

Володимир Іванович Коцюруба (доктор технічних наук, старший науковий співробітник)

Руслан Михайлович Черевко

Олександр Анатолійович Іващук

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ МАРШРУТІВ МАНЕВРУ ПУНКТІВ УПРАВЛІННЯ В ХОДІ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ ІЗ ВРАХУВАННЯМ ЗАТРИМКИ НА ІНЖЕНЕРНИХ ЗАГОРОДЖЕННЯХ

На сьогоднішній день, в умовах інтенсивного розвитку озброєння та військової техніки, інформаційних та цифрових технологій одним з головних завдань Збройних Сил України буде забезпечення живучості та збереження боєздатності військових формувань. Одним із компонентів живучості являється протидія засобам розвідки та ураження противника. Враховуючи, що здійснення маневру силами і засобами, під час нанесення ударів противником або безпосередньо перед їх нанесенням, розглядається як пасивна протидія засобам ураження противника. Відмічається, що здійснення своєчасного маневру є однією з основних умов, збереження сил і засобів військових формувань та пункту управління та в свою чергу підвищує їх живучість та боєздатність.

Враховуючи, що жодне завдання не може бути виконано успішно без прийняття обґрунтованого рішення. Постає питання вибору та обґрунтування раціонального варіанту маршруту маневру для військових формувань та пунктів управління. Причому різноманітність мережі шляхів руху обумовлює велику кількість варіантів можливих маршрутів

Обґрунтування раціональних маршрутів маневру військових формувань під час бойових дій здійснюється із використанням результатів розрахунку очікуваного часу маневру із порівнянням значень одержаних результатів для альтернативних варіантів маршрутів. Внаслідок чого визначається оптимальний маршрут, для здійснення маневру військовим формуванням чи пунктом управління, який забезпечить своєчасне виведення сил, засобів озброєння та військової техніки з під ударів противника.

Тому з метою вибору раціональних маршрутів маневру підрозділів під час бойових дій пропонується використовувати метод динамічного програмування.

У статті запропоновано комплексний підхід щодо вибору раціональних умов реалізації маневрених можливостей на прикладі переміщення пунктів управління у оборонній операції.

Використання зазначеного комплексного підходу спрямоване на визначення та обґрунтування раціональних маршрутів маневру військових формувань та їх пунктів управління.

Ключові слова: пункт управління; мережа шляхів руху; маршрут маневру.

Вступ

На сучасному етапі розвитку Збройних Сил (ЗС) України та в умовах ведення операції Об'єднаних сил (ООС) (антитерористичної операції (АТО)) гостро постає питання своєчасного висування, розгортання, здійснення маневру військових формувань і пунктів управління та вибору шляхів підвозу запасів або евакуації пошкодженої техніки. Однак при виборі маршруту маневру необхідно враховувати, що ЗС України зіткнулися з постійною загрозою терористичних актів в Донецькій, Луганській областях із застосуванням мінно-вибухових пристроїв. Диверсійно-розвідувальні групи так званих ЛНР, ДНР здатні знищувати об'єкти інфраструктури на шляхах руху військових формувань пунктів управління (ПУ) з метою створення перешкод для руху, що неодноразово відбувалося в ході проведення ООС (АТО)

Враховуючи характер застосування військових формувань в операціях оперативних об'єднань, виникає потреба визначення оптимальних маршрутів та часових показників здійснення маневру.

Постановка проблеми. З бурхливим розвитком засобів розвідки, управління та вогневого ураження в арміях провідних, у військовому відношенні, країн світу постає необхідність забезпечення маневру. Для забезпечення своєчасного виведення військових формувань з під ударів противника. Адже зменшення втрат і збереження управління є основною вимогою забезпечення боєздатності військових формувань. Враховуючи вимоги щодо своєчасності маневру, у практиці військ виникає проблемне питання, яке полягає у виборі та обґрунтуванні раціональних маршрутів маневру військових формувань та пунктів управління.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Дослідження відкритих джерел [1, 2] вказує, що існує нагальна потреба забезпечення своєчасності маневру військових формувань та їх ПУ у ході операції. При цьому, наголошується про потребу обґрунтування необхідних значень часових показників маневрених можливостей ПУ. Однак, визначені показники є лише вимогами. На практиці виникає потреба обґрунтувати пропозиції, реалізація яких дозволила би максимально наблизитись до задоволення таких вимог.

Метою статті є висвітлення способу обґрунтування необхідних значень часових показників маневрених можливостей військових формувань та ПУ, з урахуванням характеристик шляхів руху та імовірних перешкод, під час підготовки та в ході ведення операцій (бойових дій), що розглядається на прикладі можливостей переміщення ПУ військового формування.

Виклад основного матеріалу дослідження

Переміщення ПУ протягом бойових дій може здійснюватися як правило декілька раз в залежності від зміни оперативної обстановки. Відстань переміщення ПУ для різних умов обстановки може бути різною.

Виходячи з того, що в межах території України щільність існуючих доріг достатньо велика, то й мережа шляхів маневру буде мати розгалужений характер. Однак враховуючи характеристики шляхів руху, виникає необхідність визначення можливих швидкостей руху на окремих ділянках та можливих затримок на перешкодах. Тому вибір найкоротшого маршруту маневру не завжди буде оптимальним. Дана ситуація вимагає обґрунтованого вибору маршруту маневру, з урахуванням характеристик шляху та перешкод на усіх ділянках. Розглянемо приклад маневру ПУ з одного району розгортання в інший (рис. 1). При цьому, структуру ПУ розглядати не будемо.

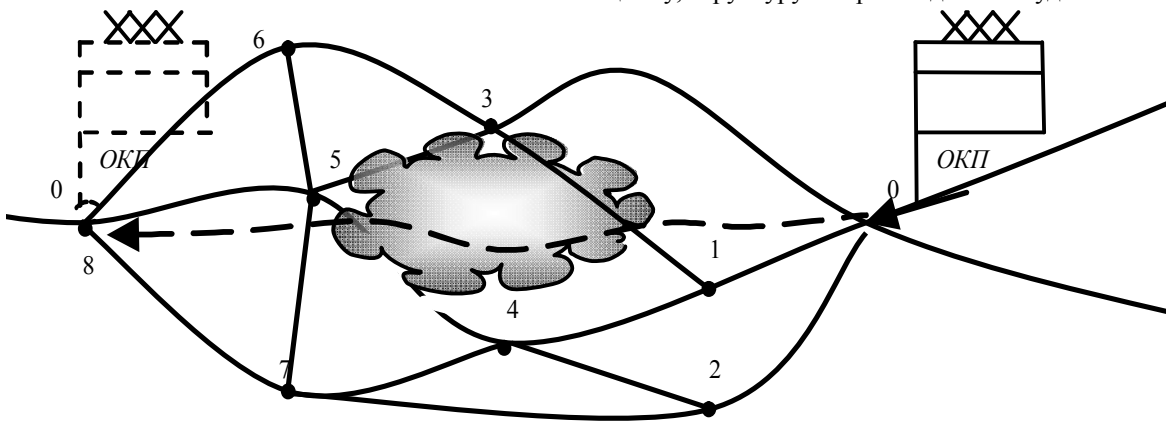


Рис. 1. Варіант мережі шляхів руху у ході маневру ПУ із визначенням можливих розрахункових ділянок

Розрахунок часу маневру по ділянках при переміщенні ПУ

Обґрунтування раціональних маршрутів руху ПУ здійснюється за двома етапами.

На першому етапі визначаються час руху на кожній з ділянок можливого маршруту маневру, враховуючи можливу швидкість руху на розрахункових ділянках з урахуванням коефіцієнтів зниження швидкості руху наведених у табл.1.

$$V_{ji} = V_n \prod_{s=1}^4 K_{sji} \quad (1)$$

де: V_n – нормативна швидкість руху, км/год (для колон з колісної техніки дорівнює 20-25 км/год.; для змішаних колон або колон з гусеничної техніки – 10-15 км/год.);

$\prod_{s=1}^4 K_{sji}$ – добуток коригувальних коефіцієнтів,

які враховують характеристики місцевості;

k_n – пересіченість рельєфу місцевості;

$k_{дп}$ – якість дорожнього покриття;

$k_{пр}$ – ширина проїжджої частини.

Таблиця 1

Коефіцієнти врахування характеристик шляхів

k_n					
Відносний ухил місцевості (м)	0	0,2	0,3	0,4	
Значення k_n	1	0,92	0,84	0,76	
Відносний ухил місцевості (м)	0,5	0,6	0,7	0,8	
Значення k_n	0,65	0,56	0,45	0,34	
$k_{дп}$					
Частка шляхів із ґрунтовим покриттям	0	0,2	0,3	0,4	
Значення $k_{дп}$	1	0,99	0,96	0,93	
Частка шляхів із ґрунтовим покриттям	0,5	0,6	0,8	1,0	
Значення $k_{дп}$	0,9	0,89	0,86	0,83	
$k_{пр}$					
Ширина проїжджої частини (м)	4,5	6,0	7,5	9,0	10,5
Значення $k_{пр}$	0,6	0,7	1,0	1,05	1,2

Враховуючи імовірний час затримки на На другому етапі обирається раціональний (найдоцільніший) маршрут руху військ.

Використовуючи, наведений на рис. 1, варіант мережі шляхів руху у смузі переміщення пункту управління, за визначеною у [3-6] послідовністю із застосуванням методу динамічного програмування будемо спрямований граф та розбиваємо його на шари.

перешкодах заповнюємо таблицю вихідних даних. За умовну довжину дуг приймаємо розрахунковий час маневру пункту управління по розрахункових ділянках (табл. 2).

Розмічений спрямований граф мережі шляхів руху у смузі переміщення пункту управління, який розбито на шари, наведений на рис. 2.

Таблиця 2

Вихідні дані ділянок мережі шляхів руху

Характеристики	Ділянки мережі шляхів руху															
	0;1	0;2	0;3	1;3	1;4	2;4	2;7	3;5	3;6	4;5	4;7	5;6	5;7	5;8	6;8	7;8
Протяжність, км	2,0	2,6	4,3	2,5	2,1	2,0	4,0	2,1	2,3	2,2	1,9	1,5	1,7	2,2	2,5	2,3
Швидкість руху, км/год	13,11	9,09	8,53	8,30	13,11	8,26	7,21	7,79	8,30	13,11	7,79	7,62	7,95	13,68	8,26	8,52
Час безперешкодного руху, год	0,153	0,286	0,504	0,301	0,160	0,242	0,555	0,269	0,277	0,168	0,244	0,197	0,214	0,161	0,303	0,270
Час затримки на перешкодах, год	0,333	0	1	0,667	0,667	0,333	0,333	1	1	0,333	0,333	0,666	0,333	0,333	0,666	0,666
Розрахунковий час маневру, год	0,49	0,29	1,5	0,97	0,83	0,58	1,22	1,27	1,28	0,50	0,58	0,86	0,55	0,49	0,97	0,94

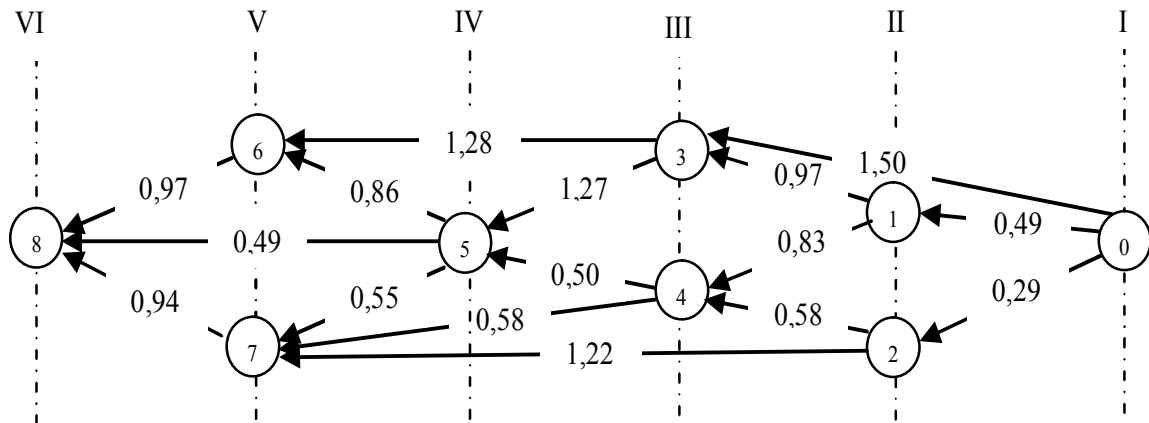


Рис. 2. Розмічений спрямований граф мережі шляхів руху при переміщенні ПУ

На етапі умовної оптимізації проведені розрахунки та із використанням виразу критерію оптимізації визначаємо пошарово потенціали кожної вершини графу.

Для вершини 8, яка належить VI шару графу:

$$D_8 = 0,$$

Для вершин 6 та 7, які належать V шару графу:

$$D_6 = \{d_{6,8} + D_8\} = 0,97 + 0 = 0,97$$

З вершини 6 умовно оптимальною є дуга $d_{6,8}$.

$$D_7 = \{d_{7,8} + D_8\} = 0,94 + 0 = 0,94$$

З вершини 7 умовно оптимальною є дуга $d_{7,8}$.

Для вершини 5, яка належить IV шару графу:

$$D_5 = \min_{(3)} \left\{ \begin{matrix} d_{5,6} + D_6 \\ d_{5,8} + D_8 \\ d_{5,7} + D_7 \end{matrix} \right\} = \min_{(3)} \left\{ \begin{matrix} 0,86 + 0,97 = 1,83 \\ 0,49 + 0 = 0,49 \\ 0,55 + 0,94 = 1,49 \end{matrix} \right\} = 0,49$$

З вершини 5 умовно оптимальною є дуга $d_{5,8}$.

Для вершин 3 та 4, які належать III шару графу:

$$D_3 = \min_{(2)} \left\{ \begin{matrix} d_{3,5} + D_5 \\ d_{3,6} + D_6 \end{matrix} \right\} = \min_{(2)} \left\{ \begin{matrix} 1,27 + 0,49 = 1,76 \\ 0,97 + 1,28 = 2,25 \end{matrix} \right\} = 1,76$$

З вершини 3 умовно оптимальною є дуга $d_{3,5}$.

$$D_4 = \min_{(2)} \left\{ \begin{matrix} d_{4,5} + D_5 \\ d_{4,7} + D_7 \end{matrix} \right\} = \min_{(2)} \left\{ \begin{matrix} 0,50 + 0,49 = 0,99 \\ 0,58 + 0,94 = 1,52 \end{matrix} \right\} = 0,99$$

З вершини 4 умовно оптимальною є дуга $d_{4,5}$.

Для вершин 1 та 2, які належать II шару графу:

$$D_1 = \min_{(2)} \left\{ \begin{matrix} d_{1,3} + D_3 \\ d_{1,4} + D_4 \end{matrix} \right\} = \min_{(2)} \left\{ \begin{matrix} 0,97 + 1,76 = 2,73 \\ 0,83 + 0,99 = 1,82 \end{matrix} \right\} = 1,82$$

З вершини 1 умовно оптимальною є дуга $d_{1,3}$.

$$D_2 = \min_{(2)} \left\{ \begin{matrix} d_{2,4} + D_4 \\ d_{2,7} + D_7 \end{matrix} \right\} = \min_{(2)} \left\{ \begin{matrix} 0,58 + 0,99 = 1,57 \\ 1,22 + 0,94 = 2,16 \end{matrix} \right\} = 1,57$$

З вершини 2 умовно оптимальною є дуга $d_{2,4}$.

Для вершини 0, яка належить I шару графу:

$$D_0 = \min_{(3)} \left\{ \begin{matrix} d_{0,1} + D_1 \\ d_{0,2} + D_2 \\ d_{0,3} + D_3 \end{matrix} \right\} = \min_{(3)} \left\{ \begin{matrix} 0,49 + 1,82 = 2,31 \\ 0,29 + 1,57 = 1,86 \\ 1,50 + 1,76 = 3,26 \end{matrix} \right\} = 1,86$$

З вершини 0 умовно оптимальною є дуга $d_{0,2}$.

Результати проведеної умовної оптимізації графу мережі шляхів руху у смузі переміщення пункту управління наведено на рис. 3.

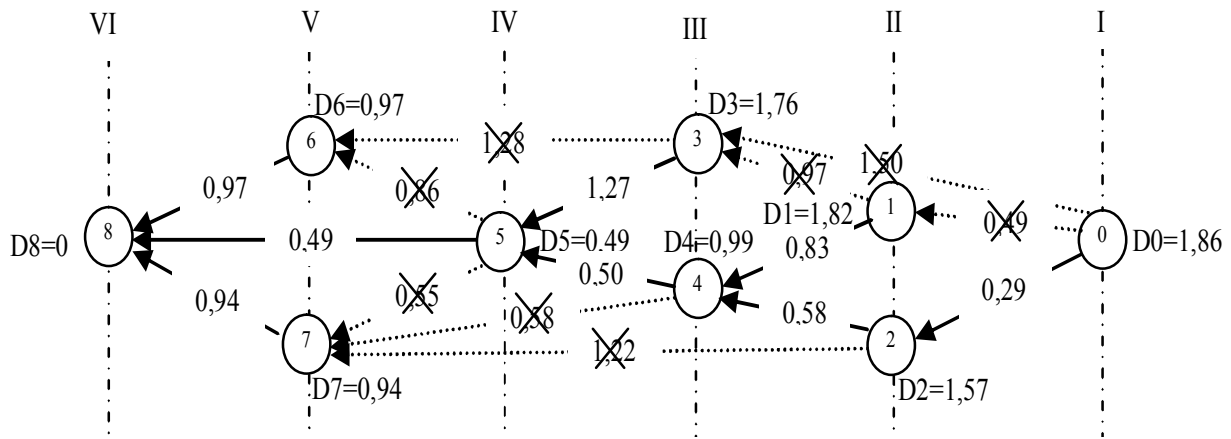


Рис. 3. Умовна оптимізація графу мережі шляхів руху при переміщенні ПУ

За результатами проведення розрахунків у зворотному напрямку визначається оптимальний вектор дуг мережі шляхів руху (рис. 4). До нього за обраним критерієм увійшли наступні дуги

$D \in \langle d_{0,2}; d_{2,4}; d_{4,5}; d_{5,8} \rangle$, вершини якого $\{0; 2; 4; 5; 8\}$ складають вузли раціонального маршруту переміщення пункту управління.

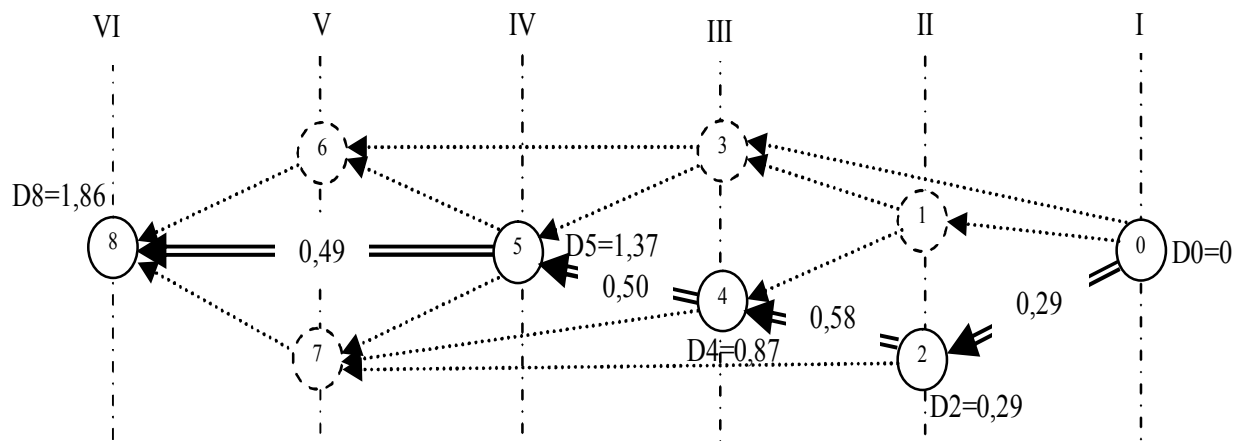


Рис. 4. Вибір раціонального маршруту у смузі переміщення ПУ

Враховуючи час затримки під час подолання перешкод (в даному випадку зруйнованих дорожньо-мостових об'єктів) та очікуване зменшення швидкості на різних ділянках маршруту, розрахунковий час здійснення маневру пунктом управління складає близько 1 год 52 хв. Протяжність маршруту маневру становить 22,5 км. Очікуваний час безперешкодного руху пункту управління майже 1 год. Середня швидкість руху по маршруту – 22 км/год.

Висновки і перспективи подальших досліджень

Таким чином, розглянутий приклад застосування науково-методичного апарату дозволяє зробити висновок про покращення якості управлінських

рішень, що приймаються, стосовно обґрунтування раціональних маршрутів маневру ПУ із врахуванням можливої затримки від характеристик шляхів руху та перешкод. Запропонований підхід є універсальними та може використовуватись під час обґрунтування рішень щодо інженерного забезпечення дій військових формувань, під час яких передбачається здійснення висування, розгортання, маневру, підвозу запасів або евакуації пошкодженої техніки. Як напрямок подальших досліджень може бути обґрунтування оперативних спроможностей військових формувань щодо виконання інших завдань інженерного забезпечення.

Література

1. **Бойовий** статут сухопутних військ Збройних Сил України: Частина II (батальйон, рота). – К.: Паливода А.В., 2016. – 368с. 2. **Єрмошин М.О.** Маневр військ (сил) при виконанні бойових завдань. / Єрмошин М.О.,

Нікіфоров І.А. // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2010. – № 2(4). – С. 10-13. 3. **Основи** военно-технических исследований. Теория и приложения: монография: в 4 т. Т. 4. Методология

исследования сложных систем военного назначения. / [С.В. Лапицкий, И.Б. Чепков и др.]; под ред. С.В. Лапицкого – К.: Издательский дом Дмитрия Бурого, 2013. – 480с. **4. Военная топография: учебник** /А.А. Псарев, А.Н. Коваленко, А.М. Куприн, Б.И. Пирнак. – М.: Воениздат, 1986. – 384 с. **5. Коцюруба В. И.** До питання вибору раціонального маршруту маневру

з'єднань та частин зенітних ракетних військ Повітряних сил Збройних Сил України / [В. В. Коваль, В. І. Коцюруба, І. М. Сівоха, С. О. Котляр]. Системи управління, навігації та зв'язку – К., 2009. – № 4 (12). – С. 154-157. **6. Юрков Б. Н.** Исследование операций / Юрков Б. Н. – М.: ВИА, 1990. – 528 с.

ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ МАРШРУТОВ МАНЕВРА ПУНКТОВ УПРАВЛЕНИЯ В ХОДЕ ВЕДЕНИЯ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ С УЧЕТОМ ЗАДЕРЖКИ НА ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАГРАЖДЕНИЯХ

Владимир Иванович Коцюруба (доктор технических наук, старший научный сотрудник)

Руслан Михайлович Черевко

Александр Анатольевич Иващук

Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

На сегодняшний день, в условиях интенсивного развития вооружения и военной техники, информационных и цифровых технологий одной из главных задач Вооруженных Сил Украины будет обеспечение живучести и сохранения боеспособности воинских формирований. Одним из компонентов живучести является противодействие средствам разведки и поражения противника. Учитывая, что осуществление маневра силами и средствами, при нанесении ударов противником или непосредственно перед их нанесением, рассматривается как пассивное противодействие средствам поражения противника. Отмечается, что осуществление своевременного маневра является одним из основных условий, сохранения сил и средств воинских формирований и пункта управления и в свою очередь повышает их живучесть и боеспособность.

Учитывая, что ни одна задача не может быть выполнена успешно без принятия обоснованного решения. Возникает вопрос выбора и обоснования рационального варианта маршрута маневра для военных формирований и пунктов управления. Причем разнообразие сети путей движения обуславливает большое количество вариантов возможных маршрутов.

Обоснование рациональных маршрутов маневра военных формирований во время боевых действий осуществляется с использованием результатов расчета ожидаемого времени маневра с сравнением значений полученных результатов для альтернативных вариантов маршрутов. В результате определяется оптимальный маршрут для осуществления маневра военным формированием или пунктом управления, обеспечит своевременное выведение сил, средств вооружения и военной техники из-под ударов противника.

Поэтому с целью выбора рациональных маршрутов маневра подразделений во время боевых действий предлагается использовать метод динамического программирования.

В статье предложен комплексный подход к выбору рациональных условий реализации маневренных возможностей на примере перемещения пунктов управления в оборонительной операции.

Использование указанного комплексного подхода направлено на определение и обоснование рациональных маршрутов маневра военных формирований и их пунктов управления.

Ключевые слова: пункт управления; сеть путей движения; маршрут маневра.

JUSTIFICATION OF RATIONAL ROUTESMANEVROU OF ITEMS OF MANAGEMENT DURINGA CONDUCT OF BATTLE ACTIONS TAKING INTO ACCOUNT STOPPING ENGINEERING BARRAGES

Volodymyr Kotsyuruba (doctor of technical sciences, senior researcher)

Ruslan Cherevko

Oleksandr Ivashchuk

National University Defense of Ukraine named after Ivan Chernyakhovsky, Kyiv, Ukraine

Today, in conditions of intensive development of armament and military equipment, information and digital technologies, one of the main tasks of the Armed Forces of Ukraine will be to ensure the survivability and preservation of combat capabilities of military formations. One of the components of survivability is the counteraction to the means of intelligence and the defeat of the enemy. Considering that the exercise of maneuver by forces and means during strikes by the enemy or immediately before their application is considered as a passive counteraction to the means of defeating the enemy. It is noted that timely maneuvering is one of the main conditions, the preservation of forces and means of military formations and the item management and in turn increases their survivability and combat capability.

Given that no task can be performed successfully without making a well-grounded decision. The question arises as to the choice and rationale for a rational variant of the maneuver route for military formations and the item management. Moreover, the diversity of the network of traffic routes causes a large number of options for possible routes.

Substantiation of rational routes of maneuver of military formations during combat operations is carried out using the results of calculating the expected maneuver time with the comparison of the values of the results obtained for alternative route options. As a result, the optimal route is determined for maneuvering by military formation or management item, which will ensure the timely withdrawal of forces, weapons and military equipment from the enemy's strikes.

Therefore, in order to select the rational routes of maneuver of units during combat operations, it is proposed to use the method of dynamic programming.

The article proposes a comprehensive approach to the choice of rational conditions for the implementation of maneuverability opportunities on the example of the maneuver of management item in the defense operation.

The use of this integrated approach is aimed at defining and substantiating rational routes of maneuver of military formations and their management item.

Key words: the management item; network of ways of movement; route of maneuver.

References

- 1. The combat** status of the land forces of the Armed Forces of Ukraine: Part II (battalion, company). - K.: Palivoda A.V., 2016. - 368s.
- 2. Yermoshin M.O.** Maneuver of troops (forces) in the performance of combat missions. / Yermoshin M.O., Nikiforov I.A. // Science and technology of the Air Forces of the Armed Forces of Ukraine. - 2010. - No. 2 (4). - P. 10-13.
- 3. Fundamentals** of military-technical research. Theory and applications: monograph in 4 t. T. 4. Methodology of research of complex systems of military use. / [S.V. Lapitsky, I.B. Chapkov and others]; under redaction of S.V. Lapitsky - K.: Publishing House of
- Dmitry Burago, 2013. - 480s.
- 4. Military** topography: textbook / A.A. Psarev, A.N. Kovalenko, A.M. Kuprin, B.I. Pirnak. - M.: Voenizdat, 1986. - 384 p.
- 5. Kotsyuruba V.I.** On the issue of choosing a rational route for maneuvers of units and parts of the anti-aircraft missile troops of the Air Forces of the Armed Forces of Ukraine / [V.V. Koval, V.I. Kotsyuruba, I.M. Sivokha, S.O. Kotlyar]. Systems of control, navigation and communication - K., 2009. - No. 4 (12). - P. 154-157.
- 6. Yurkov B.N.** Investigation of operations / Yurkov B.N. - M.: VIA, 1990. - 528 p.