

Integrating traditional navigation with digital geospatial tools

Lesia Balahur

*Bohdan Khmelnytskyi National Academy of the
State Border Guard Service of Ukraine, Khmelnytskyi*
<https://orcid.org/0000-0002-1137-1670>

Abstract. *The paper examines integrating traditional land navigation with digital geospatial tools to enhance tactical unit navigation, measurement and target designation. It presents verification algorithms for field measurements, training modules, and operational scenarios to ensure accuracy, resilience and interoperability under degraded conditions.*

Keywords: *land navigation, geospatial tools, target designation, field measurement, GIS integration.*

Інтеграція традиційного орієнтування з цифровими геоінформаційними

Леся Балагур

*Національна академія Державної прикордонної служби
України імені Богдана Хмельницького, м. Хмельницький*
<https://orcid.org/0000-0002-1137-1670>

Анотація. *У тезі розглядається інтеграція традиційного орієнтування на місцевості з цифровими геоінформаційними інструментами для підвищення точності вимірювань і цілевказання в тактичних умовах. Запропоновано алгоритми верифікації польових вимірювань, модульну програму підготовки та сценарії застосування за умов деградації технічних засобів.*

Ключові слова: *орієнтування, геоінформаційні системи, цілевказання, верифікація вимірювань, підготовка персоналу.*

Вступ. В сучасних умовах ведення бойових дій роль просторової інформації і навичок орієнтування на місцевості значно зросла. Поєднання класичних топографічних умінь – читання карт, визначення азимута, вимірювання відстаней і кутів у полі – з можливостями цифрових геоінформаційних інструментів, таких як ГІС, цифрові карти, дані БПЛА і GNSS, створює синергетичний ефект: підвищується оперативна точність, скорочується час прийняття рішень і зростає стійкість підрозділів в умовах деградації технічних засобів. Мета тези полягає в обґрунтуванні практичних підходів до інтеграції традиційних і цифрових методів орієнтування, описі алгоритмів верифікації польових вимірювань і пропозиції методичних рішень для підготовки особового складу. Актуальність і проблеми. Український бойовий досвід показує, що навіть

за широкого застосування БПЛА та супутникової навігації командири і розвідувальні групи часто змушені повертатися до традиційних методів через електронно-радіотехнічне придушення, втрату зв'язку або пошкодження приладів. Основні проблеми включають розрив сумісності між цифровими джерелами даних і польовими вимірюваннями, відсутність усталених процедур перевірки координат у тактичному часі, недостатній рівень практичних навичок курсантів у поєднанні "поле – ГІС" та ризики помилок при цілевказанні через некоректну трансляцію форматів координат, наприклад помилки при конвертації між WGS-84 та локальними системами або невірний запис координат у MGRS.

Методологія. Пропонований підхід базується на комбінованому навчанні і передбачає поетапну підготовку, яка об'єднує теоретичні блоки, польові практики та цифрові вправи. Теоретичні блоки охоплюють координатні системи, похибки вимірювань і роботу з приладами та таблицями. Польові практики включають вимірювання азимутів, визначення відстаней і орієнтування за природними та технічними об'єктами. Цифрові вправи передбачають роботу з ГІС-платформами, нанесення точок, перевірку даних від БПЛА і відпрацювання процедур передачі координат у стандартизованих форматах. Ключовою складовою є алгоритм верифікації польових вимірювань, який включає первинне визначення координат у полі за допомогою GNSS або польової тріангуляції і візування, їх нанесення у локальну ГІС-карту, зіставлення з останніми супутниковими або БПЛА-знімками, корекцію через середню оцінку похибок і остаточну передачу у єдиний формат, наприклад MGRS або WGS-84, із зазначенням точності та часу останнього оновлення.

Практична частина: сценарії застосування. У розвідувальній групі за умови обмеженого супутникового сигналу рекомендується визначати азимут на два відомі орієнтири та вимірювати відстань кроками або лазерним дальноміром, на основі цього будувати полеву позицію, верифікувати її по останньому доступному знімку БПЛА і передавати координати у форматі MGRS з маркуванням очікуваної похибки. Під час супроводу колони вночі слід комбінувати класичний маршрут, орієнтований за рельєфом та орієнтирами, з цифровим шаром ГІС, який містить інформацію про мости, переправи і ділянки з обмеженою пропускнуою здатністю, що дозволяє розрахувати запасні маршрути з урахуванням прохідності, укриттів і зон ризику. Для цілевказання вогневої підтримки необхідно верифікувати полеві координати цілі трьома незалежними методами, наприклад польовим визначенням, БПЛА і супутниковою картою, після чого передавати координати у уніфікованому форматі з часовою міткою та оцінкою точності. Технічні та організаційні рішення. Для успішної інтеграції потрібно стандартизувати формати обміну координатами і забезпечити їх обов'язкову перевірку у прийнятних межах точності, забезпечити мобільні підрозділи автономними геопросторовими засобами, такими як портативні ГІС-

термінали, локальні офлайн-карти та захищені GNSS-рецептори з засобами протидії подразненню сигналу, а також розробити регламенти переходу між цифровими і традиційними методами, що визначають порядок дій при втраті GNSS і процедури ручного цілевказання. Інтеграція тренажерних систем і симуляторів у навчальний цикл дозволить відпрацювати прийняття рішень в умовах деградації зв'язку та обмеженої видимості, а налагодження протоколів обміну даними з підрозділами авіації, артилерії та розвідки зменшить ризики помилок транскрипції координат. Методика підготовки кадрів. Рекомендовано впровадити модульну програму, що складається з базового модуля теорії топографії і орієнтування, польового модуля з навичками визначення азимутів і відстаней, цифрового модуля з опануванням ГІС, конвертації форматів і обробки БПЛА-знімків, а також інтеграційного модуля з командно-штабними вправами і сценарними тренуваннями для оцінки взаємодії. Для кожного модуля мають бути чіткі критерії оцінки, серед яких час виконання завдання, похибка визначення координат, якість передачі даних і злагодженість дій у групі. Психологічні та тактичні аспекти. Розвиток навичок орієнтування підвищує впевненість особового складу при технічній деградації засобів, тоді як інтеграція цифрових інструментів знижує навантаження на виконавця і дозволяє командирів сконцентрувати увагу на керуванні та забезпеченні. Важливо тренувати стресостійкість і вміння швидко приймати рішення в умовах змінених орієнтирів і дезорієнтації під час термінових маневрів.

Висновки й рекомендації. Інтеграція традиційного орієнтування з цифровими геоінформаційними інструментами підвищує оперативну точність, стійкість і адаптивність підрозділів. Практична реалізація цього підходу вимагає стандартизації форматів обміну координатами, наявності автономних геопросторових засобів у підрозділів, чітких регламентів переходу між методами, а також впровадження модульних навчальних програм з інтерактивними тренуваннями. Отримані результати доцільно використовувати для оновлення навчальних планів курсів військової топографії, розробки регламентів цілевказання і підвищення сумісності дій з міжнародними партнерами.

Список використаних джерел

1. ДСТУ 8302:2015. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. – Київ: ДП "УкрНДНЦ", 2016. – 16 с.
2. Доктрина з геоінформаційного забезпечення Збройних Сил України : наказ Генерального штабу ЗСУ, 2019. – Київ : Генеральний штаб ЗСУ, 2019.
3. NATO STANAG 2211. Geospatial Information. – Brussels : NATO Standardization Agency, 2014.
4. Бублик В. М. Військова топографія : навч. посіб. – Київ : НАОУ, 2020. – 312 с.
5. Семенюк О. П., Соловей І. В. Геоінформаційні системи у військовій справі. – Львів : Львівський національний університет, 2021. – 225 с.