

Ракушев Михайло Юрійович (доктор технічних наук, старший науковий співробітник)¹

Кравченко Юрій Васильович (доктор технічних наук, професор)²

*Пантюшенко Роман Валерійович*³

¹ Національний університет оборони України, Київ, Україна

² Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

³ Центральний науково-дослідний інститут Збройних сил України, Київ, Україна

АНАЛІЗ СУПРОВОДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ «ТЕРМІНАЛ» ПІД ЧАС ШИРОКОМАСШТАБНОЇ ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ РФ ПРОТИ УКРАЇНИ

У статті проведено аналіз супроводження розробником інформаційно-телекомунікаційної системи «Термінал» для виконання завдань збору, обробки, обміну та відображення геопросторової інформації видового спостереження. Розглянуто діяльність вітчизняної компанії «Товариство з обмеженою відповідальністю “УкрСпецСистемс”» щодо вдосконалення комп'ютерної програми «Термінал» з початку широкомасштабної збройної агресії російської федерації проти України – з лютого 2022 року до травня 2023 року. Проаналізовані основні напрями з удосконалення програмного забезпечення, а саме: режими роботи, використання електронних карт і відображення обстановки, політика безпеки та адміністрування, обробка матеріалів зйомки з безпілотних літальних апаратів, передавання й обробка відео, обмін геопросторовими даними з іншими системами військового призначення, ліцензування та політика оновлення програмного забезпечення. Наведено узагальнені часові показники виходу нових версій комп'ютерної програми «Термінал» та інтенсивності внесення змін до зазначеного програмного забезпечення. За результатами проведеного аналізу обґрунтовано висновок щодо суттєвого нарощування спроможностей інформаційно-телекомунікаційної системи «Термінал» для виконання завдань збору, обробки, обміну та відображення інформації видового спостереження, а саме: добутої безпілотними літальними апаратами, трансльованої стаціонарними камерами спостереження та отримуваної від космічних апаратів видового спостереження. Підтвердженням зазначеного є суттєве розширення мережі інформаційно-телекомунікаційної системи «Термінал» протягом 16 місяців широкомасштабної збройної агресії російської федерації проти України.

Ключові слова: інформаційно-телекомунікаційна система, супроводження програмного забезпечення, безпілотний літальний апарат, обробка зображень, геопросторова інформація.

Вступ

Постановка проблеми. Широкомасштабна збройна агресія російської федерації проти України 24 лютого 2022 року прогнозовано активізувала низку різнопланових процесів спрямованих на нарощування спроможностей сил оборони України, зокрема, прискорила згуртування українського суспільства і світового співтовариства навколо відсічі агресії та стрибкоподібно збільшила використання у Збройних силах України (далі – ЗС України) сучасних систем збору, накопичення, обробки, обміну та відображення різнорідної геопросторової інформації. Яскравим прикладом зазначеного стало довгоочікуване прийняття на озброєння ЗС України у грудні 2022 року Автоматизованої системи управління військами (далі – АСУ) «Дзвін», розробка якої тривала щонайменше з 2006 року [1].

Слід зазначити, що суттєвою ознакою АСУ «Дзвін», порівняно з подібними за функціоналом системами, що використовуються у ЗС України, є

державне замовлення (та, відповідно, фінансування) її розробки і впровадження. Для решти систем характер фінансування є переважно не державним: підтримка партнерів, комерційні джерела, волонтерська допомога. Можна стверджувати, що саме державне замовлення і стало запорукою прийняття на озброєння АСУ «Дзвін», а з рештою, інакше не повинно було і статися. В якості підтвердження зазначеного, можна навести прийняття на озброєння АСУ «Ореанда-ПС», хоча в неї і не було стільки «конкурентів».

Поряд із зазначеним на сучасному етапі АСУ «Дзвін» не задовольняє у повному обсязі всі потреби зі збору, накопичення, обробки, обміну та відображення наявної геопросторової інформації, що яскраво підтверджується тим фактом, що зараз у ЗС України продовжують активно використовуватися спеціалізовані інформаційні системи, які, у тому числі, реалізують функції геоінформаційних систем військового

призначення:

система ситуаційної обізнаності «Дельта» розробки Центру інновацій та розвитку оборонних технологій Міністерства оборони України [2];

інформаційно-телекомунікаційна система «Термінал» (далі – ІТС «Термінал») розробки ТОВ «УкрСпецСистемс» [3];

бойова система управління тактичної ланки «Кропива» розробки ТОВ «Конструкторське бюро “Логіка”» [4];

програмне забезпечення ГІС Арта [5] та деякі інші.

Суттєвою ознакою наведених спеціалізованих інформаційних систем є їх інтенсивне супроводження розробниками, що обумовлено (поряд з основною причиною – зацікавленням розробника у проведенні такої діяльності) обмеженою (або взагалі відсутньою) державною участю в процесі розробки (фінансування) цих систем, та, їх відносною гнучкістю і придатністю до оперативного внесення змін за результатами експлуатації. Така ситуація потребує досліджень описаного процесу супроводження, який активно триває з початку широкомасштабної збройної агресії російської федерації проти України, так як зазначене супроводження є унікальним досвідом, щонайменше для ЗС України.

Супроводження розробником кожної із наведених систем має власні особливості, але виходячи із наявних для досліджень даних, подальший розгляд будемо проводити для ІТС «Термінал». Такий підхід, з одного боку, зменшує узагальненість проведених викладок, але з іншого боку, забезпечить їх більшу конкретність.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Інформаційним ядром ІТС «Термінал» є комп’ютерна програма «Термінал». З огляду на сучасні підходи, які розглядаються в предметній галузі - програмна інженерія, супроводження програмного забезпечення (комп’ютерних програмних систем) розглядається як одна із складових його життєвого циклу, і включає в себе сукупність дій щодо: забезпечення роботи програмного забезпечення, внесення змін при виявленні помилок, адаптації програмного забезпечення до нового середовища функціонування, а також підвищення продуктивності, або поліпшення деяких характеристик програмного забезпечення. Після змін система має вирішувати ті самі задачі, а також мати план перенесення інформації в інші бази даних. Супровід, відповідно до стандартів ISO/IEC 12207 та ISO/IEC 14764, проводиться з метою виконання і модифікації програмного продукту в процесі експлуатації за умов збереження його цілісності [6].

Кількість відомих джерел в яких висвітлюється будь які відомості щодо ІТС «Термінал», через її відносну новизну не є значною [7; 8]. Але, комп’ютерна програма «Термінал», яка є

інформаційним ядро ІТС «Термінал», активно супроводжується розробником у циклічній процедурі: моніторинг змін середовища функціонування ІТС «Термінал» та аналіз «відгуків» користувачів, і, подальший випуск нової (удосконаленої) версії програмного забезпечення.

Таким чином, **метою статті** є аналіз супроводження розробником інформаційно-телекомунікаційної системи «Термінал» для виконання завдань збору, обробки, обміну та відображення розвідувальної інформації видового спостереження з початку широкомасштабної агресії російської федерації проти України.

Виклад основного матеріалу дослідження

Для пояснення однієї з тенденцій щодо супроводження ІТС «Термінал», розглянемо складову діяльності ТОВ «УкрСпецСистемс» – виробництво безпілотних авіаційних комплексів (далі – БпАК). На початку 2022 року ТОВ «УкрСпецСистемс» було однією з небагатьох вітчизняних компаній, яка виробляє БпАК, що прийняті на озброєння ЗС України. Це модифікації БпАК PD-1 [3]. Водночас, до складу БпАК, окрім безпосередньо декількох безпілотних літальних апаратів (далі – БпЛА) входить, узагальнено, наземна станція (станції) управління та обробки отримуваної інформації видового спостереження з відповідним програмним забезпеченням. З високим ступенем упевненості можна стверджувати, що саме розробка зазначеного програмного забезпечення наземної складової БпАК, що прийнятий на озброєння ЗС України і було відправною точкою для ТОВ «УкрСпецСистемс» щодо діяльності зі створення ІТС «Термінал».

Компанією ТОВ «УкрСпецСистемс» на кінець 2021 року, комп’ютерна програма «Термінал» була вже розроблена та основні елементи майбутньої ІТС «Термінал» апробовані. Це забезпечило її швидке розгортання у лютому 2022 року в інтересах сил оборони Києва для збору, обробки, обміну та відображення розвідувальної інформації повітряної розвідки, що отримувалася безпілотними літальними апаратами. Огляд основних можливостей і технічних рішень, що були реалізовані в ІТС «Термінал» протягом березня 2022 року в інтересах сил оборони Києва наведено у [7].

З початку 2022 року ІТС «Термінал» значно збільшилася. Узагальнено, у ЗС України на теперішній час діє три хмари ІТС «Термінал», зведені дані для найбільшої з яких, наведено у табл. 1.

Таблиця 1
Динаміка нарощування кількості задіяних серверів для найбільшої хмари ІТС «Термінал»

Місяць, рік	02.2022	12.2022	05.2023
Кількість серверів	7	35	44

Коментуючи дані табл. 1 слід зазначити: кількість серверів у хмарі (найбільшій з трьох), що розглядається протягом 16 місяців, зросла у 6 разів, що показує значне розширення ІТС;

загальний обсяг ІТС включає поряд з серверами, обов'язково, ще й користувачів, і їх кількість, як правило, перевищує кількість серверів. Але архітектура ІТС побудована так, що визначити їх кількість (захищене адміністрування з кожного сервера) неможливо;

враховуючи вищезазначене, з високим рівнем достовірності динаміку збільшення ІТС «Термінал» за кількістю серверів можна прийняти за загальну оцінку нарощування її обсягу з 02.2022 до 05.2023.

Окремо слід наголосити, що закупівля обладнання для переважної більшості серверів (табл. 1) та значної кількості користувачів проводилась за не державні кошти, насамперед, це

фінансова допомога волонтерських фондів. Відповідне обладнання, передавалося на баланс органів військового управління та військових частин, які підключались до ІТС «Термінал». Разом із тим, розробник приймав активну участь у пошуку відповідної волонтерської допомоги, особливо на початку 2022 року. Протягом періоду, що розглядається, було випущено 22 оновлені версії Комп'ютерної програми «Термінал». Перше оновлення – версія 2.3.1 (вихід 19.03.2022 року). Останнє оновлення (за період, що розглядається) – версія 2.3.22 (вихід 05.05.2023 року). Узагальнені дані щодо оновлення Комп'ютерної програми «Термінал» наведено у табл. 2 та на рис. 1, 2.

Додатково, на підтвердження зазначеного вище висновку, що на кінець 2021 року Комп'ютерна програма «Термінал» була вже розроблена, свідчить номер версії першого оновлення.

Таблиця 2

Відомості щодо супроводження Комп'ютерної програми «Термінал»

Зміна програмного забезпечення	2022 рік										2023 рік				Усього
	03	04	05	06	07	08	09	10	12	01	02	03	05		
Кількість оновлень (нових версій)	4	3	3	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	22	
Кількість введених змін (нових функцій)	11	16	24	2	9	2	2	15	14	3	15	25	13	151	

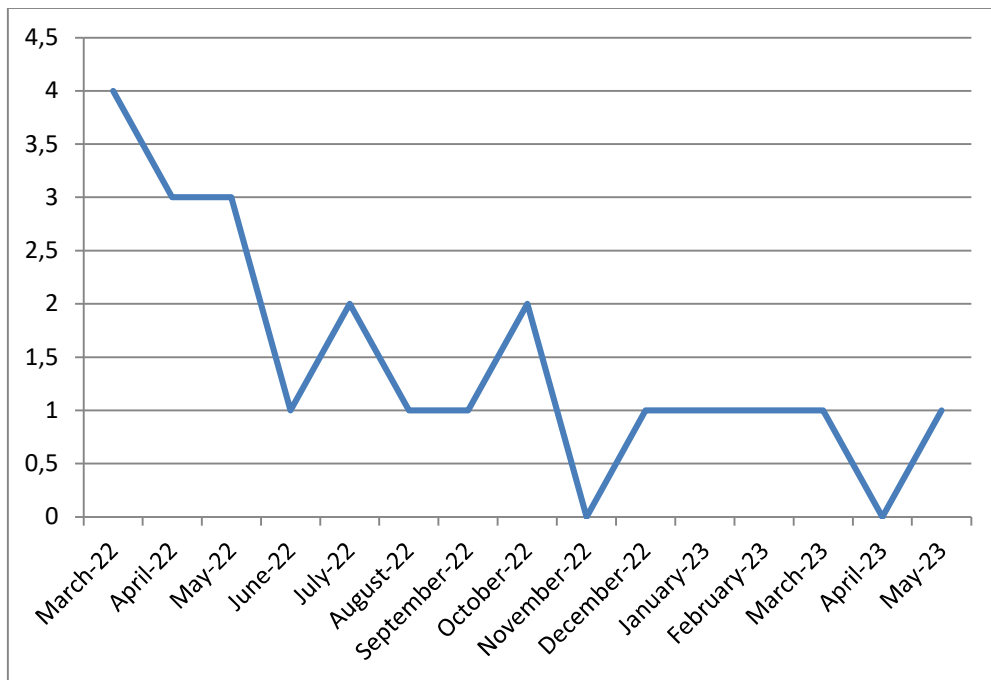


Рисунок 1 – Динаміка виходу нових версій комп'ютерної програми «Термінал»

Коментуючи дані табл. 2 їх ілюстрацію наведено на рис. 1 та рис. 2 слід зазначити:

динаміка випуску нових версій програмного забезпечення зменшилась з 4-х до 1-ї за місяць (середнє значення за досліджуваний період 1,5);

динаміка внесення змін до програмного забезпечення щодо введення нових функцій залишалась на протязі усього періоду відносно

стабільною (середнє значення за досліджуваний період 10);

враховуючи вищесказане можна стверджувати, що розробник активно здійснює супроводження Комп'ютерної програми «Термінал», при чому динаміка супроводження за досліджуваний період зберігає відносно сталі показники інтенсивності.

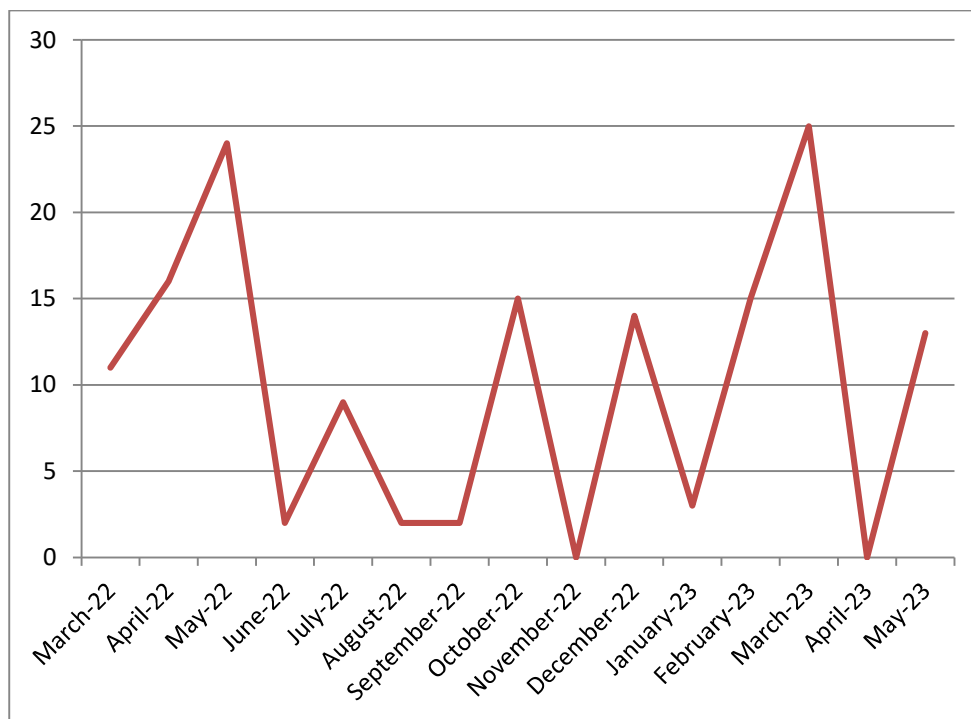


Рисунок 2 – Динаміка внесення змін до комп’ютерної програми «Термінал»

Для подальшого аналізу наведемо режими роботи Комп’ютерної програми «Термінал». Слід зазначити, що стосовно версій, які були описані у [7], на початку 2023 року відбулись зміни назв деяких режимів. Старі назви наведено в дужках.

Основні режими Комп’ютерної програми «Термінал», з визначенням функціоналу від виробника.

1. Режим «Адміністратор» – налаштування та керування комп’ютерною програмою, створення нових операторів, керування дозволами, створення камери для відеоспостереження, створення екземпляру БпЛА, керування безпекою системи.

2. Режим «БпЛА онлайн» (змінено з «Розвідник-коригувальник з БпЛА»):

ведення розвідки місцевості в режимі on-line, ведення спостереження за ворожими об’єктами, отримання координат та відправка їх на ураження з подальшим коригуванням вогню;

нанесення на цифрову карту об’єктів, які автоматично синхронізуються між користувачами сервера.

отримання та обробка інформації від БпЛА: PD-2, RAM-2, Shark, Autel, DJI Mavic 3, Посейдон, Орлик, Bayraktar TB-2, Leleka-100.

3. Режим «Дешифрування» – автоматизація процесу визначення координат по матеріалам повітряної розвідки (фото/відео матеріалів) отриманих з БпЛА:

автоматична або ручна прив’язка матеріалів;
автоматичне визначення координат об’єктів;
автоматична побудова треку польоту;
відображення поля зору камери;
нанесення на карту об’єктів;
створення звіту (Stanag 3596);

завантаження для аналізу матеріалів (фото/відео) з БпЛА: PD-1 та PD-2, Leleka-100, коптери DJI, коптери Autel, Мара, Yuneek, Орлик.

4. Режим «Відеоспостереження» (змінено з «Спостерігач-коригувальник системи стаціонарних відеокамер»):

ведення спостереження в режимі on-line;
автоматичне визначення координат об’єктів;
нанесення об’єктів на електронну карту;
автоматична синхронізація між користувачами сервера.

Режим підтримує роботу з PTZ камерами за допомогою протоколів керування: ISAPI, ISAPI DVR, ONVIF, Dahua, Archer, TANZ.

5. Режим «Командний центр» (змінено з «Штабний»):

нанесення на цифрову карту об’єктів, які автоматично синхронізуються між користувачами сервера;

вказування радіусів застосування ворожої техніки, аналіз та прорахунок безпечних маршрутів польотів БпЛА;

розробка оперативного бачення військових та оборонних місій.

Узагальнені дані щодо супроводження Комп’ютерної програми «Термінал» відповідно до розширення її функціоналу (поява нових функцій – останній рядок табл. 2) наведено у табл. 3 та 4.

Додатково, на літо 2023 року заплановано перше з 2022 року оновлення дизайну програми. Коментуючи дані табл. 3 та табл. 4 слід зазначити:

переважна частина введених нових функцій стосується усіх режимів роботи програми, водночас, режимом, до якого відноситься найбільша кількість нових функцій є режим

«Адміністратор»;

значна частина удосконалень відноситься до: відображення обстановки на електронній карті (функціонал геоінформаційних систем), адміністрування та безпеки обміну даними між користувачами, розширення можливостей обробки матеріалів зйомки БПЛА та збільшити функціонал для обробки та передавання відео.

Окремо слід наголосити на проведеній роботі щодо обміну даними з іншими інформаційними системами, які реалізують функції геоінформаційних систем військового призначення (табл. 4). Однак, необхідно зазначити, що такий функціонал ще значно далекий від повноти.

У цілому, проведена робота забезпечила суттєве нарощування спроможностей ІТС «Термінал» для виконання завдань збору, обробки, обміну та відображення інформації видового спостереження, а

саме: добутої БПЛА, трансльованої стаціонарними камерами та отримуваної від космічних апаратів видового спостереження [7], що підтверджується суттєвим розширенням системи (табл. 1).

Таблиця 3

Відомості щодо нових функцій за режимами роботи Комп'ютерної програми «Термінал» (з лютого 2022 р. до травня 2023 р.)

№	Режим роботи	Кількість нових функцій
1	Всі режими	60
2	Адміністратор	58
3	БПЛА онлайн	6
4	Дешифрування	12
5	Відеоспостереження	2
	Усього	141

Таблиця 4

Відомості щодо функціоналу оновлень Комп'ютерної програми «Термінал» (з лютого 2022 р. до травня 2023 р.)

№	Додаткові функції	Кількість
1	Електронні карти, відображення (нанесення) обстановки, формування звітів	50
2	Адміністрування, безпека, обмін даними між серверами, права користувачів	40
3	Нові БПЛА, обробка матеріалів зйомки	28
4	Передавання та обробка відео (у т.ч. з камер відеоспостереження)	13
5	Чати, обмін даними між абонентами	8
6	Обмін даними з системами «Кропива», «Дельта», «Гермес», імпорт даних	6
7	Оновлення програмного забезпечення, ліцензування	6
	Усього	141

Висновки й перспективи подальших досліджень

Таким чином, у статті проведений аналіз супроводження розробником інформаційно-телекомунікаційної системи «Термінал» для виконання завдань збору, обробки, обміну та відображення розвідувальної інформації видового спостереження з початку широкомасштабної агресії російської федерації проти України.

Наприкінці доцільно вказати на перспективи розвитку та супроводження інформаційно-телекомунікаційної системи «Термінал» з боку розробника:

подальша уніфікація комп'ютерної програми термінал «Термінал» з іншими, використовуваними у Збройних Силах України спеціалізованими

системами, які реалізують функції геоінформаційних систем військового призначення (автоматизовані системи управління військами «Дзвін», «Дельта» та ін.);

відпрацювання процедури офіційного отримання від споживача інформаційно-телекомунікаційної системи «Термінал» (насамперед, Збройних сил України), результатів її використання, конкретизованих вимог до удосконалення (нових функцій) тощо.

Зазначена діяльність забезпечить суттєве збільшення ефективності супроводження інформаційно-телекомунікаційної системи «Термінал» в частині більш раціонального використання зусиль та ресурсів ТОВ «УкрСпецСистемс».

Список бібліографічних посилань

1. Система управління «Дзвін-АС» стала на озброєння України. 08.12.2022. URL: <https://mil.in.ua/uk/news/systema-upravlinnya-dzvin-as-stala-na-ozbroynnya-ukrayiny/> (дата звернення: 12.03.2023). 2. Delta. 2023. URL: <https://delta.mil.gov.ua/wiki/info/> (дата звернення: 12.03.2023).. 3. Ukrspec Systems. 2023. URL: <https://ukrspecsystems.com/> (дата звернення: 12.03.2023). 4. Бойова система управління тактичної ланки «Кропива» на службі ЗСУ та НГУ. 06.07.2020. URL: https://defence-ua.com/news/bojova_sistema_upravlinnja_taktichnoji_lanki_kropiva_na_sluzhbi_zsu_ta_ngu_foto-1129.html (дата звернення: 12.03.2023). 5. ГІС «Арта». 2023. URL: <https://gisarta.org/uk/index.html> (дата звернення: 12.03.2023). 6. Лаврішева К. М. Програмна

інженерія : підручник. Київ, 2008. 319 с. 7. Ракушев М. Ю., Зуйко В. В., Пантюшенко Р. В. Аналіз використання інформаційно-телекомунікаційної системи «Термінал» в інтересах сил оборони Києва. *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*. 2022. № 2 (44). С. 54–59. DOI: 10.33099/2311-7249/2022-44-2-54-59. 8. Rakushev M., Zuiko V., Pantushenko R., Nozdrachov O., Khomenko V., Chornomaz O. The technique of the information and telecommunication system «Terminal» use for UAVs acquired data. *2022 IEEE 4th International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT)*, Kyiv, Ukraine, 2022. 208–212. DOI: 10.1109/ATIT58178.2022.10024215.

ANALYSIS OF THE MAINTENANCE OF THE INFORMATION AND TELECOMMUNICATION SYSTEM «TERMINAL» DURING THE LARGE-SCALE ARMED AGGRESSION OF THE RUSSIAN FEDERATION AGAINST UKRAINE

Rakushev Mikhailo (Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher) ¹

Kravchenko Yurii (Doctor of Technical Sciences, Professor) ²

Pantiushenko Roman ³

¹ *National Defence University of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

² *Taras Shevchenko National University of Kyiv*

³ *Central Scientific and Research Institute of the Armed Forces of Ukraine*

The article provides an analysis of the maintenance provided by the developer for the information and telecommunication system «Terminal» to perform the tasks of collecting, processing, exchanging and displaying geospatial surveillance information. The activity of the domestic company «UkrSpetsSystems Limited Liability Company» was considered to improve the computer program «Terminal» from the beginning of the large-scale armed aggression of the Russian Federation against Ukraine – from February 2022 to May 2023. The main directions in software improvement were analyzed, namely: operating modes, use of electronic maps and situation display, security and administration policy, processing of footage from unmanned aerial vehicles, video transmission and processing, exchange of geospatial data with other military systems, licensing and software update policy. Generalized time indicators for the releases of new versions of the computer program «Terminal» are given and an intensity of changes to the software by the developer. Based on the results of the analysis, the conclusion regarding the significant increase in the capabilities of the Information and Telecommunication System «Terminal» to perform the tasks of collecting, processing, exchanging and displaying surveillance information, namely: obtained by unmanned aerial vehicles, transmitted by stationary surveillance cameras and received from surveillance spacecrafts. This is confirmed by the significant network expansion of the Information and Telecommunication System «Terminal» during 16 months of the large-scale armed aggression of the Russian Federation against Ukraine.

Keywords: *information and telecommunication system, software maintenance, unmanned aerial vehicle, image processing, geospatial information.*

References

- 1. The Dzvyn-AS control system was put into service in Ukraine,** (08 December 2022) [online]. Available at: <https://mil.in.ua/uk/news/systema-upravlinnya-dzvin-as-stala-na-ozbroyennya-ukrayiny/> [Accessed : 12 March 2023].
- 2. Delta,** (2023) [online]. Available at: <https://delta.mil.gov.ua/wiki/info/> [Accessed : 12 March 2023].
- 3. Ukrspec Systems,** (2023) [online]. Available at: <https://ukrspecsystems.com/> [Accessed : 12 March 2023].
- 4 Combat control system of the tactical link «Kropyva» in the service of the Armed Forces and the National Guard of Ukraine,** (06.07.2020) [online]. Available at: https://defence-ua.com/news/bojova_sistema_upravlinnja_taktichnoji_lanki_kropiva_na_sluzhbi_zsu_ta_ngu_foto-1129.html [Accessed : 12 March 2023].
- 5. GIS «Arta»,** (2023) [online]. Available at: <https://gisarta.org/uk/index.html> [Accessed 12 March, 2023].
- 6. Lavrishcheva, K. M.,** (2008). *Software engineering: a textbook.* Kyiv.
- 7. Rakushev, M., Zuiko, V., Pantiushenko, R.,** (2022). Analysis of the use of the information and telecommunication system «Terminal» in the interests of the Kyiv defense forces. *Modern information technologies in the field of security and defense*, 2 (44), 54-59 DOI: 10.33099/2311-7249/2022-44-2-54-59.
- 8. Rakushev, M., Zuiko, V., Pantiushenko, R., Nozdrachov, O., Khomenko, V., Chornomaz, O.,** (2022). The technique of the information and telecommunication system «Terminal» use for UAVs acquired data. *2022 IEEE 4th International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT)*, Kyiv, Ukraine., 208-212. DOI: 10.1109/ATIT58178.2022.10024215.