

УДК 623.4



В. В. Пащенко



О. І. Біленко

МЕТОДИКА ФОРМУВАННЯ ВИМОГ ДО ЗАГАЛЬНОЇ МАСИ КОМПЛЕКСУ БОЙОВОГО ЕКІПРУВАННЯ ЗА УМОВ РЕГЛАМЕНТАЦІЇ ПОКАЗНИКІВ ОПЕРАТИВНОСТІ ПЕРЕСУВАННЯ ПРАЦІВНИКА СИЛ БЕЗПЕКИ

У статті розглянуто питання формування вимог до загальної маси комплексу бойового екіпірування працівників сил безпеки з урахуванням оперативності їх пересування під час виконання завдань за призначенням. Розроблено варіант методики формування таких вимог, яка дозволяє обґрунтовано обирати комплекс бойового екіпірування з раціональною загальною масою, забезпечуючи необхідний рівень оперативності пересування на кожному етапі виконання завдання. Отриманий результат може бути використаний для формування вимог до загальної маси комплексу бойового екіпірування з урахуванням залежностей між масою комплексу бойового екіпірування та показниками часу виконання тактичних дій і швидкості руху працівника сил безпеки.

К л ю ч о в і с л о в а : комплекс бойового екіпірування, працівник сил безпеки, показники оперативності пересування, методика формування вимог, загальна маса екіпірування.

Постановка проблеми. В умовах сьогодення, відповідно до нормативно-правових актів [1–6], на сили безпеки покладається широкий спектр завдань, які вимагають високого рівня ефективності їх виконання. Одним із показників ефективності виконання завдань за призначенням є оперативність їх виконання.

Оперативність виконання завдання залежить від багатьох чинників, одим із них є оперативність пересування працівника сил безпеки (ПСБ). Процес пересування може відбуватися як на підготовчому етапі виконання завдання (вихід на позицію, підхід до об'єкта штурму), так і безпосередньо під час виконання дій (штурм позицій, зачистка будівлі, переслідування противника тощо).

Оперативність пересування ПСБ суттєво залежить від різноманітних навантажень, зокрема тих, що пов'язані з масою комплексу бойового екіпірування (КБЕ). У більшості випадків маса КБЕ стає обмежуючим чинником, який не дозволяє перевищувати певні показники оперативності переміщення ПСБ (швидкість руху або час виконання завдання). Це означає, що надмірна маса КБЕ може значно знизити маневрову здатність ПСБ, що своєю чергою вплине на ефективність виконання завдання за призначенням.

Отже, раціональне визначення загальної маси КБЕ є актуальним прикладним завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останнім часом у світовому науковому середовищі значно підвищився інтерес до досліджень впливу навантажень на фізіологічні параметри та фізичні якості військовослужбовців.

У праці [7] оприлюднені результати досліджень впливу бойового навантаження на мобільність військовослужбовців під час восьмигодинного маршу. Також наведена залежність пройденої відстані від маси бойового навантаження.

У дисертації [8] досліджено вплив навантаження на продуктивність окремих військовослужбовців, де вона визначається як швидкість, що оцінюється за допомогою математичної моделі. Ця модель враховує різні фактори, зокрема масу тіла, параметри навантаження та характеристики місцевості.

Наукова стаття [9] висвітлює результати дослідження впливу зовнішнього навантаження на людей під час виконання вправи з підйому по сходах. Дослідження базувалися на вимірюванні кількості поглинутого кисню, частоти серцевих скорочень та швидкості метаболізму. Їх результати продемонстрували зниження продуктивності при додатковому навантаженні.

У праці [10] розглянуто вплив маси завантаженого рюкзака армії США на фізіологічні показники військовослужбовців під час його перенесення. Результати дослідження ілюструють значне зниження швидкості ходьби при носінні важких вантажів, зокрема у рюкзаках.

Метою систематичного огляду наукових джерел, проведеного у праці [11], було дослідження впливу бронежилетів на виконання завдань правоохоронними органами. За результатами огляду визначено, що носіння бронежилетів впливає на влучність стрільби та різні фізіологічні параметри, хоча характеристики цього впливу залишаються невизначеними і потребують подальших досліджень. Також було встановлено, що бронежилети створюють значний біомеханічний і фізичний вплив на працівників правоохоронних органів, як-от: зниження працездатності, збільшення часу виконання функціональних завдань, зниження рівноваги та стабільності, підвищення температури тіла.

У статті [12] розглянуто вплив бронежилетів на службово-бойову діяльність поліцейських Національної поліції України. За результатами досліджень було встановлено вплив бронежилетів на працездатність працівників підрозділів МВС, особливо під час динамічних дій. Також були визначені основні характеристики засобів індивідуального бронезахисту, які можуть суттєво впливати на ефективність виконання поставлених завдань.

Результати дослідження впливу маси бойового екіпірування на час рухової реакції та увагу ПСБ під час виконання певних тактичних дій наведені у наукових працях [13, 14]. Встановлено, що збільшення маси екіпірування негативно впливає на швидкість рухової реакції та час переключення уваги. Автори отримали залежності часу рухової реакції та переключення уваги ПСБ від маси бойового екіпірування, які дозволяють прогнозувати продуктивність ПСБ в умовах фізичних навантажень.

Проте в жодній з праць не наводяться дані щодо визначення раціональної маси КБЕ для виконання поставлених завдань. Отже, існує потреба у раціональному обґрунтуванні вимог до загальної маси КБЕ за умов регламентації показників оперативності пересування працівника сил безпеки.

Мета статті – розроблення методики формування вимог до загальної маси КБЕ за умов регламентації показників оперативності пересування працівника сил безпеки.

Виклад основного матеріалу. Бойове екіпірування ПСБ – це комплекс взаємопов'язаних засобів, які забезпечують життєдіяльність, індивідуальний захист, здатність уражати цілі, отримання, оброблення та обмін інформацією, а також енергозабезпечення елементів екіпірування.

У загальному випадку система КБЕ включає в себе підсистеми ураження, захисту, зв'язку та ситуаційної обізнаності, енергозабезпечення, життєзабезпечення та забезпечення функціональності [15].

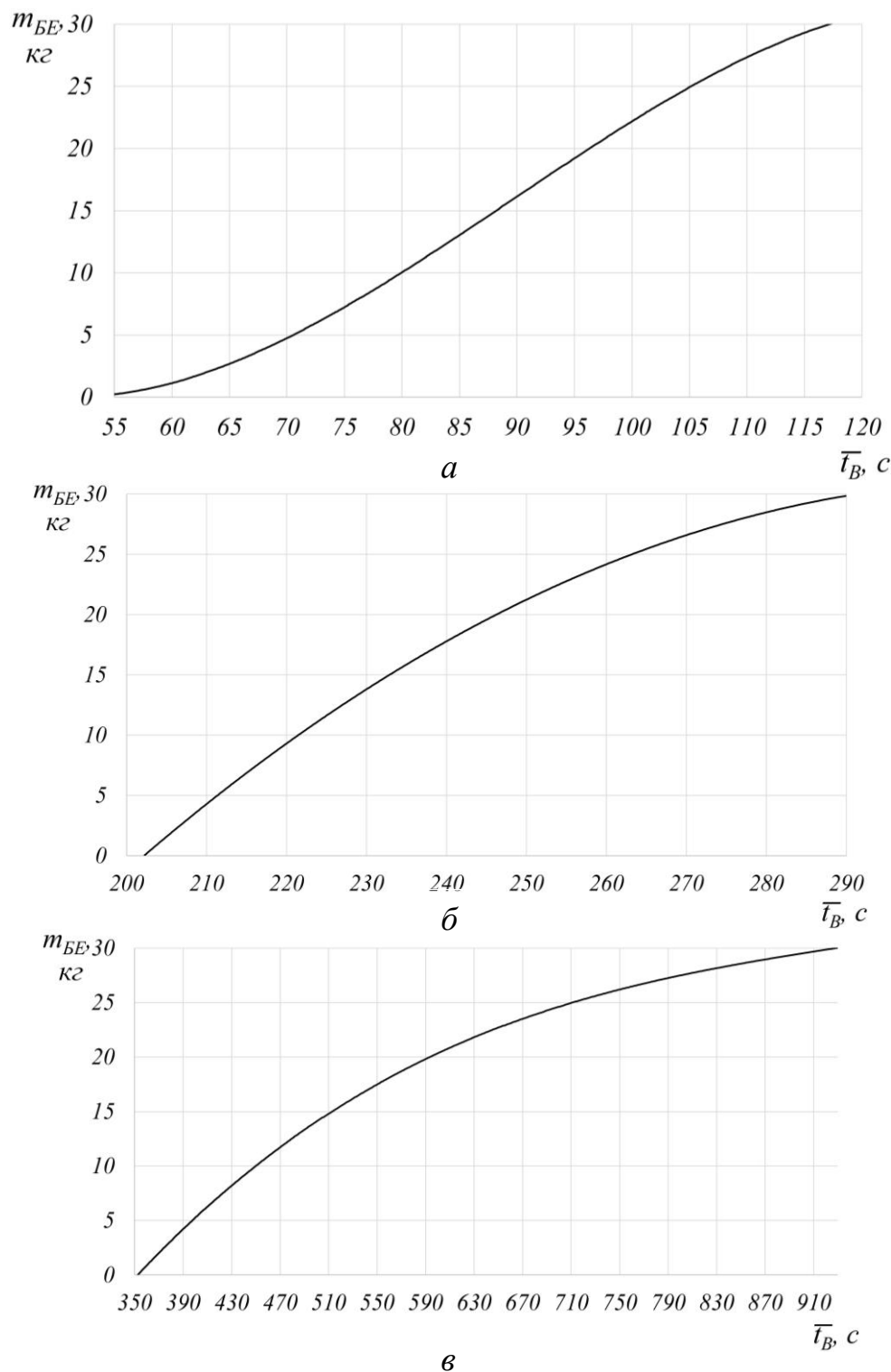
Однією з важливих вимог до підсистем, які входять до складу КБЕ, є можливість їх інтеграції в єдину систему.

Можливим способом формування вимог до загальної маси КБЕ є використання залежностей його допустимої загальної маси від заданих показників оперативності виконання ПСБ завдань за призначенням. На основі результатів досліджень, проведених у Національній академії Національної гвардії України, отримані відповідні залежності для певних тактичних дій (табл. 1) [16].

Таблиця 1 – Перелік тактичних дій та зміст відповідних фізичних вправ

Зміст фізичної вправи	Тактична дія	Відстань, м
Вправа № 1. Пересування перебіжками від укриття до укриття (40 м), потім прийняття положення для стрільби лежачи та подолання 20 м переповзанням по-пластунськи, решта дистанції (40 м) долається перебіжками	Зближення з противником для ведення ефективного вогню	100
Вправа № 2. Пересування інтенсивним бігом від рубежу спішування до об'єкта (позиції)	Швидкий підхід до об'єкта (позиції) після спішування з техніки	600
Вправа № 3. Пересування бігом з подоланням перешкод у вигляді парканів та зруйнованих стін висотою 1,1 м (10 шт. на дистанції)	Переслідування у пішому порядку порушника (противника) на пересіченій місцевості та в умовах зруйнованого населеного пункту	1000

На рисунку 1 подані залежності маси КБЕ ПСБ від середнього часу виконання ним тактичних дій, що зазначені в таблиці 1.



a – фізична вправа № 1; $б$ – фізична вправа № 2; $в$ – фізична вправа № 3

Рисунок 1 – Залежність маси КБЕ ПСБ від середнього часу виконання ним тактичних дій

З наведених на рисунку 1 залежностей видно, що зі збільшенням заданого середнього часу виконання тактичних дій ПСБ загальна допустима маса КБЕ зростає, проте, характер цього зростання змінюється залежно від умов вправи. Усі три залежності мають тенденцією досягнення граничного значення загальної маси КБЕ, до якого крива залежностей буде асимптотично наближатися. Час виконання тактичних дій при цьому прагнучиме до нескінченності.

Залежність маси КБЕ ПСБ від його середньої швидкості руху та відстані, яку необхідно подолати при пересуванні по пересічній місцевості бігом з подоланням відповідних перешкод (табл. 1. вправа № 3), подана на рисунку 2.

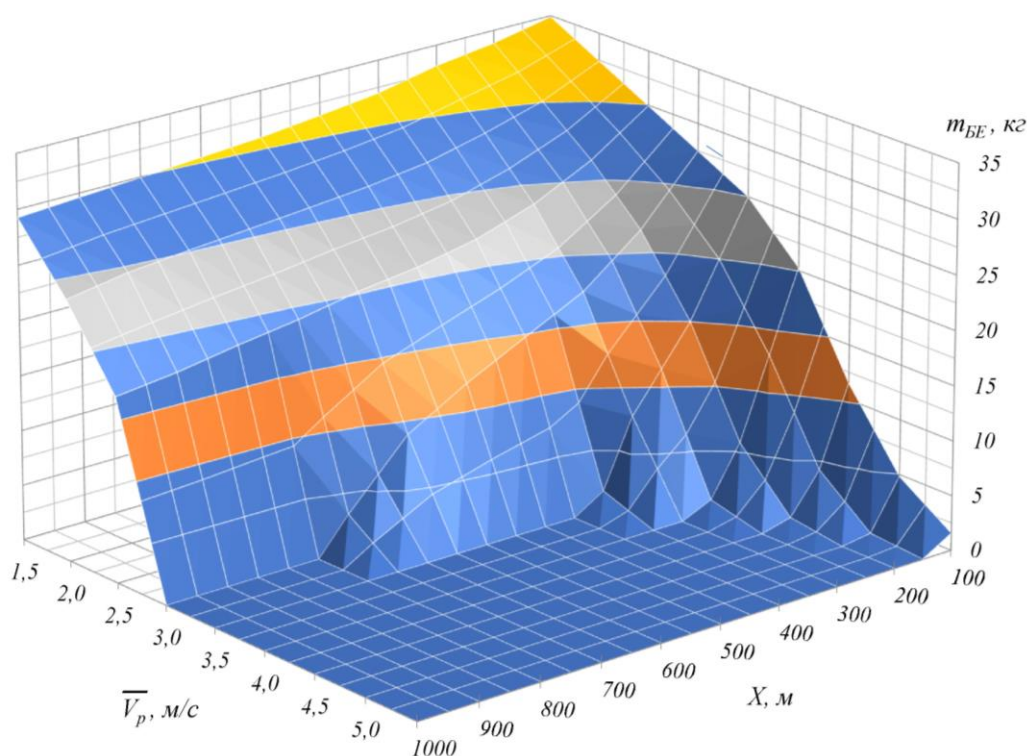


Рисунок 2 – Залежність маси КБЕ ПСБ від його середньої швидкості руху та відстані, яку необхідно подолати при пересуванні по пересічній місцевості бігом з подоланням перешкод

З рисунку 2 видно, що зі зменшенням швидкості руху та скороченням необхідної дистанції допустима загальна маса КБЕ зростає, досягаючи граничних значень, та навпаки, зі зростанням як швидкості пересування, так і довжини маршруту спостерігається необхідність суттєвого зниження допустимої загальної маси КБЕ, що обумовлюється обмеженням фізичних можливостей працівника при високих навантаженнях.

На основі наведених на рисунках 1 та 2 залежностей розроблено алгоритм варіанта методики формування вимог до загальної маси КБЕ за умов регламентації показників оперативності пересування ПСБ (рис. 3).

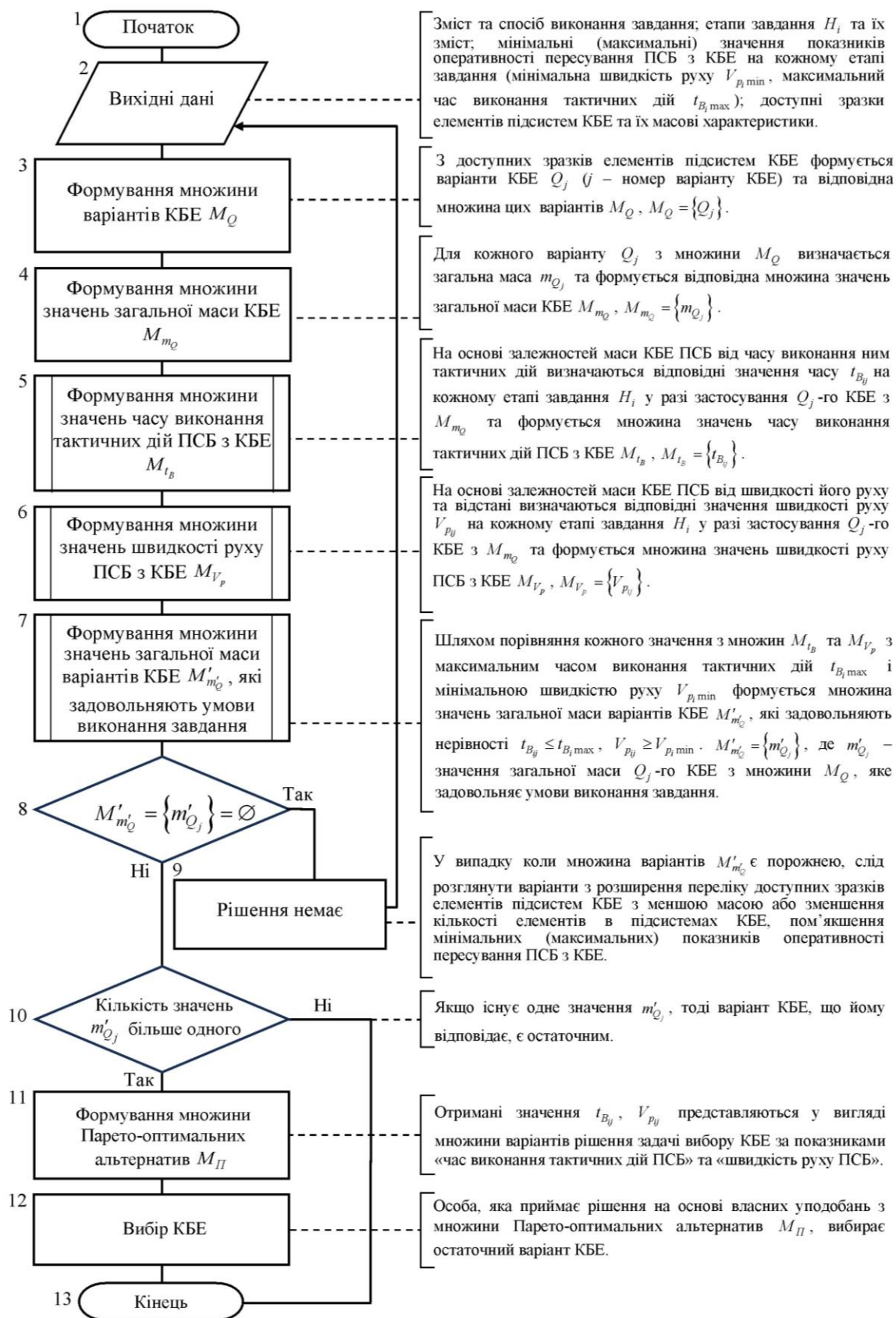


Рисунок 3 – Блок-схема алгоритму методики формування вимог до загальної маси КБЕ за умов регламентації показників оперативності пересування ПСБ

Вихідними даними для розробленої методики (блок 2 алгоритму) є:

- зміст та спосіб виконання завдання за призначенням;
- кількість h етапів завдання, що потребують пересування із заданими показниками оперативності;
- зміст та особливості кожного етапу H_i , (i – номер етапу завдання H , $i = 1, 2, \dots, h$);
- мінімальні (максимальні) значення показників оперативності пересування ПСБ з КБЕ на кожному етапі завдання H_i (мінімальна швидкість руху $V_{p_i \min}$, максимальний час виконання тактичних дій $t_{B_i \max}$);

- перелік доступних зразків елементів підсистем КБЕ та їх масові характеристики.

На основі доступних зразків елементів підсистем КБЕ у блоці 3 алгоритму формуються варіанти КБЕ Q_j (j – номер варіанта КБЕ Q) та відповідна множина цих варіантів M_Q .

Для кожного Q_j з множини варіантів M_Q визначається загальна маса КБЕ m_{Q_j} та формується відповідна множина значень загальної маси варіантів КБЕ M_{m_Q} , $M_{m_Q} = \{m_{Q_j}\}$ (блок 4 алгоритму).

У блоці 5 алгоритму визначається час виконання тактичних дій ПСБ з КБЕ $t_{B_{ij}}$ на H_i -му етапі завдання у разі використання Q_j -го КБЕ, а в блоці 6 – швидкість руху $V_{p_{ij}}$. При цьому використовуються залежності маси КБЕ від часу виконання тактичних дій, швидкості руху та відстані (наприклад, рис. 1 або рис. 2).

Операції у блоках 5, 6 алгоритму виконуються для кожного H_i -го етапу завдання та значення множини M_{m_Q} . У результаті з отриманих значень $t_{B_{ij}}$ та $V_{p_{ij}}$ формуються множини значень часу виконання тактичних дій ПСБ з КБЕ M_{t_b} , $M_{t_b} = \{t_{B_{ij}}\}$ (блок 5 алгоритму) та швидкості руху ПСБ з КБЕ M_{V_p} , $M_{V_p} = \{V_{p_{ij}}\}$ (блок 6 алгоритму).

У блоці 7 кожне значення із множин M_{t_b} та M_{V_p} порівнюється з максимальним часом виконання тактичних дій $t_{B_i \max}$ і мінімальною швидкістю руху $V_{p_i \min}$. За результатами порівняння формується множина значень загальної маси варіантів КБЕ M'_{m_Q} , які задовольняють нерівності $t_{B_{ij}} \leq t_{B_i \max}$, $V_{p_{ij}} \geq V_{p_i \min}$. $M'_{m_Q} = \{m'_{Q_j}\}$, де m'_{Q_j} – значення загальної маси Q_j -го КБЕ, яке задовольняє умови виконання завдання.

У блоці 8 алгоритму перевіряється, чи є множина M'_{m_Q} порожньою. Якщо вона порожня, тоді слід вважати, що рішення відсутнє (блок 9 алгоритму). При цьому залишається можливість зміни умов виконання завдання (розширення переліку доступних зразків елементів підсистем КБЕ з меншою масою або зменшення кількості елементів у підсистемах КБЕ, пом'якшення мінімальних (максимальних) показників оперативності пересування ПСБ з КБЕ) та повторного застосування методики.

У блоці 10 алгоритму перевіряється нерівність $m'_{Q_j} > 1$. Якщо множину M'_{m_Q} складає значення загальної маси лише одного варіанта КБЕ, тоді він є остаточним.

Якщо множину M'_{m_0} складає більше ніж одне значення загальної маси варіантів КБЕ, блок 11 алгоритму передбачає формування множини Парето-оптимальних варіантів M_{Π} за показниками «час виконання тактичних дій», «швидкість руху».

З отриманої у блоці 11 алгоритму множини M_{Π} особа, яка приймає рішення, на основі власних уподобань вибирає остаточний варіант КБЕ (блок 12 алгоритму).

Отже, на основі залежностей допустимої загальної маси КБЕ від показників часу виконання тактичних дій і швидкості руху ПСБ розроблено варіант методики формування вимог до загальної маси КБЕ, яка враховує задані показники оперативності пересування ПСБ при виконанні завдань за призначенням. Методика дозволяє визначити раціональну загальну масу КБЕ, забезпечуючи задані показники оперативності пересування ПСБ на кожному з етапів завдання.

Висновки

1. Розроблено варіант методики формування вимог до загальної маси КБЕ за умов регламентації показників оперативності пересування ПСБ, яка дозволяє обґрунтовано вибирати КБЕ з раціональною загальною масою при забезпеченні необхідного рівня оперативності пересування ПСБ на кожному етапі виконання завдання.

2. Отриманий результат може бути використаний для формування вимог до загальної маси КБЕ з урахуванням зв'язків між масою КБЕ та показниками часу виконання тактичних дій і швидкості руху ПСБ.

3. Напрямом подальшого дослідження є розвинення науково-методичного апарату формування вимог до КБЕ з урахуванням впливу його загальної маси на швидкість реакції та когнітивні здібності ПСБ.

Перелік джерел посилання

1. Про національну безпеку України : Закон України від 21.06.2018 р. № 2469-VIII. *Офіційний вісник України*. 2018. № 55.
2. Про Національну гвардію України : Закон України від 13.03.2014 р. № 876-VII. *Офіційний вісник України*. 2014. № 24.
3. Про Національну поліцію : Закон України від 02.07.2015 р. № 580-VIII. *Офіційний вісник України*. 2015. № 63.
4. Про Державну прикордонну службу України : Закон України від 03.04.2003 р. № 661-IV. *Офіційний вісник України*. 2003. № 17.
5. Про Службу безпеки України : Закон України від 25.03.1992 р. № 2229-XII. *Відомості Верховної Ради України*. 1992. № 27.
6. Про державну охорону органів державної влади України та посадових осіб : Закон України від 04.03.1998 р. № 160/98-ВР. *Відомості Верховної Ради України*. 1998. № 35.
7. Lauren Fish, Paul Scharre. The soldier's heavy load. *Super soldiers*, Sep. 2018. Washington, USA. 20 p.
8. Jeremiah M. Sasala. Individual soldier loads and the effects on combat performance : thesis. Monterey : Naval Postgraduate School, 2018. 51 p
9. The impact of carrying load on physical performance during ascending evacuation movement / Alejandra Velasco, Amitava Halder, Kalev Kuklane, Enrico Ronchi. *Fire and Materials*. 2021. Vol. 45. Issue 4. Pp. 488–497.
10. Effects of modern military backpack loads on walking speed and cardiometabolic responses of US Army Soldiers / David P. Looney et al. *Applied Ergonomics*. 2021. Vol. 94. Art. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2021.103395>.
11. Colin Tomes, Robin Marc Orr, Rodney Pope. The impact of body armor on physical performance of law enforcement personnel: a systematic review. *Annals of Occupational and Environmental Medicine*. 2017. Vol. 29. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40557-017-0169-9>.
12. Власенко І. В., Шевченко Т. В. Врахування експлуатаційних якостей бронежилетів у службово-бойовій діяльності поліцейських. *Підготовка поліцейських в умовах реформування системи МВС*

України : збірник матеріалів МВС України. Харків : ХНУВС. 2017. С. 70–75.

13. Пащенко В. В., Біленко О. І. Вплив маси бойового екіпірування працівника сил безпеки на час його рухової реакції. *Збірник наукових праць Національної академії Національної гвардії України*. Харків, 2024. Вип. 2 (44). С. 122 – 131. DOI: <https://doi.org/10.33405/2409-7470/2024/2/44/319519>.

14. Пащенко В., Біленко О. Вплив маси бойового екіпірування працівника сил безпеки на його увагу. *Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України. Військові та технічні науки*. Хмельницький, 2024. № 4 (97). С. 70–79.

15. Пащенко В. В., Біленко О. І. Методика вибору окремих елементів бойового екіпірування працівника сил безпеки на прикладі засобів оптичного спостереження. *Випробування та сертифікація*. Черкаси, 2025. Вип. 1 (7). С. 76–87. DOI: <https://doi.org/10.37701/ts.07.2025.09>.

16. Pashchenko V., Bilenko O. The impact of the weight of the employee's combat equipment security forces on its manoeuvrability. *Honor and Law*. 2024. № 3 (90). Pp. 104–112. DOI: <https://doi.org/10.33405/2078-7480/2024/3/90/318487>.

Стаття надійшла до редакції 21.05.2025 р.

UDC 623.4

V. Pashchenko, O. Bilenko

METHODOLOGY FOR FORMULATING REQUIREMENTS FOR THE TOTAL MASS OF A COMBAT EQUIPMENT KIT UNDER THE REGULATION OF MOBILITY PERFORMANCE INDICATORS FOR SECURITY PERSONNEL

The article explores the problem of formulating requirements for the total mass of a combat equipment kit for security personnel, taking into account their mobility efficiency while performing assigned tasks.

Based on an analysis of scientific sources, it has been established that the mobility of security personnel significantly depends on various loads, particularly those related to the mass of the combat equipment kit. It has been determined that there is a need for rational justification of requirements for the total mass of the combat equipment kit under the regulation of mobility performance indicators for security personnel.

A proposed method for formulating requirements for the total mass of the combat equipment kit involves using the relationship between its total mass and the specified mobility performance indicators for security personnel when performing assigned tasks.

A variant of the methodology for formulating requirements for the total mass of the combat equipment kit under the regulation of mobility performance indicators for security personnel has been developed. This methodology allows for a justified selection of a combat equipment kit with an optimal total mass while ensuring the required level of mobility for security personnel at each stage of task execution.

The obtained results can be used to formulate requirements for the total mass of the combat equipment kit, considering the relationship between the mass of the kit and the performance indicators of tactical action execution time and movement speed of security personnel.

Keywords: combat equipment kit, security personnel, mobility performance indicators, methodology for formulating requirements, total mass of equipment.

Пащенко Віктор Володимирович – кандидат технічних наук, доцент, докторант Національної академії Національної гвардії України.

<https://orcid.org/0000-0002-6859-0700>

Біленко Олександр Іванович – доктор технічних наук, професор, головний науковий співробітник науково-дослідного центру Національної академії Національної гвардії України.

<https://orcid.org/0000-0001-6007-3330>