [9], людська спроможність опрацювання даних стає вузьким місцем усього контуру: значна частина потенційно корисної інформації залишається неопрацьованою або опрацьовується із запізненням.

Другий розрив P2 локалізовано на рівні формування варіантів рішень. У контурі системи відсутні формалізовані моделі генерації допустимих варіантів дій, імітаційного прогнозування їх наслідків, багатокритеріального оцінювання за показниками ефективності, ризику та ресурсних витрат, а також механізми ранжування варіантів для подання командирів. Командир, отримавши якісну картину обстановки, змушений подумки виконувати весь обсяг зазначеної аналітичної роботи, що збільшує тривалість фази рішення та підвищує залежність якості рішення від індивідуальної підготовленості

конкретної посадової особи. Особливо гостро зазначений розрив проявляється на стиках рівнів управління: вимоги до рішення взводного, батальйонного та бригадного рівнів суттєво різняться за горизонтом планування, складом сил і засобів та припустимим часом реакції, однак система не диференціює інформаційну підтримку за рівнями управління.

Третій розрив РЗ локалізовано на переході від рішення до рівня доведення управляючих впливів. За результатами аналізу публікацій [7, 19] встановлено, що значна частина рішень доводиться до виконавців поза захищеним контуром системи – голосовими каналами радіозв'язку та цивільними месенджерами, а на рівні нормативної бази бойовим документом донедавна визнавалася лише паперова робоча карта. Зазначене розриває цифровий ланцюг «дані – рішення – вплив – контроль», унеможливорює автоматизоване відстеження виконання рішень та накопичення верифікованої статистики для подальшого навчання моделей підтримки прийняття рішень.

Окремо слід виділити вертикальний вимір розривів – між рівнями управління. Тактична ланка потребує рекомендацій у масштабі хвилин (реакція на контакт, цілерозподіл, маршрути евакуації), оперативно-тактична – у масштабі годин (маневр резервами, вогневе ураження), оперативна – у масштабі діб (планування операцій). Єдина для всіх рівнів картина обстановки без диференційованих аналітичних надбудов призводить до того, що командир нижчої ланки перевантажується надлишковими даними сусідніх смуг, а командир вищої ланки не отримує агрегованих узагальнень потрібного ступеня згортки. Таким чином, розриви Р1 і Р2 мають місце на кожному рівні управління, однак їхні кількісні характеристики (припустимий час реакції, розмірність простору рішень) суттєво різняться, що необхідно враховувати у постановці задачі синтезу рівня підтримки прийняття рішень.

Кількісне оцінювання масштабу застосування системи DELTA виконано за відкритими даними Міністерства оборони України та профільних видань. Узагальнені статистичні показники наведено у таблиці 2, динаміку кількості користувачів та добові показники інтенсивності застосування – на рис. 4.

Таблиця 2. Статистичні показники функціонування системи DELTA

| Показник                                                                                              | Значення                                                | Станом на / період   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------|
| Кількість зареєстрованих користувачів системи                                                         | понад 200 тис. осіб                                     | грудень 2025 р. [9]  |
| Приріст кількості користувачів за 2025 рік                                                            | близько 100 тис. осіб                                   | 2025 р. [9]          |
| Відеопотоки підсистеми аеророзвідки «Вежа»                                                            | до 10 тис. стрімів на добу                              | грудень 2025 р. [9]  |
| Верифіковані уражені цілі, що фіксуються у системі                                                    | близько 2,5 тис. на добу                                | грудень 2025 р. [9]  |
| Кількість підрозділів – користувачів модуля Mission Control до відкриття загального доступу           | понад 300 підрозділів                                   | січень 2025 р. [14]  |
| Інтенсивність виконання місій у модулі Mission Control                                                | близько 900 місій на добу; понад 200 тис. місій загалом | січень 2025 р. [14]  |
| Орієнтовна вартість знищеної техніки противника, ураження якої скоординовано із застосуванням системи | близько 15 млрд дол. США                                | кінець 2024 р. [15]  |
| Кількість релізів системи з початку повномасштабного вторгнення                                       | понад 30 релізів                                        | грудень 2022 р. [16] |

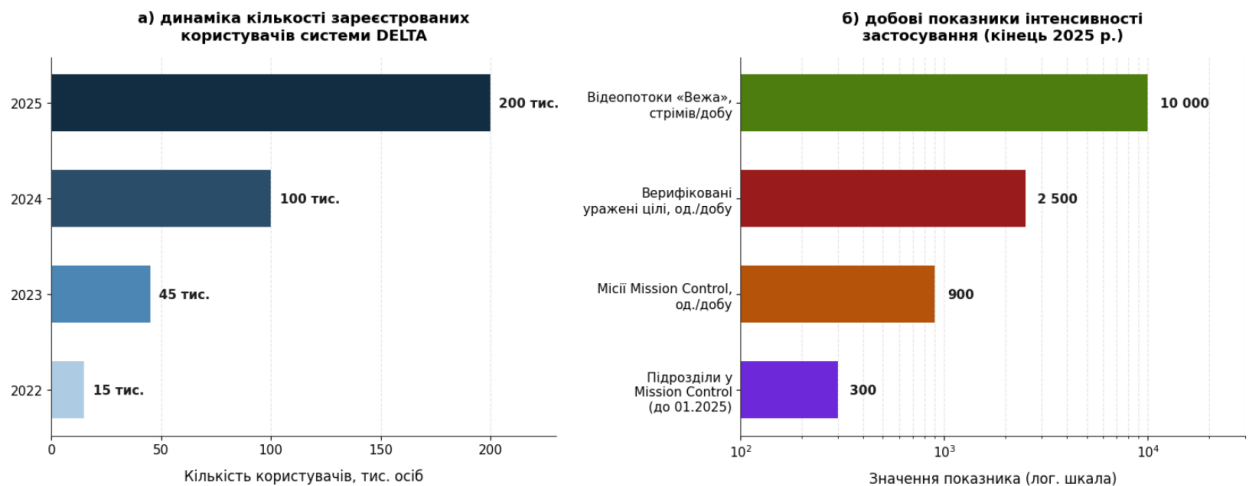


Рис. 4. Статистичні показники системи DELTA:

- а) динаміка кількості користувачів (за 2022–2023 років);  
б) добові показники інтенсивності застосування

Наведені дані показують тенденцію стрімкого зростання масштабу застосування системи DELTA, що виражається у збільшенні кількості користувачів за 2025 рік яка перевищила 200 тисяч осіб, а добова інтенсивність надходження лише відеоданих сягнула 10 тисяч потоків [9]. Водночас саме таке зростання загострює виявлені розриви контуру управління. Якщо умовно прийняти, що верифікації потребує близько 2,5 тисячі цілей щодоби [9], а штатна чисельність аналітичних підрозділів зростає непропорційно повільно, то навантаження на одного оператора невпинно збільшується, і подальше нарощування сенсорного рівня без створення рівнів 4 і 5 (рис. 3) даватиме спадну граничну корисність: додаткові дані не конвертуватимуться у швидші та якісніші рішення.

Показовим є також розподіл тривалості фаз циклу управління, отриманий шляхом узагальнення експертного оцінювання офіцерів органів військового управління та опублікованих описів процесів роботи штабів (рис. 5). За наявного контуру на фазу вироблення та узгодження рішення припадає до 52 % сумарної тривалості циклу, тоді як автоматизовані фази збору даних і формування картини обстановки сумарно займають близько 30 %. Створення рівня інтелектуальної підтримки прийняття рішень, за оцінками, дозволяє скоротити частку фази рішення до 25 % та сумарну тривалість циклу приблизно на 38 %, що еквівалентно суттєвому виграву темпу відносно противника.

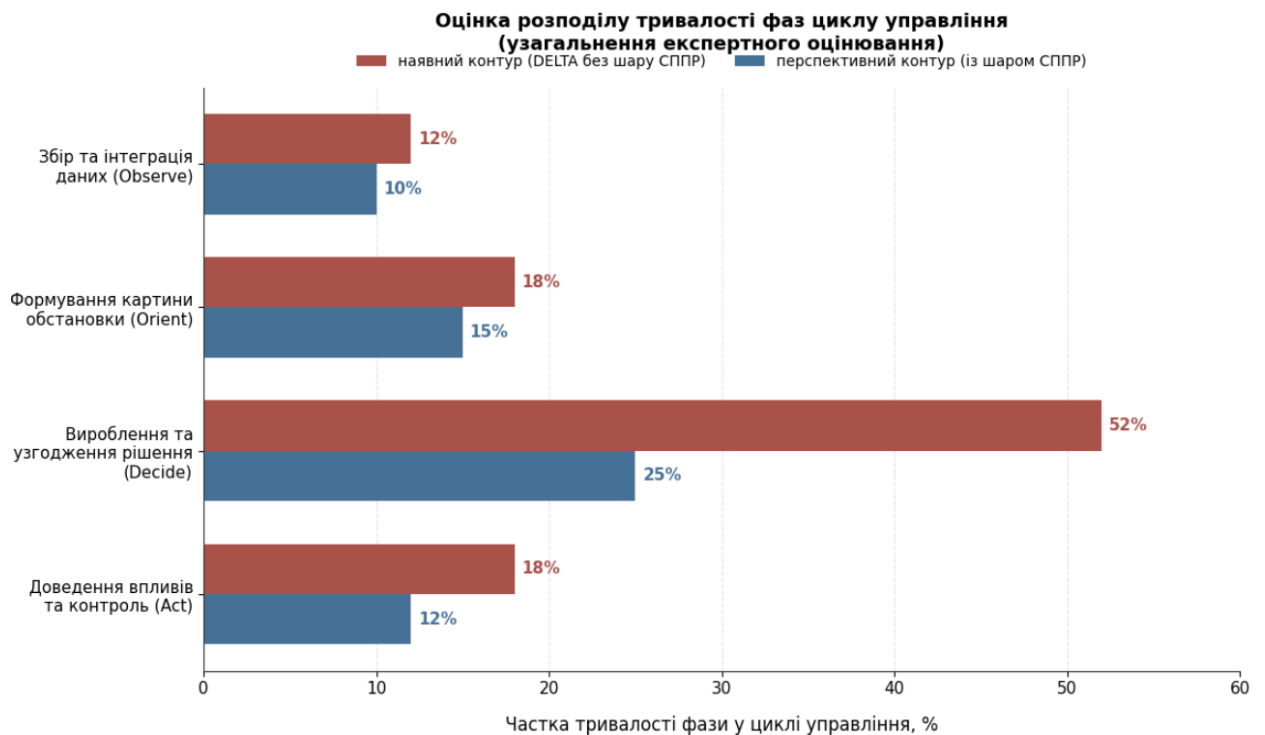


Рис. 5. Оцінка розподілу тривалості фаз циклу управління до та після впровадження рівня підтримки прийняття рішень (узагальнення експертного оцінювання)

За результатами аналізу архітектури, статистичних показників та відкритих публікацій [6, 7, 11, 13, 16, 19] недоліки системи систематизовано за шістьма групами. Результат систематизації наведено у таблиці 3.

Інформаційна група недоліків має кількісне підтвердження: у роботі [13] зазначено, що внесення даних у системи «Кропива» та DELTA відбувається у ручному режимі, що значною мірою нівелює інформаційну перевагу над противником за умов стрімкої зміни обстановки, особливо на тактичному рівні.

Затримка між моментом виявлення об'єкта сенсором та моментом його появи на цифровій мапі складається з часу опрацювання оператором, часу верифікації та часу синхронізації, і за ручного режиму може сягати десятків хвилин, тоді як типовий час перебування мобільної цілі на позиції вимірюється одиницями хвилин.

Таблиця 3. Систематизація недоліків системи DELTA у контексті підтримки прийняття рішень командирами

| Група недоліків | Зміст недоліку                                                                                                                                                                                      | Наслідок для процесу прийняття рішень                                                                                                                      |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Інформаційні    | Ручний режим внесення значної частини даних; затримки оновлення обстановки; інформаційне перевантаження користувача; нерівномірна повнота даних за смугами відповідальності                         | Рішення виробляється за застарілою або неповною картою; зростання часу фази орієнтації; ризик пропуску суттєвих змін обстановки                            |
| Архітектурні    | Відсутність рівнів аналітичної обробки та формування варіантів рішень (розриви P1, P2); відсутність диференціації інформаційної підтримки за рівнями управління; залежність від доступності хмарної | Фаза рішення займає до 52 % циклу управління; якість рішення залежить від індивідуального досвіду командира; деградація сервісу за умов подавлення каналів |

| Група недоліків  | Зміст недоліку                                                                                                                                                                                                                                                | Наслідок для процесу прийняття рішень                                                                                                       |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  | інфраструктури та каналів зв'язку на передовому краї                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                             |
| Нормативні       | Невизначеність статусу електронних бойових документів; вимоги вищих штабів щодо ведення паперової робочої карти паралельно з цифровою; незавершеність регламентації відповідальності за рішення, ухвалені з використанням рекомендацій автоматизованих систем | Дублювання роботи штабів; розрив цифрового ланцюга «рішення – виконання – звітність»; стримування впровадження автоматизованих рекомендацій |
| Інтероперабельні | Неповна сумісність із суміжними комплексами («Кропива», GIS Arta, «Броня», іноземні платформи); фрагментованість програмного ландшафту Сил оборони; дублювання функцій нанесення обстановки                                                                   | Втрати та спотворення даних на стиках систем; повторне ручне перенесення даних; неузгодженість картин обстановки у суміжних підрозділів     |
| Кібер-безпекові  | Постійні спроби противника проникнути до системи (фішингові кампанії, компрометація облікових записів); ризик внесення недостовірних відомостей; необхідність жорсткої верифікації користувачів                                                               | Зниження довіри до даних; додаткові витрати часу на верифікацію; потенційна можливість дезінформування органів управління                   |
| Ергономічні      | Зауваження до продуктивності та зручності окремих модулів (зокрема месенджера Element); недостатнє охоплення користувачів навчанням; розбіжності у практиках застосування між підрозділами                                                                    | Відмова частини користувачів від штатних модулів на користь цивільних застосунків; неоднорідність якості даних, що вносяться                |

Архітектурна група недоліків є центральною з погляду предмету статті. Виявлені розриви Р1–Р3 (рис. 3) мають системний характер: вони не усуваються нарощуванням сенсорного рівня або збільшенням кількості користувачів, оскільки вузьким місцем є саме відсутність рівнів автоматизованої аналітики та формування варіантів рішень. Окремо слід зазначити залежність системи від хмарної інфраструктури: за умов радіоелектронного подавлення каналів супутникового та стільникового зв'язку на передньому краї користувач втрачає доступ до актуальної картини, а механізми автономної роботи з подальшою синхронізацією мають обмежену функціональність.

Нормативна група недоліків підтверджується свідченнями розробників системи [19]: на рівні керівних документів бойовим документом тривалий час визнавалася саме паперова робоча карта, а електронні системи не мали статусу бойового документа, унаслідок чого штаби вимушено вели подвійний облік обстановки. Кібербезпекова група недоліків підтверджується зафіксованими кампаніями противника: у 2022 році CERT-UA попереджав про фішингові розсилки, спрямовані на користувачів DELTA, а у 2023 році Служба безпеки України повідомляла про спробу російських спецслужб проникнути до електронної системи планування операцій [17]. Зазначені інциденти не призвели до компрометації системи, однак засвідчили постійний характер загрози.

### Математична формалізація задачі синтезу рівня підтримки прийняття рішень.

Виявлені розриви P1–P3 обумовлюють необхідність формалізованої постановки задачі синтезу рівня інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень (СППР), що має бути інтегрований до екосистеми DELTA між рівнем ситуаційної обізнаності та рівнем доведення управляючих впливів. Нижче наведено математичну формалізацію постановки задачі.

Тривалість циклу управління подається у формі суми тривалостей чотирьох фаз циклу OODA:

$$T_{\text{ц}} = T_{\text{сп}} + T_{\text{ор}} + T_{\text{рш}} + T_{\text{ді}} \quad (1)$$

де  $T_{\text{сп}}$  – тривалість фази спостереження (збору та інтеграції даних);  $T_{\text{ор}}$  – тривалість фази орієнтації (формування картини обстановки);  $T_{\text{рш}}$  – тривалість фази вироблення рішення;  $T_{\text{ді}}$  – тривалість фази доведення управляючих впливів та контролю виконання.

Тривалість фази вироблення рішення, що за оцінками займає до 52 % сумарної тривалості циклу (рис. 5), декомпозиється на складові:

$$T_{\text{рш}} = T_{\text{ан}} + T_{\text{ген}} + T_{\text{оц}} + T_{\text{узг}} \quad (2)$$

де  $T_{\text{ан}}$  – час аналітичного опрацювання картини обстановки;  $T_{\text{ген}}$  – час генерації допустимих варіантів дій;  $T_{\text{оц}}$  – час оцінювання та порівняння варіантів;  $T_{\text{узг}}$  – час узгодження та оформлення рішення. Розриви P1 і P2 локалізуються саме у складових  $T_{\text{ан}}$ ,  $T_{\text{ген}}$  та  $T_{\text{оц}}$ , які за наявного контуру виконуються неавтоматизованим способом.

#### Дано.

1. Потік повідомлень від сенсорного рівня системи у формі множини:

$$X(t) = \{x_1(t), x_2(t), \dots, x_N(t)\} \quad (3)$$

де  $x_i(t)$  – повідомлення  $i$ -го джерела (об'єкт на мапі, відеопотік, донесення) у момент часу  $t$ ;  $N$  – загальна кількість джерел даних, інтегрованих до системи.

2. Функція старіння даних, що описує зниження актуальності повідомлення з плином часу:

$$A_i(t) = \exp\left(-\frac{t - t_i^{\text{над}}}{\tau_a}\right) \quad (4)$$

де  $t_i^{\text{над}}$  – момент надходження повідомлення;  $\tau_a$  – стала часу старіння, що визначається динамікою об'єкта (для мобільних цілей  $\tau_a$  вимірюється одиницями хвилин).

3. Інтегральна достовірність картини обстановки, сформованої за сукупністю джерел:

$$P_{\text{інт}}(t) = 1 - \prod_{i=1}^N (1 - p_i \cdot A_i(t)) \quad (5)$$

де  $p_i$  – апіорна достовірність  $i$ -го джерела з урахуванням процедур верифікації.

4. Множина рівнів управління  $L = \{l_1, l_2, l_3\}$ , де  $l_1$  – тактичний рівень (припустимий час реакції – одиниці хвилин),  $l_2$  – оперативно-тактичний рівень (десятки хвилин, години),  $l_3$  – оперативний рівень (години – доби); база знань  $K$  типових тактичних ситуацій, способів дій та нормативів.

#### Необхідно знайти.

Оператор рівня підтримки прийняття рішень  $F$ , що відображає поточну картину обстановки у множину ранжованих варіантів рішень:

$$R = F(X(t), C(t), l, K) \quad (6)$$

де  $R = \{r^1, r^2, \dots, r^m\}$  – упорядкована за інтегральним показником якості множина варіантів рішень;  $C(t)$  – вектор наявних сил, засобів і ресурсів;  $l \in L$  – рівень управління, для якого формуються рекомендації. Термінальне право вибору та відповідальність за рішення залишаються за командиром, оператор  $F$  виконує допоміжну функцію.

#### Цільова функція:

$$J(F) = w_1 \cdot \frac{T_{\text{рш}}(F)}{T_{\text{рш}}^{(0)}} + w_2 \cdot (1 - P_{\text{пр}}(F)) + w_3 \cdot \rho_{\text{обч}}(F) \rightarrow \min \quad (7)$$

де  $T_{\text{рш}}(F)$  – тривалість фази вироблення рішення із застосуванням оператора  $F$ ;  $T_{\text{рш}}^{(0)}$  – тривалість тієї самої фази за наявного (неавтоматизованого) контуру;  $P_{\text{пр}}(F)$  – імовірність

вибору командиром варіанта, що належить до підмножини раціональних рішень;  $\rho_{обч}(F)$  – нормований показник обчислювальних витрат;  $w_1, w_2, w_3$  – вагові коефіцієнти, що визначаються рівнем управління 1.

#### **Обмеження.**

Пошук оператора  $F$  здійснюється на просторі допустимих рішень  $\Omega$ , який визначається системою обмежень. Сумарна тривалість циклу управління не має перевищувати припустимого для відповідного рівня управління значення:

$$T_{ц}(F) \leq T_{доп}(l) \quad (8)$$

Імовірність вибору раціонального рішення має бути не нижчою за потрібний рівень:

$$P_{пр}(F) \geq P_{потр} \quad (9)$$

Затримка оновлення даних, зумовлена зокрема ручним режимом внесення, має задовольняти умові актуальності:

$$\Delta t_{онов} = t_{внес} - t_{под} \leq \tau_{доп} \quad (10)$$

де  $t_{под}$  – момент події;  $t_{внес}$  – момент відображення події у системі;  $\tau_{доп}$  – припустима затримка для відповідного класу об'єктів. Коефіцієнт інформаційного навантаження контуру опрацювання даних не має перевищувати одиниці:

$$K_{нав}(t) = \frac{V_{вх}(t)}{V_{опр}(t)} \leq 1 \quad (11)$$

де  $V_{вх}(t)$  – інтенсивність надходження даних;  $V_{опр}(t)$  – сумарна спроможність опрацювання даних людино-машинним контуром. За наведеними статистичними показниками умова (11) на тактичному рівні систематично порушується, що і є кількісним проявом розриву  $P1$ .

#### **Допущення.**

Перше допущення стосується сенсорного рівня та полягає у тому, що сукупність джерел даних забезпечує спостережуваність суттєвих об'єктів бойового простору, тобто задача синтезу рівня СППР розв'язується за умови достатньої повноти вхідних даних, а підвищення повноти сенсорного покриття становить окрему задачу.

Друге допущення стосується каналів зв'язку та полягає у тому, що захищений канал доступу користувача до хмарної інфраструктури системи є доступним протягом часу, потрібного для отримання рекомендацій; сценарії повної ізоляції користувача розглядаються окремо у рамках задачі автономної роботи.

Третє допущення стосується ролі людини та полягає у тому, що оператор  $F$  формує рекомендації, а не замінює командира: модель «людина у контурі» зберігається на всіх рівнях управління, що відповідає чинним поглядам на застосування автоматизованих систем у Силах оборони.

**Концептуальні варіанти вирішення задачі.** Аналіз існуючого науково-методичного апарату дозволяє виділити три концептуальні варіанти реалізації оператора  $F$ .

Перший варіант продукційно-онтологічний який може бути побудований на основі бази знань типових тактичних ситуацій та продукційних правил вироблення рекомендацій, зокрема із застосуванням апарату нечіткої логіки для оцінювання важливості цілей та ранжування варіантів [18]. Зазначений підхід забезпечує інтерпретованість рекомендацій та узгодженість із керівними документами, однак потребує трудомісткого формування бази знань та обмежено пристосовується до нетипових ситуацій.

Другий варіант – нейромережевий він передбачає застосування алгоритмів екстремального машинного навчання класу ELM та їх послідовних модифікацій для прогнозування розвитку обстановки і станів об'єктів управління у масштабі часу, близькому до реального [4, 20]. Підхід характеризується малим часом навчання та придатністю до роботи у нестаціонарних умовах, що підтверджено результатами досліджень з управління комунікаційними мережами спеціального призначення, однак потребує накопичення репрезентативних навчальних вибірок із верифікованих даних системи.

Третій варіант гібридний та передбачає композицію спеціалізованих експертів (продукційних, нейромережових, імітаційних) із керуючою селекцією експерта залежно від поточних умов обстановки та рівня управління. Зазначений підхід поєднує переваги перших двох варіантів та видається доцільним з огляду на суттєву неоднорідність умов застосування системи за рівнями управління, видами дій та ступенем повноти даних. Порівняльне дослідження ефективності наведених варіантів за цільовою функцією (7) із застосуванням накопичених у системі верифікованих даних визначено напрямком подальших досліджень.

### **Висновки та перспективи подальшого дослідження.**

У статті виконано системний аналіз недоліків національної військової системи ситуаційної обізнаності DELTA у контексті підтримки прийняття рішень командирами тактичної та оперативної ланок управління. Розглянуто узагальнену архітектуру екосистеми, функціональне призначення ключових складових (Monitor, Vezha, Mission Control, Target Hub, Element, UA Drone ID) та статистичні показники функціонування за відкритими даними.

Запропоновано багаторівневу модель контуру управління, яка, на відміну від існуючих, дозволяє: по-перше, локалізувати функціональні розриви контуру «дані – рішення – вплив» за рівнями архітектури (розрив P1 між рівнем ситуаційної обізнаності та рівнем аналітичної обробки; розрив P2 на рівні формування варіантів рішень; розрив P3 на переході до рівня доведення управляючих впливів); по-друге, систематизувати недоліки системи за шістьма групами: інформаційні, архітектурні, нормативні, інтегровані, кібербезпекові та ергономічні із визначенням наслідків кожної групи для процесу прийняття рішень; по-третє, сформулювати математичну постановку задачі синтезу рівня інтелектуальної підтримки прийняття рішень із визначенням вихідних даних, цільової функції, обмежень та допущень.

Встановлено, що фази спостереження та орієнтації циклу управління OODA автоматизовано засобами системи на високому рівні, тоді як фаза вироблення рішення підтримується лише опосередковано та займає, за узагальненням експертного оцінювання, до 52 % сумарної тривалості циклу управління. Кількісним проявом виявлених розривів є систематичне порушення умови збалансованості інформаційного навантаження (11): добова інтенсивність лише відеопотоків сягає 10 тисяч стрімів за обмеженої спроможності їх опрацювання штатними аналітичними підрозділами.

Визначено три концептуальні варіанти реалізації рівня підтримки прийняття рішень: продукційно-онтологічний, нейромережовий на основі алгоритмів класу ELM та гібридний із керуючою селекцією експертів.

Напрямок подальших досліджень є порівняльне оцінювання ефективності зазначених варіантів за запропонованою цільовою функцією на верифікованих даних системи, а також розроблення методики диференціації інформаційної підтримки рішень за рівнями управління.

### **Список бібліографічного опису**

1. Endsley M. R. Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems. Human Factors. 1995. Vol. 37, № 1. P. 32–64.
2. Boyd J. R. A Discourse on Winning and Losing / ed. G. T. Hammond. Maxwell AFB : Air University Press, 2018. 400 p.
3. Alberts D. S., Garstka J. J., Stein F. P. Network Centric Warfare: Developing and Leveraging Information Superiority. 2nd ed. Washington : CCRP, 1999. 284 p.
4. Романюк В. А., Степаненко Є. О. Модель прийняття рішень по управлінню повітряною мережею. Збірник наукових праць ВІТІ. 2019. № 3. С. 84–95.
5. Bieliakov R. Проблема інтеграції повітряної мережі класу FANET в мобільну комунікаційну мережу спеціального призначення. Computer-integrated technologies: education, science, production. 2023. № 53. С. 263–276. URL: <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2023-53-40> (дата звернення: 10.06.2026).

6. Twitter для ЗСУ: військовий софт Delta допомагав у всіх великих операціях – від потоплення «москви» до звільнення Зміїного. *Forbes Ukraine*. 07.12.2022. URL: <https://forbes.ua/innovations/twitter-dlya-zsu-viyskoviy-soft-delta-dopomagav-u-vsikh-velikikh-operatsiyakh-vid-potoplennya-moskvi-do-zvylnennya-zmiinogo-chomu-z-nim-zsu-voyuyut-shvidshe-07122022-10318> (дата звернення: 10.06.2026).
7. «Ми почали будувати захищену екосистему для всіх військових застосунків». Архітектор DELTA – про розвиток системи. *DOU*. 11.07.2024. URL: <https://dou.ua/lenta/interviews/delta-challenges-and-plans/> (дата звернення: 10.06.2026).
8. Roy Y., Mazur N., Riabchun O. Strategy of determination of the hypothetic direction of increasing the risk of inflammation of the infrastructure safety. *Cybersecurity: education, science, technique*. 2019. № 3. P. 97–103. URL: <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2019.3.97103> (дата звернення: 10.06.2026).
9. В системі Delta понад 200 тис. користувачів, в планах на 2026 р. – інтеграція III. *Інтерфакс-Україна*. 08.12.2025. URL: <https://interfax.com.ua/news/general/1126773.html> (дата звернення: 10.06.2026).
10. Міночкін А. І., Романюк В. А. Управління топологією мобільної радіомережі. *Зв'язок*. 2003. № 2. С. 28–33.
11. IT-хаос на службі ЗСУ: сотні тисяч військових користуються різним софтом, який розробили волонтери. *Forbes Ukraine*. 14.11.2022. URL: <https://forbes.ua/innovations/it-khaos-na-sluzhbi-zsu-sotni-tisyach-viyskovikh-koristuyutsya-riznim-softom-yakiy-rozrobili-volonteri-chi-nebezpechna-taka-detsentralizatsiya-14112022-9700> (дата звернення: 10.06.2026).
12. У бойовій системі DELTA інтегровано новий модуль Target Hub для планування й керування вогневою роботою підрозділів. Міністерство оборони України. 12.02.2025. URL: <https://mod.gov.ua/en/news/kateryna-chernehorenko-delta-has-introduced-a-module-that-facilitates-the-coordination-of-fire-missions-for-military-units> (дата звернення: 10.06.2026).
13. Автоматизована система забезпечення ситуаційної обізнаності на основі даних безпілотних авіаційних комплексів. Міжнародний науково-технічний журнал «Проблеми керування та інформатики». 2025. № 1. URL: <https://jais.net.ua/index.php/files/article/download/435/503> (дата звернення: 10.06.2026).
14. Модуль Mission Control став доступний для всіх користувачів бойової системи DELTA. Міністерство оборони України. 27.01.2025. URL: <https://mod.gov.ua/en/news/kateryna-chernehorenko-the-mission-control-module-is-now-accessible-to-all-delta-users> (дата звернення: 10.06.2026).
15. Платформу відеоаналізу поля бою Vezha інтегрували в систему DELTA. *Forbes Ukraine*. 14.10.2024. URL: <https://forbes.ua/news/platformu-videoanalizu-polya-boyu-vezha-integruvali-v-sistemu-delta-tse-mae-pokrashchiti-vzaemodiyu-ekipazhiv-droniv-14102024-24160> (дата звернення: 10.06.2026).
16. Delta допомагає ЗСУ приймати швидкі й своєчасні рішення. URL: <https://texty.org.ua/fragments/108440/yak-viyskoviy-soft-delta-dopomahaye-zsu-priymaty-shvydky-j-svoechasni-rishennya/> (дата звернення: 10.06.2026).
17. Військова платформа Delta: що відомо про систему управління ЗСУ. Слово і Діло. 09.08.2023. URL: <https://www.slovoidilo.ua/2023/08/09/infografika/bezpeka/viyskova-platforma-delta-vidomo-pro-systemu-upravlinnya-zsu> (дата звернення: 10.06.2026).
18. Волков А. Ф., Стадніченко В. Г., Ярошук Р. В., Ясинський О. М., Слободенюк Ю. В. Розробка моделі визначення важливості повітряних цілей на основі нечіткої логіки. Системи озброєння і військова техніка. 2024. № 4 (80). URL: <https://doi.org/10.30748/soivt.2024.80.05> (дата звернення: 10.06.2026).
19. Як влаштоване ПЗ «Дельта» і чому офлайн-підхід в армії не працює – інтерв'ю з керівником IT-напрямку «Аеророзвідки». *DOU*. 14.06.2023. URL: <https://dou.ua/lenta/interviews/delta-and-it-in-the-army/> (дата звернення: 10.06.2026).
20. Romaniuk V. A., Bieliakov R. O. Objective control functions of FANET communication nodes of land-air network. *Computer-integrated technologies: education, science, production*. 2023. № 50. P. 125–130. URL: <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2023-50-19> (дата звернення: 10.06.2026).

#### References

1. Endsley M. R. Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems. *Human Factors*. 1995. Vol. 37, No. 1. P. 32–64.
2. Boyd J. R. *A Discourse on Winning and Losing* / ed. by G. T. Hammond. Maxwell AFB: Air University Press, 2018. 400 p.
3. Albers D. S., Garstka J. J., Stein F. P. *Network Centric Warfare: Developing and Leveraging Information Superiority*. 2nd ed. Washington: CCRP, 1999. 284 p.
4. Romaniuk V. A., Stepanenko Ye. O. A Decision-Making Model for Air Network Management. *Collection of Scientific Papers of the Military Institute of Telecommunications and Information Technologies*. 2019. No. 3. P. 84–95.
5. Bieliakov R. The Problem of Integrating a FANET-Class Airborne Network into a Special-Purpose Mobile Communication Network. *Computer-Integrated Technologies: Education, Science, Production*. 2023. No. 53. P. 263–276. URL: <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2023-53-40> (accessed: 10 June 2026).
6. Twitter for the Armed Forces of Ukraine: DELTA Military Software Supported All Major Operations – from the Sinking of the Moskva Cruiser to the Liberation of Snake Island. *Forbes Ukraine*. 7 December 2022. URL: <https://forbes.ua/innovations/twitter-dlya-zsu-viyskoviy-soft-delta-dopomagav-u-vsikh-velikikh-operatsiyakh-vid-potoplennya-moskvi-do-zvylnennya-zmiinogo-chomu-z-nim-zsu-voyuyut-shvidshe-07122022-10318> (accessed: 10 June 2026).
7. “We Began Building a Secure Ecosystem for All Military Applications.” DELTA Architect on the System’s Development. *DOU*. 11 July 2024. URL: <https://dou.ua/lenta/interviews/delta-challenges-and-plans/> (accessed: 10 June 2026).
8. Roy Y., Mazur N., Riabchun O. Strategy of Determination of the Hypothetic Direction of Increasing the Risk of Inflammation of the Infrastructure Safety. *Cybersecurity: Education, Science, Technique*. 2019. No. 3. P. 97–103. URL: <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2019.3.97103> (accessed: 10 June 2026).

9. The DELTA System Has More than 200,000 Users; AI Integration Is Planned for 2026. *Interfax-Ukraine*. 8 December 2025. URL: <https://interfax.com.ua/news/general/1126773.html> (accessed: 10 June 2026).
10. Minochkin A. I., Romaniuk V. A. Mobile Radio Network Topology Management. *Communication*. 2003. No. 2. P. 28–33.
11. IT Chaos in the Service of the Armed Forces of Ukraine: Hundreds of Thousands of Military Personnel Use Different Software Developed by Volunteers. *Forbes Ukraine*. 14 November 2022. URL: <https://forbes.ua/innovations/it-khaos-na-sluzhbi-zsu-sotni-tisyach-viyskovikh-koristuyutsya-riznim-softom-yakiy-rozrobili-volontieri-chi-nebezpechna-taka-detsentralizatsiya-14112022-9700> (accessed: 10 June 2026).
12. A New Target Hub Module for Planning and Managing Fire Missions Has Been Integrated into the DELTA Combat System. *Ministry of Defence of Ukraine*. 12 February 2025. URL: <https://mod.gov.ua/en/news/kateryna-chernohorenko-delta-has-introduced-a-module-that-facilitates-the-coordination-of-fire-missions-for-military-units> (accessed: 10 June 2026).
13. An Automated Situational Awareness System Based on Data from Unmanned Aerial Systems. *International Scientific and Technical Journal "Problems of Control and Informatics"*. 2025. No. 1. URL: <https://jais.net.ua/index.php/files/article/download/435/503> (accessed: 10 June 2026).
14. The Mission Control Module Became Available to All Users of the DELTA Combat System. *Ministry of Defence of Ukraine*. 27 January 2025. URL: <https://mod.gov.ua/en/news/kateryna-chernohorenko-the-mission-control-module-is-now-accessible-to-all-delta-users> (accessed: 10 June 2026).
15. The Vezha Battlefield Video Analytics Platform Was Integrated into the DELTA System. *Forbes Ukraine*. 14 October 2024. URL: <https://forbes.ua/news/platformu-videoanalizu-polya-boyu-vezha-integruvali-v-sistemu-delta-tse-mae-pokrashchiti-vaemodiyu-ekipazhiv-droniv-14102024-24160> (accessed: 10 June 2026).
16. DELTA Helps the Armed Forces of Ukraine Make Rapid and Timely Decisions. URL: <https://texty.org.ua/fragments/108440/vak-viyskovyj-soft-delta-dopomahaye-zsu-pryjmaty-shvydki-i-svozechasni-rishennya/> (accessed: 10 June 2026).
17. DELTA Military Platform: What Is Known about the Command-and-Control System of the Armed Forces of Ukraine. *Slovo i Dilo*. 9 August 2023. URL: <https://www.slovoidilo.ua/2023/08/09/infografika/bezpeka/vijskova-platforma-delta-vidomo-pro-sistemu-upravlinnya-zsu> (accessed: 10 June 2026).
18. Volkov A. F., Stadnichenko V. H., Yaroshchuk R. V., Yasynskiy O. M., Slobodeniuk Yu. V. Development of a Model for Determining the Importance of Air Targets Based on Fuzzy Logic. *Weapons Systems and Military Equipment*. 2024. No. 4 (80). URL: <https://doi.org/10.30748/soivt.2024.80.05> (accessed: 10 June 2026).
19. How DELTA Software Is Organised and Why the Offline Approach Does Not Work in the Armed Forces – An Interview with the Head of Aerorozvidka's IT Department. *DOU*. 14 June 2023. URL: <https://dou.ua/lenta/interviews/delta-and-it-in-the-army/> (accessed: 10 June 2026).
20. Romaniuk V. A., Bieliakov R. O. Objective Control Functions of FANET Communication Nodes of a Land-Air Network. *Computer-Integrated Technologies: Education, Science, Production*. 2023. No. 50. P. 125–130. URL: <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2023-50-19> (accessed: 10 June 2026).

Історія статті:

Отримано: 12.06.2026 Доопрацьовано: 22.09.2026 Прийнято до друку: 23.09.2026 Опубліковано: 29.09.2026