

УДК 623.64



А. О. Іванченко



А. С. Пашуба



С. А. Горєлишев

## ОРИЄНТУВАННЯ НА МІСЦЕВОСТІ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ СЛУЖБОВО-БОЙОВОГО ЗАВДАННЯ В УМОВАХ МАГНІТНОЇ АНОМАЛІЇ

*Подано деякі альтернативні способи орієнтування на місцевості з високою точністю. По-перше, це використання сигналів сучасних супутникових систем. На основі цих сигналів побудовані програмні додатки, у тому числі й мобільні. По-друге, запропоновано вдосконалений метод орієнтування на місцевості типу «сонячний диск», який базується на використанні положення Сонця. Наведений мобільний прилад має невелику вагу та дозволить визначити істинний азимут на ціль або напрям руху з точністю до 1° в умовах магнітних аномалій.*

**Ключові слова:** магнітна аномалія, службово-бойове завдання, орієнтування.

**Постановка проблеми.** Ефективність виконання службово-бойових завдань, які покладені на військові частини та підрозділи Національної гвардії України (НГУ), залежить від багатьох факторів місцевості та тактичної обстановки [1]. Топогеодезичне забезпечення службово-бойової діяльності є важливим складовим компонентом бойового забезпечення. Вміння особового складу орієнтуватися на місцевості, визначити азимут на цілі, орієнтири або різні характеристичні об'єкти, своєчасне прибуття у визначений район (рубіж) є важливим фактором досягнення підрозділами успіху в службово-бойовій діяльності. Основним інструментом орієнтування на місцевості, визначення сторін світу та азимута завжди був магнітний компас.

Однак у деяких районах України (так званих магнітних аномалій) використання цього інструмента утруднено або неможливе зовсім. Умови магнітної аномалії мають дуже поширений характер як у планетарному масштабі, так і на території нашої країни. Крім того, використання компаса неможливе як усередині військової техніки, так і поблизу неї.

Таким чином, постає завдання розробити альтернативні способи орієнтування на місцевості з високою точністю. Це завдання є актуальним для службово-бойової діяльності

частин та підрозділів Національної гвардії України.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На сьогодні існує багато способів орієнтування на місцевості та визначення напрямків (істинних та магнітних азимутів) на ціль, у тому числі й без використання магнітних пристроїв, але ці способи мають низку неточностей, у результаті яких неможливо визначити точно напрямок руху, а лише приблизно.

У навчальному посібнику [2] розглянуто основні способи орієнтування на місцевості, такі, як орієнтування по карті, по компасу (за сторонами горизонту) і по орієнтирах. На практиці всі ці способи тісно взаємопов'язані і доповнюють один одного, але вони так чи інакше залежать від положення магнітних полів Землі та зон магнітних аномалій.

Автори публікації [3] питання орієнтування, вивчення місцевості, визначення кутів на місцевості і на карті пропонують вирішувати за допомогою геоінформаційних систем (ГІС). Перевагою такого способу є оперативність вирішення зазначених питань. Однак це потребує постійної актуалізації базових шарів електронної карти та введення додаткової інформації щодо зон магнітних аномалій.

У підручнику [4] та довіднику [5] крім попередніх способів, розглянуто орієнтування на місцевості за допомогою навігаційної

апаратури, такої, як гіронапівкомпас, апаратура з координатором, курсопрокладником, артилерійська бусоль, систем супутникової навігації, у тому числі за допомогою GPS-приймачів Garmin. Більшість з цих приладів розрахована на роботу в умовах магнітних аномалій, але складнощі викликає їх стаціонарне розташування у бойовій та броньованій техніці, що унеможливує використання на місцевості командирами підрозділів.

Вивчати місцевість пропонується безпосереднім оглядом, за топографічними, спеціальними і цифровими (електронними) картами, аерокосмознімками, веденням топографічної розвідки, що складно реалізується в умовах магнітних аномалій.

Автори праці [6] пропонують орієнтуватися на місцевості та в русі за допомогою танкової навігаційної апаратури (ТНА-4), агрегатів систем навігації машин забезпечення бойового чергування, які також встановлюються стаціонарно на бойовій техніці та використовуються тільки екіпажем.

Таким чином, проведений аналіз джерел показує, що проблема орієнтування на місцевості та визначення азимутів на об'єкт з високою точністю в умовах магнітної аномалії наразі не розглядається достатньою мірою.

У зв'язку з цим **метою статті** є розроблення альтернативних способів орієнтування на місцевості, її вивчення та визначення істинного азимута на об'єкт з високою точністю в умовах магнітної аномалії для командирів підрозділів НГУ.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі завдання:

– проаналізувати розташування магнітних аномалій у країні та їхній вплив на точність визначення магнітних азимутів;

– вибрати альтернативні методи орієнтування на місцевості за допомогою мобільних додатків;

– запропонувати вдосконалений метод орієнтування на місцевості типу «сонячний диск».

**Виклад основного матеріалу.** Під магнітною аномалією слід розуміти відхилення

величин реального магнітного поля Землі від теоретичних значень. Теоретичні обчислення виконувалися з припущенням про однорідність земних оболонок, а магнітне поле Землі відповідає полю однорідно намагніченого магнітного диполя, розташованого в центрі Землі [7]. Залежно від розмірів розрізняють кілька видів магнітної аномалії: світові (материкові), регіональні та локальні [8]. Крім того, магнітні аномалії кваліфікуються за ознаками:

а) намагнічення – індуковане (викликане сучасним магнітним полем) і природне залишкове (з попередніх геологічних періодів);

б) орієнтування полів – позитивні (орієнтування збігаються) і негативні (орієнтування протилежні).

Світових магнітних аномалій на сьогодні нараховується шість (розміри кожної близько 104 км). Найбільш інтенсивна є східно-азійська, яка охоплює територію Азії та частину Європи (Карпати, гірські райони Криму), значення індукції магнітного поля досягає 30 % значення, характерного для нормального поля.

Основною причиною виникнення менших за розмірами регіональних та локальних аномалій є різна намагніченість гірських порід, що утворюють земну кору. Їхня інтенсивність, форма та розміри залежать від геології місцевості. Наприклад, Криворізька та Кременчуцька магнітні аномалії зумовлені могутніми товщами залізистих кварцитів (магнетит). Їхня інтенсивність досягає  $10^4$ – $10^5$  нТл, а площа – до 65 км<sup>2</sup> [9].

Карта аномального магнітного поля України наведена на рис. 1 [10].

Скупчення військової техніки та озброєного особового складу, виконання завдання у бойових машинах можна віднести до локальних магнітних аномалій.

В умовах магнітних аномалій використання магнітних полів для орієнтування та визначення азимута неможливе, тобто таких приладів, як компас Адріанова, Брантона, Саммєнга, артилерійський компас та бусоль. Тому необхідно шукати альтернативні способи вивчення місцевості.



Рисунок 1 – Карта аномального магнітного поля України

Можливе використання гіроскопічного компаса в умовах магнітних аномалій, який є механічним приладом та визначає напрямок на північ з площиною істинного меридіана. Недоліками гірокомпаса є складність конструкції, великі розміри, необхідність безперервного спеціального обслуговування та відсутність автономності.

Інший шлях виконання цього завдання – це використання сигналів сучасних супутникових систем. На основі цих сигналів побудовані програмні додатки, у тому числі і мобільні. Наразі для орієнтування та вивчення місцевості достатньо активно застосовуються як платні мобільні додатки, так і додатки з вільного доступу. Як правило, це додатки воєнного або «навколовоєнного» призначення. Такими є Google Earth, Maps.me, CrowdMag, Commander Compass, Topic (Торо), MyGun (UkropSoft) та ін. Функціонал та можливості цих програм значно відрізняються, тож варто розглянути саме ті, які впливають на орієнтування та вивчення місцевості.

Google Earth у мобільній версії суттєво обмежений на відміну від свого десктопного варіанта, але, незважаючи на начебто цивільний функціонал, може стати в нагоді і військовим. Серед основних переваг додатка: достатньо

детальне зображення земної поверхні, наявність сітки паралелей та меридіанів, можливість використання великої кількості шарів, можливість перегляду із супутників (не в реальному часі), перегляд вулиць у населених пунктах, глобальне покриття льодовиків, перегляд земної поверхні в 3D, змін земної поверхні за роками, наявність історичних карт, вимірювання відстаней на карті, визначення геодезичних координат точок (див. рис. 2).

Maps.me – це зручний навігаційний додаток, який добре працює офлайн. Серед основних можливостей: достатньо детальне відображення місцевості, особливо лісистій, просік, гідрографії, орієнтирів, абсолютних висот, горизонталей. Є можливість встановлення міток, прокладання маршруту, пошуку об'єктів, вимірювання довжин ломаних ліній (див. рис. 3).

CrowdMag – простий, але дуже корисний додаток для визначення зон магнітних аномалій і напрямку магнітних полів, наявності магнітних штормів, визначення магнітного схилення для певної місцевості, істинного та магнітного напрямку. Також є можливість розрахунку магнітного схилення для будь-якої точки земної поверхні на будь-яку дату (див. рис. 4).

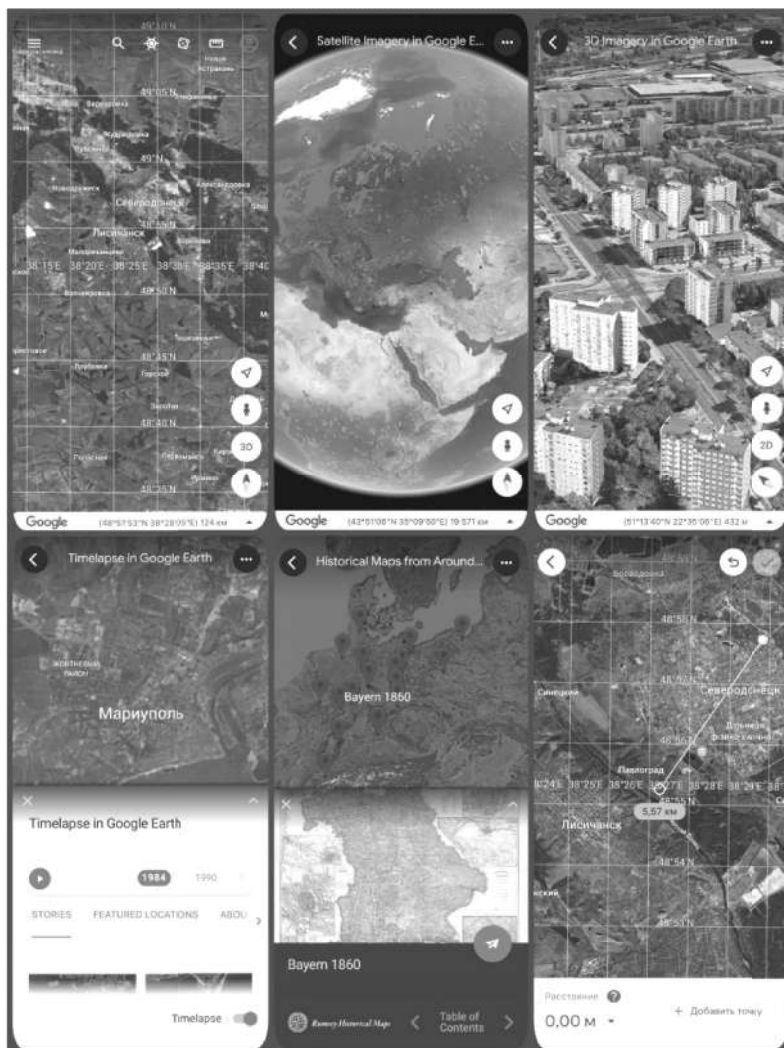


Рисунок 2 – Зовнішній вигляд додатка Google Earth

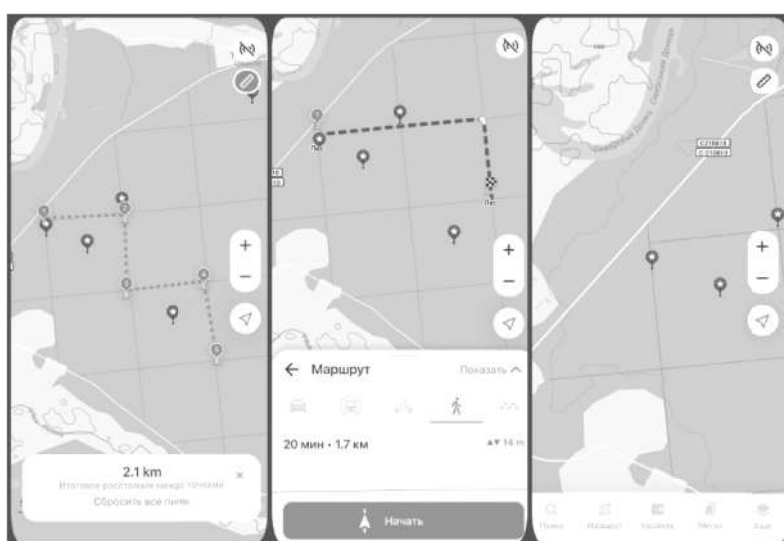


Рисунок 3 – Зовнішній вигляд додатка Maps.me



Рисунок 4 – Зовнішній вигляд додатка CrowdMag

Commander Compass дає змогу користуватися компасом зі шкалою в градусах та Mil з накладанням її безпосередньо на карту місцевості з великою кількістю шарів, типів та джерел походження карт, у тому числі і топографічних. Серед доступних даних також геодезичні координати, кут нахилу електронного пристрою, магнітне схилення, абсолютна висота над рівнем моря, можливість вибору точок для руху, напрямків, відстаней. Крім того, важливою функцією цього додатка є можливість перегляду в режимі реального часу рівня сигналу супутників, наявних супутників над своїм місцем розташування, точні їхні координати та якій країні вони належать (див. рис. 5).

Додаток Toric (Торо) дозволяє визначати координати в основних системах координат свого місцезнаходження та інших точок, розраховувати пряму та зворотню геодезичні задачі, розраховувати спряжене спостереження, кути Сонця та Місяця, зближення меридіанів за координатами, визначати зону за координатами, конвертувати координати різних систем та кути, провести розрахунок параметрів формули тисячної, розрахунок відстані залежно від температури та різниці швидкості світла і звуку, розрахунок параметрів бета-візюру та кутотіра, дає можливість вимірювати відстані та азимути між точками на навігаційній карті в різних системах

кутів (див. рис. 6). Цей додаток можна використовувати як компас, який вимірює азимут у градусах, хвилинах та секундах або в поділках кутотіра. Усі зазначені вище можливості цього мобільного додатка використовуються в артилерійських підрозділах Збройних Сил України та Національної гвардії України.

MyGun (UkropSoft) як продовження додатка Toric (Торо) крім його основного функціонала, дає можливість здійснювати цілевказання та корегування артилерії, розраховувати поправки під час стрільби для різних артилерійських систем з урахуванням впливаючих на це факторів, а також наносити позиції своїх військ та військ противника у прийнятих умовних знаках, з координатами та додатковими даними (див. рис. 7).

Однак останнім часом учені NASA помітили, що області магнітних аномалій зазнають змін (розширення, розділення та ін.), що створює додаткові проблеми для супутникових місій [11]. Через це не слід забувати і про традиційні методи орієнтування. Наприклад, можливо запропонувати удосконалений метод орієнтування на місцевості типу «сонячний диск». Зовнішній вигляд мобільного приладу, який реалізує цей метод, зображено на рис. 8.

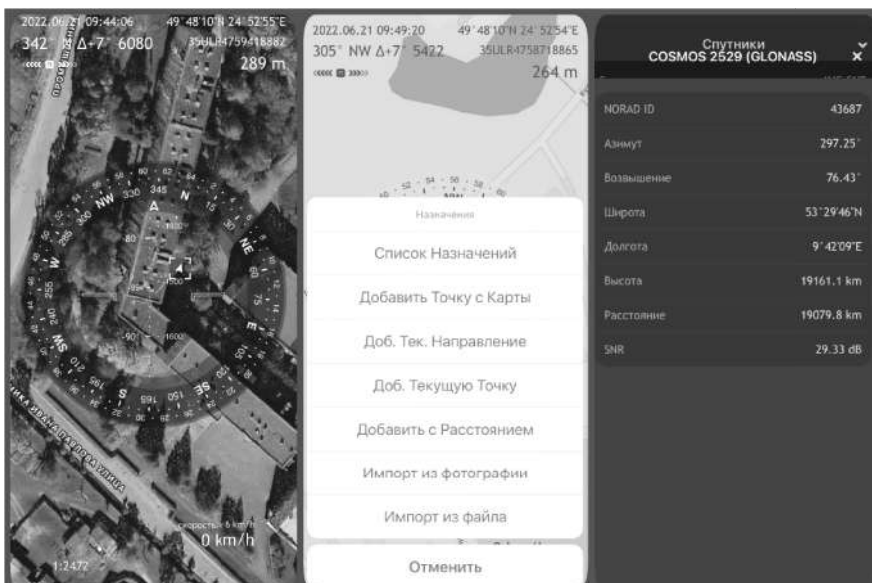


Рисунок 5 – Зовнішній вигляд додатка Commander Compass

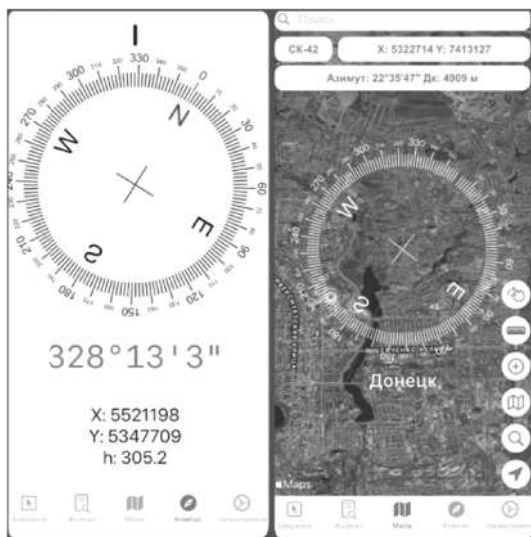


Рисунок 6 – Зовнішній вигляд додатка Торіс (Торо)



Рисунок 7 – Зовнішній вигляд додатка MyGun (UkrOpSoft)

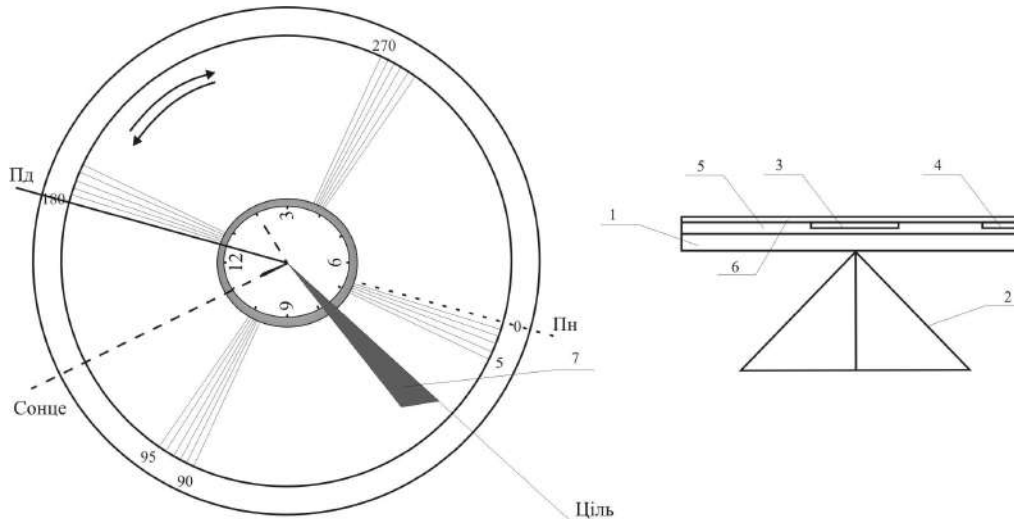


Рисунок 8 – Зовнішній вигляд мобільного приладу

Запропонований мобільний прилад складається з таких частин:

- основа (1), яка призначена для кріплення основних складових приладу;
- переносна тринога (2) для горизонтування приладу та установки його на ґрунті;
- механічний годинник (3) для визначення сторін горизонту;
- гідравлічний рівень (4), призначений для контролю встановлення приладу на ґрунті в горизонтальному положенні;
- обертальне коло (5), яке має можливість повороту на  $360^\circ$ , призначене для орієнтування механічного годинника;
- кутова шкала від  $0^\circ$  до  $360^\circ$  на плексигласовому колі (6) призначена для визначення південного напрямку на показнику  $180^\circ$ ;
- візор (7) для визначення істинного азимута на ціль.

Робота мобільного приладу базується на використанні принципу визначення сторін горизонту за Сонцем (Місяцем) і механічним годинником [3, 4]. Після визначення напрямку на південь треба зорієнтувати кутову шкалу (6) на цей напрямок за  $180^\circ$ . Далі візор встановити у напрямку на ціль та визначити істинний азимут за кутовою шкалою (6) з точністю в  $1^\circ$ .

Логічно зрозуміти, що використання такого приладу можливе тільки в сонячну погоду, але за середньої хмарності (особливо влітку) ця проблема вирішується частково, за допомогою лінзи. Для використання лінзи необхідно на білому фоні диска сфокусувати максимально яскравий пучок світла, який і визначить положення Сонця. Однак вирішення цієї проблеми пов'язано з положенням Сонця відносно хмарного покриву. Чим Сонце ближче до півдня, тим чіткішим буде пучок, чим далі, тим розмитішим аж до моменту його повного зникнення.

Таким чином, за допомогою наведених способів орієнтування, визначення сторін горизонту та напрямків на ціль є можливість отримати точність азимутів до  $1^\circ$  в умовах магнітних аномалій.

### Висновки

На основі оброблення та аналізу статистичних даних моніторингу значення магнітного поля в країні визначено наявність магнітних аномалій, як світових (Карпати, гірські райони Криму), регіональних (Криворізька та Кременчуцька магнітні аномалії), так і локальних. Використання магнітних приладів для орієнтування у зазначених районах утруднено або неможливо зовсім.

Альтернативним способом виконання цього завдання є використання сигналів сучасних супутникових систем. На основі цих сигналів побудовані програмні додатки, у тому числі й мобільні. На сьогодні для орієнтування та вивчення місцевості достатньо активно застосовуються як платні мобільні додатки, так і додатки з вільного доступу [Google Earth, Maps.me, CrowdMag, Commander Compass, Topic (Торо), MyGun (UkropSoft) та ін.]. Функціонал та можливості цих програм значно відрізняються.

У статті запропоновано удосконалений метод орієнтування на місцевості типу «сонячний диск», який базується на використанні положення Сонця. Наведений мобільний прилад має невелику вагу та дасть змогу визначити істинний азимут на ціль або напрямок руху з точністю до  $1^\circ$  в умовах магнітних аномалій.

Надалі необхідно більше уваги зосередити на вдосконаленні методів використання мобільних програмних додатків та нетрадиційних способів орієнтування у службово-бойовій діяльності НГУ.

**Перелік джерел посилання**

1. Про Національну гвардію України : Закон України від 13.03.2014 р. № 876-VII. *Відомості Верховної Ради України*. 2014. № 17. Ст. 594 (зі змінами, внесеними згідно із Законом від 24.12.2015 р. № 920-VIII).

2. Кривошеєв А. М., Приходько А. І., Петренко В. М., Сергієнко Р. В. Військова топографія : навч. посіб. Суми : СумДУ, 2010. 281 с.

3. Військова топографія : навч. посіб. / А. І. Олещенко та ін. Харків : НА НГУ, 2021. 290 с.

4. Військова топографія. 5-е вид., перероб. та доп. / С. Г. Шмаль та ін. Київ : Ліра-К, 2017. 643 с.

5. Шмаль С. Г., Розумний М. Н. Довідник з військової топографії. Київ : РВЦ ЗСУ, 2016. 119 с.

6. Евдокимов А. А. Военная топография : пособие для практ. занятий. Санкт-Петербург : ГУАП, 2008. 152 с.

7. Бондаренко В. М., Демура Г. В., Ларионов А. М. Общий курс геофизических методов разведки. Москва : Недра, 1986. 453 с.

8. Магниторазведка : справочник геофизика. 2-е изд., перераб. и доп. / В. Е. Никитский и др. Москва : Недра, 1990. 470 с.

9. Велика українська енциклопедія. Аномалія магнітна. URL: <https://vue.gov.ua>. (дата звернення: 19.04.2022).

10. Сівєрщина. Всеукраїнський незалежний медійний простір. URL: <https://sure.li/ctunl> (дата звернення: 19.04.2022).

11. Аномалія в магнітному полі Землі розділилася на дві частини: що це значить. URL: <https://zn.ua/ukr/amp/TECHNOLOGIES> (дата звернення: 19.04.2022).

*Стаття надійшла до редакції 23.06.2022 р.*

**UDC 623.64**

**A. Ivanchenko, A. Pashuba, S. Horielyshev**

**ORIENTATION ON THE TERRAIN WHEN PERFORMING A SERVICE AND COMBAT MISSION UNDER THE CONDITIONS OF A MAGNETIC ANOMALY**

*The ability of personnel to navigate the terrain, determine azimuths to a target, landmarks or various characteristic objects, and timely arrival at a given area (line) is an important factor in achieving success in service and combat activities by subunits. However, in areas of magnetic anomalies, the use of magnetic orientation devices is difficult or not possible at all. Several types of magnetic anomalies differ depending on the size: global (mainland) – the Carpathians, mountainous regions of Crimea, regional – Krivoy Rog and Kremenchug and local – accumulation of equipment, etc.*

*The disadvantages of using a gyroscopic compass, which is a mechanical device, are the complexity of the design, large size, the need for continuous special maintenance and lack of autonomy.*

*The article presents some alternative methods of tactful orientation on the terrain with high accuracy.*

*Firstly, it is the use of signals from modern satellite systems. Based on these signals, software applications, including mobile ones, have been created. As a rule, these are military or «near military» applications. These are Google Earth, Maps.me, CrowdMag, Commander Compass, Topic (Topo), MyGun (UkropSoft), etc. The functionality and capabilities of these programs differ significantly from each other, but most are focused on exploring the area.*

*Secondly, an improved method of orientation on the terrain of the «solar disk» type is proposed, which is based on the use of the position of the Sun (Moon). The proposed mobile device is lightweight and allows you to determine the true azimuth to the target or the direction of movement with an accuracy of up to 10 in the condition of magnetic anomalies. The use of this device is possible only in sunny weather, however, with average cloudiness (especially in summer), this problem is partially solved with the help of a lens and the formation of a sunspot.*

**Keyword:** magnetic anomaly, service and combat missions, orientation.

**Іванченко Артем Олегович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри тактики Національної академії Національної гвардії України  
<https://orcid.org/0000-0001-9133-5284>

**Пашуба Антон Сергійович** – викладач кафедри тактики Національної академії Національної гвардії України  
<https://orcid.org/0000-0002-9763-8558>

**Горєлишев Станіслав Анатолійович** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри тактики Національної академії Національної гвардії України  
<https://orcid.org/0000-0003-1689-0901>