

Михайло Юрійович Ракушев (доктор технічних наук, старший науковий співробітник)¹
Віталій Володимирович Зуйко (кандидат військових наук, доцент)¹
*Роман Валерійович Пантюшенко*²

¹ Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

² Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, Київ, Україна

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ “ТЕРМІНАЛ” В ІНТЕРЕСАХ СИЛ ОБОРОНИ КИЄВА

У статті проведено аналіз використання інформаційно-телекомунікаційної системи “Термінал” для збору, обробки, обміну та відображення розвідувальної інформації в інтересах сил оборони Києва. Розглянуто фазу активних бойових дій при обороні Києва у березні 2022 року. Показано, що основною частиною розвідувальної інформації яка оброблялась через “Термінал” була інформація повітряної розвідки, що отримувалася безпілотними літальними апаратами. Розкриті основні підходи з побудови інформаційно-телекомунікаційної системи “Термінал” розробки вітчизняної компанії “Товариство з обмеженою відповідальністю “УкрСпецСистемс”. Проведено огляд основних можливостей комп’ютерної програми “Термінал”, вимог до програмно-апаратних засобів для робочих місць користувачів та серверу, описані прийняті рішення з побудови архітектури мережі, використання технології VPN тунелів та наведено практичний досвід використання інтернету із використанням терміналів “Starlink” для організації мережі. Наводяться кількісні показники виконання завдань обробки розвідувальної інформації з використанням інформаційно-телекомунікаційної системи “Термінал”. За результатами аналізу досвіду виконання завдань збору, обробки, обміну та відображення розвідувальної інформації через інформаційно-телекомунікаційну систему “Термінал”, визначені пропозиції з доопрацювання комп’ютерної програми “Термінал” в частині супроводження розробником.

Ключові слова: інформаційно-телекомунікаційна система, матеріали повітряної розвідки, безпілотний літальний апарат, геоінформаційна система.

Вступ

Постановка проблеми. З початком широкомасштабної збройної агресії російської федерації проти України 24 лютого 2022 року, столиця України місто Київ, став однією з головних цілей російських окупаційних військ (РОВ). Проведення наступальної операції на Київ, РОВ почали з північно-західного напрямку через Чорнобильську зону відчуження з Білорусі. У подальшому РОВ нарощували зусилля з північно-східного напрямку через Чернігівську та Сумську області. Активна фаза операції з оборони Києва тривала трохи більше місяця. 2 квітня Міністерство оборони України повідомило про звільнення Київської області від російських окупантів. За різними оцінками, у наступальній операції на Київ угруповання РОВ складало до 30 тис. особового складу.

Однією з ознак ведення бойових дій при обороні Києва, було активне використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для проведення повітряної розвідки, корегування вогню артилерії, нанесення вогневого ураження противнику (використання ударних БПЛА). При цьому, до забезпечення угруповання сил оборони Києва було

залучено значна кількість “нештатних” (комерційних, волонтерських) БПЛА. Наприклад, у підрозділах ТрО переважна кількість БПЛА була мультироторного типу (всі “штатні” БПЛА літакового типу), цьому сприяло і те, що екіпажі у переважній більшості склалися з пілотів які до мобілізації мали досвід експлуатації БПЛА мультироторного типу.

В зазначених умовах, одним з центральних питань щодо ефективного використання матеріалів повітряної зйомки БПЛА стало збір, обробка, обмін та відображення зазначеної розвідувальної інформації в інтересах органів військового управління та військових частин (підрозділів). Однак, організувати збір, обробку, обмін та відображення отриманої інформації від БПЛА, штатними програмно-технічними засобами, через їх банальну відсутність, виявилось неможливо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для ефективного використання матеріалів повітряної зйомки БПЛА, в інтересах органів військового управління та військових частин (підрозділів), виходячи з наявних вітчизняних напрацювань та комерційних (волонтерських) пропозицій в інтересах сил оборони Києва, було розгорнуто:

інформаційно-телекомунікаційна система “Термінал” (ІТС “Термінал”) розробки компанії ТОВ “УкрСпецСистемс” [1] Правовим підґрунтям для чого стало рішення Головнокомандувача Збройних Сил України щодо передачі, обліку та порядку технічної підтримки Комп’ютерної програми “Термінал” від 12.03.2022 № 5516/С;

система ситуаційної обізнаності “Дельта” розробки Центру інновацій та розвитку оборонних технологій Міністерства оборони України [2].

Наведені системи “Термінал” та “Дельта” мають різний функціонал. Так, “Дельта” заявлена розробником як система ситуаційної обізнаності, але, з деяким узагальненням вона може бути віднесена до АСУ військами. “Термінал” – має інструменти для роботи дешифрувальника видової інформації БпЛА. Однак, обидві системи реалізують збір, обробку, обмін та відображення видової інформації БпЛА.

Одночасне (паралельне, конкурентне) використання систем “Термінал” та “Дельта”, було обумовлено причинами:

відсутністю розгорнутих штатних систем (програмно-технічних засобів) для обробки інформації від БпЛА;

стислі строки на розгортання систем при стрімкому наступі РОВ на Київ;

навною у значних обсягах волонтерською допомогою (як фінансового ресурсу, так і фахівців волонтерів для виконання спеціальних робіт).

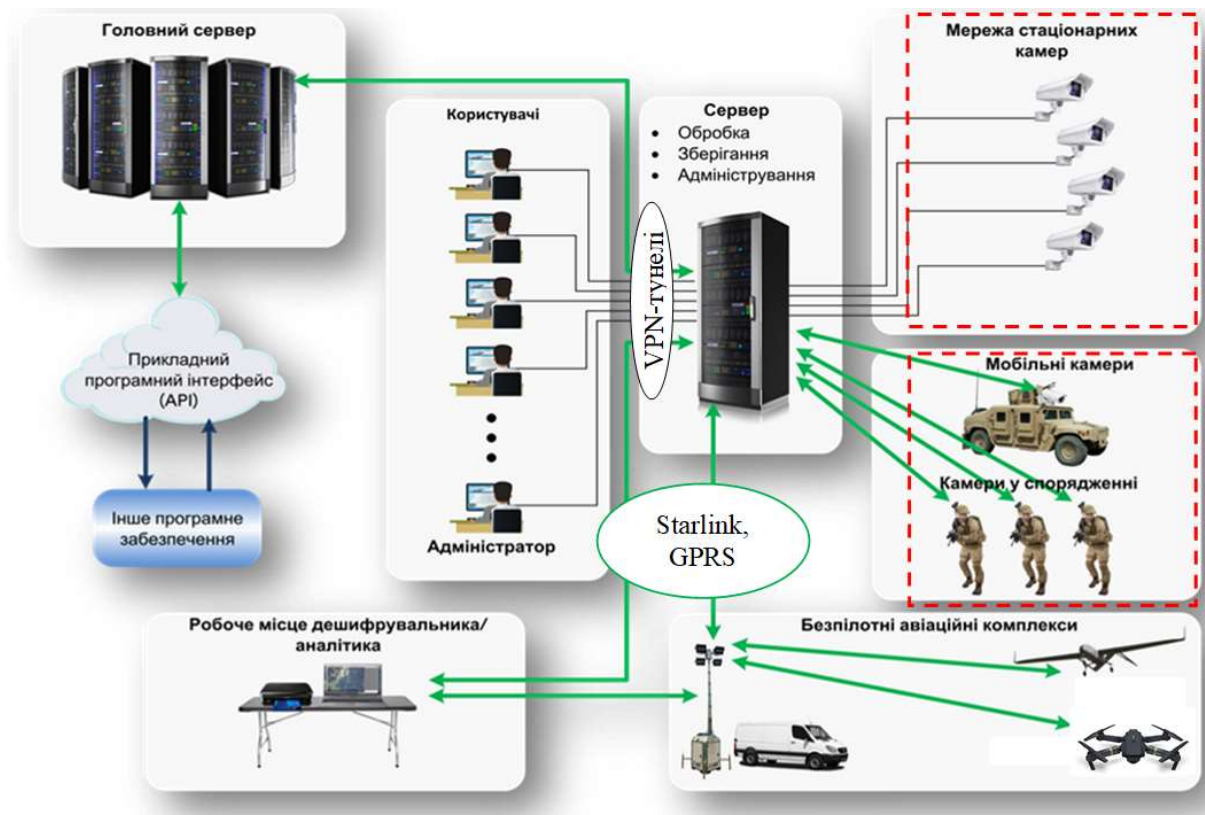
В Збройних Силах України є досвід використання “Дельти” і до початку широкомасштабної збройної агресії російської федерації проти України 24 лютого 2022 року.

Опис основних функціональних можливостей “Дельти” наведено у [2]. Натомість ІТС “Термінал” виявилась новою розробкою та, відповідно, інформаційних джерел, що розкривають її можливості немає.

Мета статті. Таким чином, метою статті є аналіз використання інформаційно-телекомунікаційної системи “Термінал” для збору, обробки, обміну та відображення розвідувальної інформації БпЛА в інтересах сил оборони Києва та визначення пропозицій щодо подальшого використання ІТС “Термінал” у військах (силах).

Виклад основного матеріалу дослідження

Стислі терміни готовності та обставини щодо максимального використання наявних ресурсів комерційних (волонтерських) організацій при розгортанні ІТС “Термінал” для збору, обробки, обміну та відображення розвідувальної інформації БпЛА в інтересах сил оборони Києва визначали декілька ключових особливостей цієї системи. Для їх висвітлення, розглянемо функціональну структуру ІТС “Термінал”, що була розгорнута у березні 2022 року в інтересах сил оборони Києва (рис. 1).



Пунктиром виділені джерела, що можливо використовувати для отримання інформації.

Рис. 1. Інформаційно-телекомунікаційна система “Термінал”

Слід наголосити, що в ІТС “Термінал” не циркулює інформація з обмеженим доступом, хоча в ній реалізовані програмно-технічні рішення, що виключають неавторизований доступ користувачів у систему та її захист від втручання із зовні.

ІТС “Термінал” це система в якій реалізовані багато сучасних технологічних та програмно-технічних рішень [3, 4].

ІТС “Термінал” має наступні складові (рис. 1): спеціалізоване програмне забезпечення – комп’ютерна програма “Термінал”; сервер, робочі місця користувачів; канали зв’язку.

Комп’ютерна програма (КП) “Термінал” це КП з веб-серверною архітектурою, що має 5 режимів

роботи, кожен з яких призначений для виконання певних завдань та має свій функціонал та набір інструментів:

1. Режим “Адміністратор” - налаштування програми, керування її роботою, створення нових користувачів, керування дозволами та безпекою системи. У системі є один профіль адміністратора, який створюється на етапі розробки системи, логін та пароль адміністратора постачається разом із системою.

2. Режим “Штабний” - аналіз отриманої інформації, перегляд мапи з об’єктами доданими іншими користувачами, формування звітів, внесення об’єктів на мапу (рис. 2).

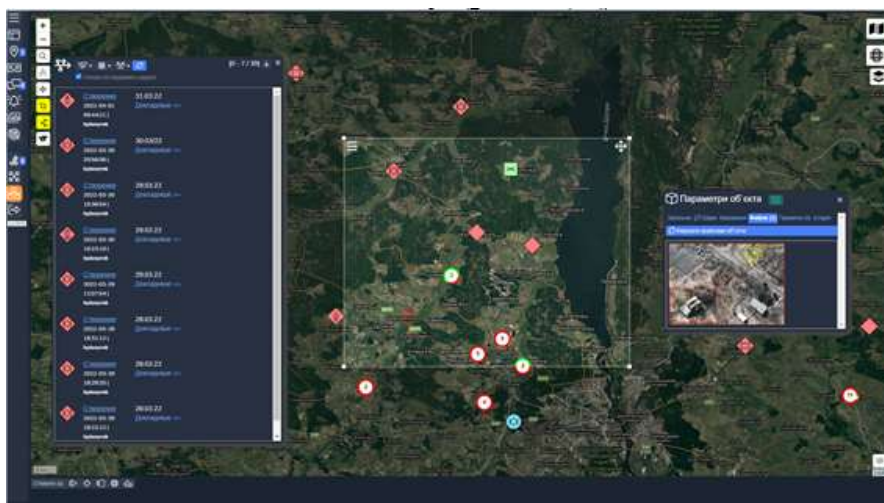


Рис. 2. Режим “Штабний” КП “Термінал”

3. Режим “Дешифрувальник” - дешифрування даних з БПЛА. Роботу можливо проводити з фото чи відео матеріалами з відповідними log-файлами

для БПЛА: PD-1 PD-2, Лелека-100, Мара-2м, Валькірія, типу Autel та DJI (рис. 3).

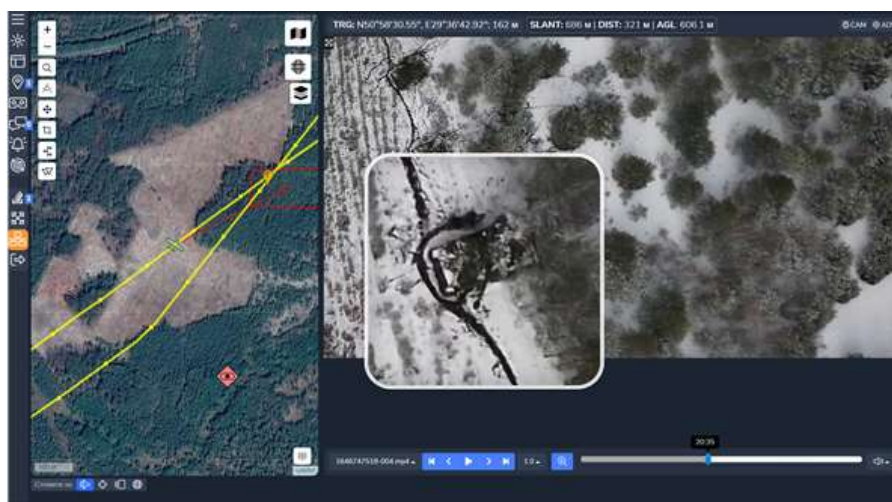


Рис. 3. Режим “Дешифрувальник” КП “Термінал”

Дешифрування оператором здійснюється в шість етапів: первинне завантаження матеріалів; обробка даних із завантажених матеріалів, ініціалізація; синхронізація та калібрування; оброблення матеріалів; генерація рапорту.

4. Режим “Спостерігач-коригувальник системи стаціонарних відеокамер” - ведення спостереження за ситуаційною обстановкою за допомогою камер, керування напрямком спостереження, визначення координат об’єктів за допомогою спряженого спостереження та здійснення аналізу інформації.

5. Режим “Розвідник-коригувальник з БпЛА” – управління корисним навантаженням (підвісом) БпЛА та здійснення цілевказівок вогневим засобом в реальному часі. Режим функціонує тільки для БпЛА виробництва компанії ТОВ “УкрСпецСистем”.

У цілому, КП “Термінал” це спеціалізована геоінформаційна система (ГІС), в якій, окрім режиму “Адміністратор”, проводиться робота з електронною картою. Передбачено використання (загрузка на сервер) будь-якої електронної карти, у період, що розглядається використовувались карти: Google Hybrid, Wiki Hybrid, Google Sat, OpenStreetMap. Особливістю системи є те, що програмний модуль для роботи з картографічною інформацією є власною розробкою виробника. У багатьох інших спеціалізованих ГІС широко використовуються для цього комерційні ГІС-платформи, наприклад, ArcGis [5], або некомерційні (ті, що вільно розповсюджуються), наприклад, QGIS [6].

У КП “Термінал” наявна електронна карта висот рельєфу над рівнем моря з повним покриттям території України (на значну частину Лівобережної України з кроком замірів 10 м, по іншій – дані NASA з кроком 70-90 м).

Користувачі підключаються адміністратором сервера до визначених шарів об’єктів. Шари можуть бути обмінними, тобто інформація з них експортується на інші визначені шари та імпортується з них. Таким чином, здійснюється обмін інформацією і вся обстановка, що наноситься на один шар переноситься та відображається на інший шар (при умові наявності каналу синхронізації між ними).

Процес створення об’єктів в системі стандартизований з використанням бібліотеки умовних тактичних знаків, що прийняті у Збройних Силах України [7]. До створених об’єктів передбачено прикріплення фото матеріалів для збільшення їх інформативності. Для ідентифікації внесеної в систему інформації, всі дії з об’єктами записуються та зберігаються в історії об’єктів. Тому можливо відстежити всі маніпуляції, які були зроблені з об’єктом починаючи з його створення, подальшого редагування (модифікації) та закінчуючи видаленням.

Для інформаційної підтримки роботи з об’єктами противника, у КП “Термінал” інтегрована база даних озброєння та військової техніки російської федерації. Повнота зазначеної бази є порівняною з [8], хоча в КП “Термінал” значно розширена складова щодо фотографічних зображень зразків озброєння та військової техніки (для одного зразка – декілька фото з різними ракурсами, фарбуванням тощо).

Користувач має можливість створити звіт за вибраним районом (або за результатами проведеного дешифрування) який формується автоматизовано за формою, що прийнята для надання розвідувальних донесень за результатами повітряної розвідки. Звіт формується за запитом

користувача на сервері, після чого він завантажується користувачу в PDF форматі.

Для проведення цілевказівок вогневим засобом реалізовано інтеграцію КП “Термінал” з бойовою системою управління тактичної ланки “Кропива” [9], яка широко застосовується в системі вогневого ураження противника. Інтеграція здійснює обмін координатною інформацією між цими системами, що значно підвищує продуктивність роботи та виконання завдань щодо вогневого ураження противника.

Для вирішення питань технічного характеру та для надання допомоги у роботі з КП “Термінал” користувачі мають змогу звертатися до технічної підтримки від виробника цієї програми за телефоном або через месенджери.

Сервер, робочі місця користувачів ІТС “Термінал”. Архітектура системи передбачає, що користувачі здійснюють підключення до серверу та працюють в режимі “тонкого клієнта”, тобто більшість обчислення здійснюються на сервері, а користувач лише вводить необхідні дані та отримує результати на своїй ПЕОМ. При такій побудові системи, вимоги до апаратної складової робочого місця користувача не є жорсткими і тому майже усі ПЕОМ можуть бути використані для роботи.

Виходячи із необхідності скорочення часу на розгортання системи в інтересах сил оборони Києва, сервер був розташований на хмарі. Заявлені виробником технічні характеристики для локального серверу наведено у табл. 1.

Таблиця 1
Мінімальні вимоги до програмно-технічних засобів для КП “Термінал”

Складова	Сервер	Користувач
Процесор	Intel Core i5+	Intel Core i3+
ОЗУ	8 Гб	4 Гб
Жорсткий диск	1 ТБ	будь-який
Мережева карта	100 Мбіт/с	100 Мбіт/с
Операційна система	ОС Ubuntu	ОС Ubuntu або ОС Windows
Браузер	Mozilla Firefox Version 52.9. ESR	
Плагін	VLC media player	

З бібліотекою наведених вище електронних карти, фактичний обсяг розміщених на сервері даних складає ~600 Гб.

Вимоги до робочих місць користувачів, наведено в табл. 1. Досвід показав, що для розгортання робочих місць широко використовувалися побутові персональні комп’ютери та ноутбуки, у тому числі які комерційно закупаються волонтерами.

Основною функцією головного серверу ІТС “Термінал” (рис. 1) є управління роботою серверів. Наразі головний сервер експлуатується розробником. Через головний сервер проводиться підтримка КП “Термінал”, у тому числі оновлення програмного забезпечення.

Канали зв'язку. Топологія мережі ІТС “Термінал” являла собою “зірку”. Створення захищеної мережі на основі використання відкритих (комерційних) мереж реалізовано на технології VPN тунелів за протоколом OpenVPN (використовується програмне забезпечення яке має відкриту ліцензію) [10, 11]. Даний спосіб зв'язку забезпечує простоту з'єднання, так як необхідно мати тільки підключення до мережі Інтернет та водночас має досить високий рівень інформаційної захищеності каналів обміну інформацією. В умовах відсутності або нестабільної роботи дротового та мобільного інтернету широко використовувались термінали Starlink глобальної супутникової система компанії SpaceX [12].

Процедурно, VPN ключі видавалися користувачам після їх верифікації через відповідні військові частини (підрозділи). Зазначене є заходом для зменшення ризиків витоку інформації яка циркулює у системі.

До червня 2022 року для отримання VPN ключів розробником використовувався комерційний хмарний сервіс. Після червня 2022 року, розробник експлуатує власний хмарний VPN сервер.

Після розгляду функціональної структури ІТС “Термінал”, розглянемо досвід її використання в інтересах сил оборони Києва.

Протягом березня 2022 року до забезпечення ведення бойових дій при обороні Києва було залучено більше 600 БпЛА. Тільки волонтерами у Києві на початку березня було роздано більше 300 БпЛА мультиторного типу Autel та DJI.

Переважаюча частина екіпажів БпЛА, входила до складу підрозділів Сухопутних Військ Збройних Сил України (у тому числі підрозділів територіальної оборони), Сил спеціальних операцій Збройних Сил України, Національної Гвардії України, Служби Безпеки України, Національної Поліції України, інших військових формувань. Однак, була і значна кількість екіпажів, які не входили до складу зазначених підрозділів, але і ці екіпажі ефективно працювали на волонтерських засадах в інтересах оборони Києва.

Розгорнута ІТС “Термінал”, у силах оборони Києва до квітня 2022 року налічувала 20 користувачів. Рівень користувачів був від батальйону (окремого підрозділу) та вище.

Активна позиція компанії SpaceX щодо постачання в Україну терміналів високошвидкісного супутникового інтернету Starlink, незважаючи на те, що плани SpaceX на 2022 рік не передбачали вихід на ринок України, забезпечила постачання для державних органів влади та Збройних Сил України у березні 2022 року біля 1000 терміналів Starlink. Це надало можливість використання високошвидкісного супутникового інтернету Starlink в інтересах угруповання сил оборони Києва. Так, для організації зв'язку у ІТС “Термінал” з екіпажами БпЛА, що працювали за межами міста, де був відсутній дротовий інтернет та відсутнє покриття операторів мобільного зв'язку (GPRS) термінали Starlink показали свою високу

ефективність.

Ключовою особливістю інформації, що вносилась до ІТС “Термінал” було те, що до кожного об'єкту було прикріплено фотоматеріали (одну чи декілька фото). Зазначене – суттєво визначало достовірність внесеної інформації. Для порівняння, інформацію яку отримували війська (сили) з усних повідомлень місцевих мешканців окупованих територій потрібно було окремо перевіряти на достовірність за кількома джерелами.

Як зазначалося вище в ІТС “Термінал” не циркулює інформація з обмеженим доступом, тому усі внесені до неї об'єкти відносились до об'єктів розвідки противника. Таким чином, позиції своїх військ в систему не заносились.

У процесі експлуатації ІТС “Термінал” для підвищення інформативності до системи, окрім інформації повітряної розвідки з БпЛА, стали вносити матеріали дешифрування космічних знімків. Не зважаючи на те, що КП “Термінал” не має функціоналу для дешифрування космічних знімків, режим “Штабний” дозволив ефективно проводити збір, обробку, обмін та відображення зазначених матеріалів в інтересах сил оборони Києва.

Протягом березня 2022 року до ІТС “Термінал” в інтересах сил оборони Києва було внесено біля 1000 об'єктів розвідки.

У цілому, використання ІТС “Термінал” значно підвищило показники оперативності обробки та доведення інформації повітряної розвідки з БпЛА та матеріалів космічного спостереження.

Висновки й перспективи подальших досліджень

Таким чином, у статті проведений аналіз використання інформаційно-телекомунікаційної системи “Термінал” для збору, обробки, обміну та відображення розвідувальної інформації БпЛА в інтересах сил оборони Києва.

Однак, наприкінці слід зазначити деякі недоліки ІТС “Термінал” та, відповідно, перспективи її удосконалення:

по-перше, щодо ІТС “Термінал” та системи ситуаційної обізнаності “Дельта”. Паралельне використання декількох подібних за функціоналом та технічно не маючих спільних протоколів обміну цільовою інформацією “нештатних” для Збройних Сил України систем, призводить до суттєвого розпорошування зусиль та ресурсів. Зазначене потребує узгодженого доопрацювання, у тому числі КП “Термінал”, в частині уніфікації інформаційного обміну з іншими системами збору, обробки, обміну та відображення інформації БпЛА;

по-друге, щодо функціональності ІТС “Термінал”. На сучасному етапі, першочерговою перспективою удосконалення КП “Термінал” можна визначити напрям який забезпечить нарощування функціональності в режимі “Штабний” до рівня необхідного для ведення робочої карти начальника розвідки.

Література

1. Ukrspesystems. Ukrspesystems.URL: <https://ukrspecsystems.com/>.
2. Delta. Система ситуаційної обізнаності Дельта (Delta). URL: <https://delta.mil.gov.ua/auth/login>.
3. **D. Kovalchuk, Yu. Kravchenko, O. Starkova, K. Herasymenko, N. Tarasenko, V. Riabtsev.** Development of Recommendations for the Implementation of Virtualization Concepts in Modern Networks / Kovalchuk D., Kravchenko Yu., Starkova O., Herasymenko K., Tarasenko N., Riabtsev V. // 2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2020 - Proceedings. Page. 797-802. DOI 10.1109/PICST51311.2020.9467918.
4. **Rakushev M., Lavrinchuk O., Matsko O., Koshlan O., Permiakov O., Varlamov I.** The Technique of Operational Processing of Heterogeneous Surveillance Data in Assessing Situation in Geographic Information Systems / M. Rakushev, O. Lavrinchuk, O. Matsko, O. Koshlan, O. Permiakov, I. Varlamov // 2021 3rd IEEE International Conference on Advanced Trends in Information Theory, ATIT 2021 – Proceedings, pages 149-153. DOI: 10.1109/ATIT54053.2021.9678766.
5. Платформа ArcGIS | Esri Ukraine. Головна | Esri Ukraine. URL: <https://esri.ua/sarticle.php?id=1>.
6. Учасники проєктів Вікімедіа. QGIS – Вікіпедія. Вікіпедія. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/QGIS>.
7. https://www.mil.gov.ua/content/mou_orders/mou_2020/140_mou.pdf.
8. **Корнійчук С.П., Турінський О.В., Певцов Г.В.** Сучасне озброєння і військова техніка Збройних сил російської Федерації. Довідник учасника ООС / [С.П. Корнійчук, О.В. Турінський, Г.В. Певцов, та ін.]; за заг. Ред. С.П. Корнійчука. Х.: ДІСА ПЛЮС, 2020. 1220 с.
9. https://defence-ua.com/news/bojova_sistema_upravlinnja_taktichnoji_lanki_kropiva_na_sluzhbi_zsu_ta_ngu_foto-1129.html.
10. <https://uk.wikipedia.org/wiki/OpenVPN>.
11. https://uk.wikipedia.org/wiki/GNU_General_Public_License.
12. <https://www.starlink.com/>

ANALYSIS OF THE USE OF THE "TERMINAL" INFORMATION AND TELECOMMUNICATIONS SYSTEM IN THE INTERESTS OF THE DEFENSE FORCES OF KYIV

*Mikhailo Rakushev (Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher)
Vitalii Zuiko (candidate of military sciences, associate of professor)
Roman Pantiushenko*

*National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskyi, Kyiv, Ukraine
Central Scientific and Research Institute of the Armed Forces of Ukraine*

In the article was carried out an analysis of usage of the information and telecommunication system "Terminal" for the collection, processing, exchange and display of intelligence information in the interests of the Defense Forces of Kyiv. The phase of active hostilities in the defense of Kyiv in March 2022 was considered. It is shown that the main part of the intelligence information processed through the "Terminal" was aerial intelligence information received by unmanned aircrafts. The main approaches to the construction of the information and telecommunication system "Terminal" developed by the domestic company "UkrSpecSystems Limited Liability Company" were revealed. An overview of the main capabilities of the "Terminal" computer program, requirements for software and hardware for user workplaces and the server was conducted, the decisions taken on the construction of the network architecture, the usage of VPN tunnel technology were described, and was shown practical experience of using the Internet with the "Starlink" terminals for organization of the network. Quantitative indicators of the performance of intelligence information processing tasks using the "Terminal" information and telecommunication system are given. According to the results of the analysis of the experience of performing the tasks of collecting, processing, exchanging and displaying intelligence information through the "Terminal" information and telecommunication system, proposals for the modernization of the "Terminal" computer program in terms of support by the developer were determined.

Keywords: *information and telecommunication system, aerial reconnaissance materials, unmanned aircrafts, geoinformation system.*

References

1. <https://ukrspecsystems.com/>.
2. <https://delta.mil.gov.ua/wiki/info/>.
3. **D. Kovalchuk, Yu. Kravchenko, O. Starkova, K. Herasymenko, N. Tarasenko, V. Riabtsev.** Development of Recommendations for the Implementation of Virtualization Concepts in Modern Networks / Kovalchuk D., Kravchenko Yu., Starkova O., Herasymenko K., Tarasenko N., Riabtsev V. // 2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications Science and Technology, PIC S and T 2020 - Proceedings. Page. 797-802. DOI 10.1109/PICST51311.2020.9467918.
4. **Rakushev M., Lavrinchuk O., Matsko O., Koshlan O., Permiakov O., Varlamov I.** The Technique of Operational Processing of Heterogeneous Surveillance Data in Assessing Situation in Geographic Information Systems / M. Rakushev, O. Lavrinchuk, O. Matsko, O. Koshlan, O. Permiakov, I. Varlamov // 2021 3rd IEEE International Conference on Advanced Trends in Information Theory, ATIT 2021 – Proceedings, pages 149-153. DOI: 10.1109/ATIT54053.2021.9678766.
5. <https://esri.ua/sarticle.php?id=1>.
6. <https://uk.wikipedia.org/wiki/QGIS>.
7. https://www.mil.gov.ua/content/mou_orders/mou_2020/140_mou.pdf.
8. **Korniychuk S.P., Turins'kyi O.V., Pyevtsov H.V.** Suchasne ozbrojennya i viys'kova tekhnika Zbrojnykh syl rosiys'koyi Federatsiyi. Dovidnyk uchasnyka OOS / [S.P. Korniychuk, O.V. Turins'kyi, H.V. Pyevtsov, ta in.]; za zah. Red. S.P. Korniychuka. KH.: DISA PLYUS, 2020.
9. https://defence-ua.com/news/bojova_sistema_upravlinnja_taktichnoji_lanki_kropiva_na_sluzhbi_zsu_ta_ngu_foto-1129.html.
10. <https://uk.wikipedia.org/wiki/OpenVPN>.
11. https://uk.wikipedia.org/wiki/GNU_General_Public_License.
12. https://www.starlink.com.