

Булгаков А. А.

(0000-0003-4139-6761)

Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, Київ

Удосконалена методика обґрунтування складу сил і засобів топогеодезичного забезпечення військ оперативного командування у мирний час

Резюме. У статті розглянуто удосконалену методику обґрунтування складу сил і засобів топогеодезичного забезпечення військ оперативного командування у мирний час.

Ключові слова: топографічні карти; топогеодезична інформація; топогеодезичне забезпечення; удосконалена методика; склад сил і засобів.

Постановка проблеми. Досвід війн та збройних конфліктів сучасності свідчить, що своєчасне забезпечення військ актуальною топогеодезичною інформацією (ТГІ), відображеною на топографічних картах, є важливою запорукою виконання військами поставлених завдань [1].

Однак аналіз досвіду топогеодезичного забезпечення (ТГЗ) Збройних Сил України (ЗС України) за останні роки вказує на наявність у цій сфері діяльності суттєвих проблемних питань, а саме: застарілість ТГІ, топографічних карт і топогеодезичної техніки; недосконалість організаційної структури сил і засобів (СіЗ) ТГЗ ЗС України [2].

Однією з причин такого стану є необґрунтоване скорочення на межі ХХ та ХХІ століть у складі військ оперативних командувань (ОК) топогеодезичних загонів (центрів).

На сьогодні у складі військ ОК залишилися лише картографічні частини та склад топографічних карт, які не спроможні здійснювати своєчасне та у необхідних обсягах оновлення ТГІ. Зі свого боку, централізація управління топогеодезичними центрами, які знаходяться у підпорядкуванні Командування Сил підтримки, також не сприяє своєчасному забезпеченню військ актуальною ТГІ.

Такий стан свідчить про потребу у відтворенні в ОК необхідного складу СіЗ ТГЗ. Для успішного проведення якісних змін у системі ТГЗ необхідно прийняти відповідні науково обґрунтовані рішення, які, зі свого боку, потребують використання сучасного методичного апарату.

У зв'язку з цим актуальним на сьогодні є удосконалення такого методичного апарату, який давав би змогу обґрунтувати необхідний склад СіЗ ТГЗ для успішного виконання завдань за призначенням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз існуючих методик [3–10], які використовуються для обґрунтування складу зазначених СіЗ, свідчить про їх певні недоліки, а саме:

вони ґрунтуються на гіпотезі, що залежність “старіння” ТГІ від часу має лінійний характер, проте практика свідчить про нелінійність такої залежності [9];

недостатньо коректно враховують вплив рівня підготовленості особового складу;

визначення потрібного складу СіЗ ТГЗ на мирний час здійснюється без урахування необхідного рівня забезпеченості військ ТГІ.

Отже такий стан не дає змоги коректно обґрунтувати потрібний склад СіЗ ТГЗ військ ОК.

З аналізу наведених праць випливає необхідність удосконалення методики обґрунтування складу СіЗ ТГЗ військ ОК у мирний час, що і є метою статті.

Виклад основного матеріалу. Вирішення завдань ТГЗ військ (сил) ОК зумовлює потребу мати у складі ОК СіЗ ТГЗ, здатні виконувати завдання за призначенням. Порядок створення та забезпечення ТГІ передбачає залучення певної кількості СіЗ ТГЗ на різних рівнях (тактичному, оперативному) в процесі забезпечення нею військ (сил). Кількість цих СіЗ буде різною і має відповідати обсягам завдань, що покладаються на систему ТГЗ [4]. Обраний склад СіЗ ТГЗ буде визначати певні оперативність, точність, надійність та достовірність завдань зі створення та оновлення ТГІ. До того ж слід зазначити, що під час дослідження функціонування СіЗ ТГЗ у мирний час, необхідно враховувати мінімізацію витрат ресурсів.

Таким чином, урахувавши зазначене, можливо записати завдання дослідження необхідного складу СіЗ ТГЗ у такому загальному вигляді:

$$C = n_{\text{ТГП } i} \left(t^{(\text{вим})}, H_{\text{ОТГР } i} \right) \cdot c_{\text{ТГП } i} \rightarrow \min, \quad (1)$$

де C – витрати на створення топогеодезичних відділень;

$n_{\text{ТГП } i}$ – потрібна кількість топогеодезичних відділень відповідно за i -м варіантом складу СіЗ ТГЗ;

$c_{\text{ТГП } i}$ – вартість створення та утримання одного топогеодезичного відділення за i -м варіантом складу СіЗ ТГЗ відповідно, грн;

$H_{\text{ОТГР } i}$ – обсяги геодезичних робіт, за i -м варіантом складу СіЗ топогеодезичних відділень.

$t^{(\text{вим})}$ – періодичність оновлення ТГІ, що визначена керівними документами.

Сформульована в загальному вигляді задача дослідження говорить про необхідність вирішення задачі оптимізації, де можливо застосувати метод математичного програмування.

Суть удосконалення полягає в тому, що на відміну від існуючих методик, у запропонованій методиці, додатково введені

обчислювані процедури щодо визначення: коефіцієнта “старіння” ТГІ β , коефіцієнти підготовленості спеціалістів геодезичних $K_{\text{ТГ}}$, топографічних $K_{\text{ТП}}$ та картографічних $K_{\text{КП}}$ підрозділів; спосіб визначення оптимального варіанта складу сил і засобів ТГЗ, який базується на вирішенні оптимізаційної задачі математичного програмування з мінімізацією витрат C на створення та утримання топогеодезичних відділень.

Загальна структурно-логічна схема зазначеної методики, яка складається із семи взаємопов’язаних етапів, наведена на рис. 1.

На першому етапі здійснюється формалізація залежності “старіння” ТГІ від часу. Як було зазначено, в існуючих методиках приймається, що старіння цієї інформації з часом має лінійний характер. Однак результати аналізу досвіду ТГЗ військ і досліджень у цій галузі свідчать, що така залежність має вигляд кривої, швидкість зростання якої з часом знижується [11] (рис. 2).

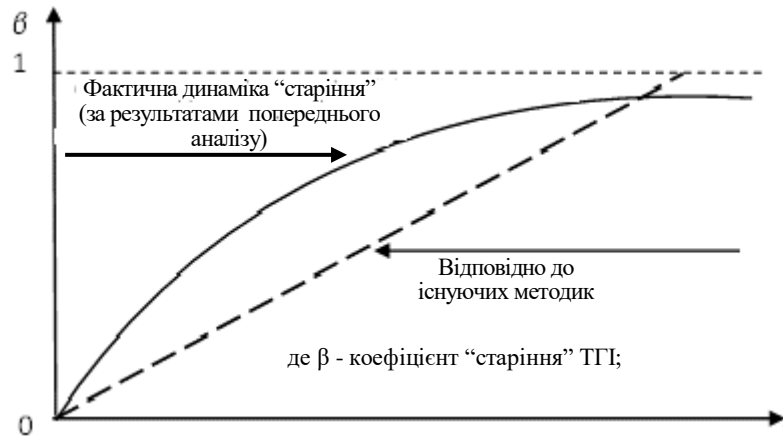


Рис. 2. Графік залежності коефіцієнта “старіння” ТГІ від часу (загальний вигляд)

Тому, для визначення залежності коефіцієнта “старіння” ТГІ $K_{\text{ТГ}}$, використовується наведений нижче аналітичний вираз функції розподілу [12], який дає змогу отримувати більш коректні результати, а саме:

$$\beta = 1 - \exp \left[- \left(\frac{t}{A} \right)^B \right], \quad (2)$$

де A – параметр масштабу функції;

B – параметр форми функції.

Вихідними даними для визначення значень параметрів A і B можуть бути статистичні дані щодо “старіння” ТГІ, або результати експертного опитування.

Орієнтовні значення A та B , визначені за результатами експертного оцінювання та проведеного на їх основі регресійного аналізу, наведені у Табл. 1.

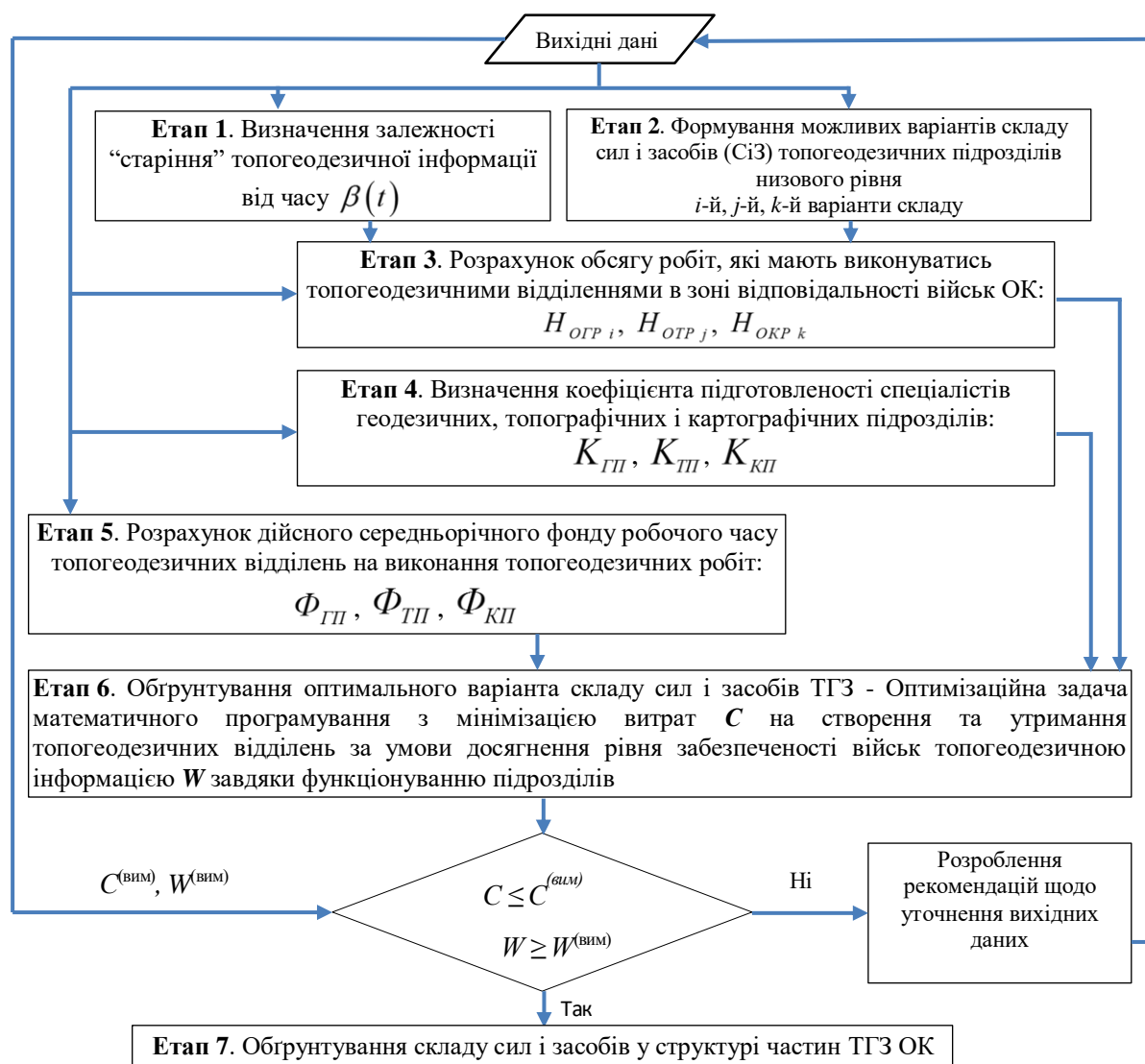


Рис. 1 Структурно-логічна схема удосконаленої методики обґрунтування складу СіЗ ТГЗ військ ОК у мирний час

На рис. 1 позначено:

- $\beta(t)$ – коефіцієнт “старіння” ТГІ від часу;
- $H_{OGR\ i}, H_{OTP\ j}, H_{OKP\ k}$ – обсяги геодезичних, топографічних та картографічних робіт;
- K_{GP}, K_{TP} – коефіцієнти підготовленості спеціалістів геодезичних, топографічних і картографічних підрозділів;

$\Phi_{GP}, \Phi_{TP}, \Phi_{KP}$ – дійсний середньорічний фонд робочого часу геодезичних, топографічних та картографічних підрозділів на виконання топогеодезичних робіт.

Таблиця 1

Орієнтовні значення параметрів А та В

№	Топогеодезична інформація		Параметр	
			А	В
1	Геодезична основа	промислово-розвинута густонаселена територія	30,15	0,067
2		сільськогосподарська середньонаселена територія	67,38	0,04
3		гірська, лісова і степова малонаселена територія	123,63	0,021
4	Топографічна основа	промислово-розвинута густонаселена територія	29,71	0,08
5		сільськогосподарська середньонаселена територія	66,49	0,056
6		гірська, лісова і степова малонаселена територія	147,44	0,038

На другому етапі здійснюється формування можливих варіантів складу СіЗ топогеодезичних підрозділів низового рівня, під якими розуміються геодезичне, топографічне та картографічне відділення.

Ці варіанти визначаються з огляду на можливість комплектування зазначених відділень різними типами техніки та майна, а також різною кількістю особового складу.

На третьому етапі визначається обсяг робіт (у людино-годинах), які мають виконуватись топогеодезичними підрозділами при певному варіанті складу СіЗ протягом встановленої керівними документами [13], [14] періодичності оновлення топографічних карт ($t^{(внм)}$).

Розрахунки проводяться за трьома складовими: обсяги геодезичних робіт $H_{огр i}$, за i -м варіантом складу СіЗ геодезичного відділення, топографічних робіт $H_{отр j}$, за j -м варіантом складу СіЗ топографічного відділення та картографічних робіт $H_{окр k}$, за k -м варіантом складу СіЗ картографічного відділення. Основними вихідними даними при цьому є: кількість номенклатурних аркушів топографічних карт, пунктів державної геодезичної мережі (ДГМ), спеціальної геодезичної мережі (СГМ) у зоні відповідальності оперативного командування; перелік типових топогеодезичних робіт та

нормативи з трудомісткістю їх виконання (залежно від варіанта складу відділень).

Як приклад, наведемо формулу для розрахунку обсягів одного з видів геодезичних робіт, а саме з відновлення пунктів державної геодезичної мережі:

$$H_{вдгм i} = N_{дгм} \cdot \beta \cdot h_{вдгм i}, \quad (3)$$

де $H_{вдгм i}$ – обсяг робіт з відновлення пунктів ДГМ за i -м варіантом складу СіЗ геодезичного відділення;

$N_{дгм}$ – кількість пунктів ДГМ, що знаходяться в зоні відповідальності ОК;

$h_{вдгм i}$ – норми часу на відновлення одного пункту ДГМ, в люд.-год/пункт за i -м варіантом складу СіЗ геодезичного відділення.

За подібними формулами розраховуються обсяги інших видів геодезичних, топографічних і картографічних робіт.

Після чого загальні обсяги згаданих робіт сумуються.

На четвертому етапі визначається величина коефіцієнта підготовленості спеціалістів геодезичних ($K_{гп}$), топографічних ($K_{тп}$) і картографічних ($K_{кп}$) підрозділів.

Так, коефіцієнт $K_{гп}$ розраховується за формулою

$$K_{гп} = \varphi_{ст}^r \cdot K_{ст}^r + \varphi_{1р}^r \cdot K_{1р}^r + \varphi_{2р}^r \cdot K_{2р}^r, \quad (4)$$

де $\varphi_{ст}^r$, $\varphi_{1р}^r$, $\varphi_{2р}^r$ – частка старших спеціалістів, спеціалістів 1-го та 2-го розрядів відповідно у геодезичному підрозділі (відділенні) (визначається виходячи з фактичної наявності у геодезичному підрозділі спеціалістів різної кваліфікації);

$K_{ст}^r$, $K_{1р}^r$, $K_{2р}^r$ – коефіцієнти, які враховують вплив рівня підготовки старших спеціалістів, спеціалістів 1-го та 2-го розрядів відповідно на швидкість виконання робіт.

За аналогічними (4) формулами розраховуються $K_{тп}$ та $K_{кп}$.

Слід зазначити, що на відміну від існуючих методик рівень підготовленості спеціалістів, пропонується визначати не через усереднену оцінку особового складу за результатами бойової та спеціальної підготовки, а виходячи з частки спеціалістів різної

кваліфікації у підрозділі та впливу цієї кваліфікації на швидкість виконання топогеодезичних робіт.

На п'ятому етапі визначається дійсний річний фонд робочого часу для кожного варіанта складу геодезичних ($\Phi_{гп i}$), топографічних ($\Phi_{тп j}$) і картографічних ($\Phi_{кп k}$) відділень.

До того ж враховуються втрати часу на виконання робіт, що безпосередньо не пов'язані з виконанням основних завдань (вихідні, святкові та навчальні дні, час на переїзди в район виконання робіт та ін.).

На шостому етапі обґрунтовується оптимальний варіант складу сил і засобів ТГЗ.

Цей варіант пропонується визначати через вирішення оптимізаційної задачі математичного програмування з мінімізації витрат на створення та утримання топогеодезичних відділень, цільовою функцією якої є:

$$C = n_{\text{ГП } i} \left(t^{(\text{внм})}, H_{\text{ОГР } i} \right) \cdot c_{\text{ГП } i} + n_{\text{ТП } j} \left(t^{(\text{внм})}, H_{\text{ОТР } j} \right) \cdot c_{\text{ТП } j} + n_{\text{КП } k} \left(t^{(\text{внм})}, H_{\text{ОКР } k} \right) \cdot c_{\text{КП } k} \rightarrow \min, \quad (5)$$

де $n_{\text{ГП } i}$, $n_{\text{ТП } j}$, $n_{\text{КП } k}$ – потрібна кількість геодезичних, топографічних та картографічних відділень відповідно за i -м, j -м, k -м варіантом складу сил і засобів ТГЗ відповідно;

$c_{\text{ГП } i}$, $c_{\text{ТП } j}$, $c_{\text{КП } k}$ – вартість створення та утримання одного геодезичного, топографічного та картографічного відділення за i -м, j -м, k -м варіантом складу сил і засобів ТГЗ відповідно, грн.

При цьому застосовуються такі обмеження:

$$n_{\text{ГП } i} \geq \frac{H_{\text{ОГР } i}}{\Phi_{\text{ГП } i} \cdot t^{(\text{внм})} \cdot K_{\text{ГП}}}; \quad n_{\text{ТП } j} \geq \frac{H_{\text{ОТР } j}}{\Phi_{\text{ТП } j} \cdot t^{(\text{внм})} \cdot K_{\text{ТП}}}; \quad n_{\text{КП } k} \geq \frac{H_{\text{ОКР } k}}{\Phi_{\text{КП } k} \cdot t^{(\text{внм})} \cdot K_{\text{КП}}}. \quad (8)$$

Змінними виступає варіант складу геодезичних, топографічних і картографічних відділень:

$$i = \overline{1, R}; \quad j = \overline{1, S}; \quad k = \overline{1, U}. \quad (9)$$

де i – варіант складу геодезичного відділення;

j – варіант складу топографічного відділення;

k – варіант складу картографічного відділення;

R – кількість геодезичних відділень;

S – кількість топографічних відділень;

U – кількість картографічних відділень;

Вирішення цієї задачі здійснюється методом перебору.

Якщо умови (6) і (7) не виконуватимуться, виникатиме необхідність додаткового розгляду інших, менш затратних варіантів складу Сіз ТГЗ з переходом до 2-го етапу, збільшення періодичності оновлення ТГП, або зниження потрібного рівня забезпеченості військ ТГП ($W^{(\text{внм})}$).

На сьомому етапі, з огляду на визначений оптимальний варіант складу топогеодезичних відділень і їх потрібної кількості, обґрунтовується склад Сіз у структурі частин ТГЗ військ оперативного командування. Зокрема, визначається потрібна кількість підрозділів типу, “взвод” і “рота”, які необхідно мати у структурі ТГЗ військ ОК для виконання завдань за призначенням. На підставі отриманих результатів формуються штати топогеодезичних підрозділів.

вартість створення та утримання необхідної кількості топогеодезичних відділень (C) не має перевищувати величину коштів, які можуть бути виділені ($C^{(\text{внм})}$):

$$C \leq C^{(\text{внм})}; \quad (6)$$

досягнутий завдяки функціонуванню топогеодезичних підрозділів рівень забезпеченості військ топогеодезичною інформацією (W) має бути не нижчим від потрібного ($W^{(\text{внм})}$):

$$W \geq W^{(\text{внм})}; \quad (7)$$

визначені підрозділи мають виконувати поставлені завдання з визначеним обсягом робіт, тобто:

Висновки. У статті висвітлена удосконалена методика обґрунтування складу Сіз ТГЗ військ ОК у мирний час. Новизна запропонованої методики полягає у такому:

по-перше, у визначеній аналітичній залежності коефіцієнта “старіння” ТГП від часу, яка, на відміну від існуючих, має нелінійний характер та більш адекватно відображає процес зазначеного старіння, що дає змогу більш коректно визначати обсяги робіт, які мають виконуватися топогеодезичними підрозділами;

по-друге, удосконалено спосіб визначення величини коефіцієнта підготовленості спеціалістів топогеодезичних підрозділів, у якому, на відміну від існуючих, рівень підготовленості особового складу визначається виходячи з частки особового складу різної кваліфікації та впливу цього рівня на швидкість виконання топогеодезичних робіт;

по-третє, запропоновано спосіб визначення оптимального варіанта складу сил і засобів ТГЗ, який, на відміну від існуючих, базується на вирішенні оптимізаційної задачі математичного програмування з мінімізацією витрат на створення та утримання топогеодезичних відділень. До того ж забезпечуватиметься виконання обсягу робіт, які мають виконуватись топогеодезичними підрозділами.

Подальшим напрямом досліджень має стати використання запропонованої методики для розроблення рекомендацій щодо потрібного складу Сіз ТГЗ військ ОК.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Чорнокнижний О. А. Теоретичні основи застосування за призначенням частин та підрозділів топографічної служби // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Київ, 2016. № 2 (35). С. 43–45.
2. Інформаційно-аналітичні матеріали з досвіду організації ТГЗ у ході ведення Антитерористичної операції на території Донецької та Луганської областей. Київ : ГКЦ ЗСУ. 32 с.
3. Зотов С. В. Методика оптимального розподілу сил системи топогеодезичного забезпечення по завданнях з максимізацією оперативності // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони : наук.-техн. журнал. Київ, 2017. № 1 (28). С. 28–30.
4. Коробейников А. С., Ярыгин Ю. Н., Скопин Д. В. Методический подход к обоснованию рационального состава и структуры многофункциональной организационно-технической системы военного назначения // Вооружение и экономика : электрон. научн. журнал. Москва, 2010. № 2 (10). С. 21–30.
5. Зотов С. В. Методика розподілу сил топогеодезичного забезпечення оперативно-тактичного угруповання військ в оборонній операції за завданнями з максимізацією оперативності // Труды університету : зб. наук. праць. Київ, 2018. № 1 (146). С. 66–75.
6. Дідіченко В. П. Загальний зміст та основні положення концепції обґрунтування складу військ (сил), необхідного для виконання визначених завдань, за критерієм “достатності спроможностей” // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. Харків, 2019. № 3(36). С. 33–39. DOI: <https://doi.org/10.30748/nitps.2019.36.04>.
7. Дідіченко В. П. Методичний підхід до обґрунтування раціонального складу військ (сил) // Системи озброєння і військова техніка. Харків, 2018. № 2 (54). С. 121–129. DOI: <https://doi.org/10.30748/soivt.2018.54.17>.
8. Горюнов В. І. Обґрунтування раціонального складу сил і засобів транспортного забезпечення військ // Системи озброєння і військова техніка. Харків, 2016. № 1. С. 14–16. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/soivt_2016_1_5. (дата звернення: 06.10.2021).
9. Строеие топографических карт и необходимость их обновления // Землеустройство и кадастр. URL: <http://kadastrua.ru/stati/749-stroenie-topograficheskikh-kart-i-neobchodimost-ikh-obnovleniya.html>. (дата звернення: 05.10.2021).
10. Можаровський В. М. Аналіз підходів до обґрунтування бойового складу Сухопутних військ ЗС України // Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського. Київ, 2016. № 3 (58). С. 12–17.
11. Вячеславова Ю. И. Старение топографической основы // Молодой ученый. Харків, 2019. № 13 (251). С. 69–71. URL: <http://moluch.ru/archive/251/57647/>. (дата звернення: 05.10.2021).
12. Экспоненциальный закон распределения и закон распределения Вейбулла, их использование в теории надежности. URL: <https://lektsii.com/2-19227.html>. (дата звернення: 10.12.2021).
13. Про затвердження Інструкції з використання топографічних, спеціальних, цифрових (електронних) карт в Збройних Силах України : наказ ГШ Збройних Сил України від 17.09.2016 р. № 354. 24 с.
14. Вказівки начальника топографічної служби Збройних Сил України – начальника управління воєнно-топографічного і навігації Командування Сил підтримки Збройних Сил України на виконання спеціальних робіт: військовим організаційним структурам з геопросторової підтримки ЗС України. Київ : КСП ЗСУ, 2021. 19 с.

Стаття надійшла до редакційної колегії 14.12.2021

Improved methodology for substantiating the composition of forces and means of topographic and geodetic support for operational command troops in peacetime

Annotation

Analysis of the experience of topographic and geodetic support (TGS) of the Armed Forces of Ukraine (AF of Ukraine) in recent years indicates the presence of significant issues in this area, namely: obsolescence of topographic maps and topographic and geodetic equipment; imperfection of the organizational structure of forces and facilities (F&F) of the Armed Forces of Ukraine.

To date, only cartographic units and topographic maps have remained in the OK troops, which are not able to carry out timely and necessary updates of topographic and geodetic information (TGI). This state indicates the need to reproduce in the operative command the necessary composition of the F&F TGS. In order to successfully carry out qualitative changes in the TGS system, it is necessary to make appropriate scientifically sound decisions, which in turn require the use of modern methodological apparatus.

The article highlights the improved method of substantiation of the composition of the F&F TGS operative command troops in peacetime. The novelty of the proposed method is as follows:

first, in a certain analytical dependence of the coefficient of "aging" TGI on time, which, in contrast to existing, is nonlinear and more adequately reflects the process of aging, which allows more accurately determine the amount of work to be performed by topographic units;

secondly, the method of determining the coefficient of training of specialists of topographic and geodetic subdivisions has been improved, in which, unlike the existing ones, the level of training of personnel is determined based on the share of personnel of different qualifications and the impact of this level on the speed of topographic and geodetic works;

thirdly, a method for determining the optimal composition of forces and facilities of TGS, which, in contrast to existing ones, is based on solving the optimization problem of mathematical programming with minimizing the cost of creating and maintaining topographic departments. This will ensure the implementation of the scope of work to be performed by topographic and geodetic units.

Keywords: topographic maps; topographic and geodetic information; topographic and geodetic support; improved methodology; composition of forces and facilities.