

Г. В. Іванець, С. А. Горєлишев, М. Г. Іванець

ФОРМАЛІЗОВАНА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОЦІНЮВАННЯ БОЄЗДАТНОСТІ ВІЙСЬКОВИХ ПІДРОЗДІЛІВ

Зазначено, що боєздатність характеризує спроможність військового підрозділу виконати поставлене бойове завдання і є визначальним елементом його бойової готовності. Наведено чинники, від яких залежить боєздатність.

Розроблено формалізовану математичну модель оцінювання боєздатності військових підрозділів до виконання завдань за призначенням, яка являє собою систему аналітичних залежностей. Запропоновано керуючий алгоритм, який реалізує формалізовану модель оцінювання боєздатності військових підрозділів до виконання завдань за призначенням.

Ключові слова: *формалізована математична модель, керуючий алгоритм, боєздатність, військовий підрозділ, чинники.*

Постановка проблеми. Порухення недоторканності та територіальної цілісності України внаслідок збройної агресії росії та терористичного характеру ведення бойових дій на території нашої країни завдало значних втрат її економіці, добробуту населення й акцентувало увагу до проблем підвищення рівня обороноздатності держави [1, 2].

Сучасна війна є випробуванням матеріальних і духовних сил народу, держави та її збройних сил, що спонукає кожну країну підтримувати свою обороноздатність на такому рівні, щоб гарантовано забезпечити надійний захист суспільства. Обороздатність держави характеризує її здатність до захисту у разі збройної агресії або збройного конфлікту. Можливості держави забезпечувати воєнну безпеку залежать від її воєнного потенціалу. Воєнна могутність держави – це сукупність сил і засобів, виділених у певний період державою із воєнного потенціалу, для захисту її інтересів; реалізована частина воєнного потенціалу держави. Безпосередньо воєнна могутність держави втілюється у збройних силах, можливості держави утримувати й удосконалювати їх, підвищувати їхню боєздатність, поповнювати навченими кадрами, забезпечувати сучасною зброєю і військовою технікою та всіма видами постачання у мирний і воєнний час. Підрозділи Збройних Сил України (ЗСУ) сумісно з підрозділами Національної гвардії України (НГУ) забезпечують стримування збройної агресії проти України та відсіч їй, охорону державного кордону України, а також беруть участь у заходах, спрямованих на боротьбу з тероризмом [3, 4].

У сучасних умовах у разі появи нових воєнних загроз національній безпеці України вирішальне значення надається готовності особового складу ЗСУ, НГУ до виконання завдань за призначенням, тобто бойовій готовності. Основою бойової готовності є боєздатність. Боєздатність – це можливість вести бойові дії, виконувати бойові завдання [1]. Іншими словами, боєздатність характеризує спроможність військової частини чи підрозділу виконувати завдання за призначенням, зокрема вести бойові дії. Вона визначається ступенем укомплектованості, станом озброєння та військової техніки (ОВТ), рівнем підготовки особового складу та його морально-бойовими якостями, злагодженістю підрозділів і штабів, забезпеченістю матеріальними засобами та іншими чинниками [1].

Отже, розроблення формалізованої математичної моделі оцінювання боєздатності військових підрозділів на цей час є актуальною науково-практичною проблемою у військовій сфері.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні серед науковців є два погляди на поняття боєздатності та боеготовності [5]. Одні вчені вважають боєздатність елементом боеготовності, а інші – навпаки, стверджують, що боеготовність є елементом боєздатності. Це пояснюється тісним взаємозв'язком наведених понять.

Будемо ґрунтуватися на тому, що боєздатність – це спроможність підрозділу виконати поставлене бойове завдання (завдання за призначенням). Боєздатність підрозділу є визначальним елементом його бойової готовності і характеризується ступенем підготовленості його до виконання бойових завдань. Основними показниками боєздатності підрозділу є технічний стан ОВТ, надійність і величина технічного ресурсу, наявність підготовленого особового складу (екіпажу, обслуги), бойового комплексу, засобів транспортування і забезпечення, укомплектованість запасними частинами, інструментами, приладдям та експлуатаційною документацією, час приведення у готовність до

бойового застосування у будь-яких умовах обстановки [6].

У статті [7] автори трактують боєздатність як можливість вести бойові дії і виконувати бойові завдання. Відповідно, серед чинників, що визначають рівень боєздатності, зазначені: ступінь укомплектованості, стан озброєння та наявність військової техніки, рівень підготовленості особового складу та його морально-бойові якості, злагодженість підрозділів і штабів, забезпеченість матеріальними засобами та ін.

Автори статті [8] тлумачать боєздатність як «визначальний стан здатності військ (підрозділів, співробітників) вести бойові дії, виконувати бойові завдання». Рівень боєздатності залежить від укомплектованості частин і з'єднань, характеру і напруженості бойових дій, втрат і можливості їхнього швидкого поповнення, підготовленості особового складу, забезпеченості матеріальними засобами тощо.

У виданні [9] боєготовність сил (військ) країн НАТО визначається як сукупність трьох різних, але тісно узгоджених показників: готовність матеріально-технічного забезпечення, боєздатність, боєготовність окремих підрозділів.

Автори публікації [10] розглядають бойову готовність як здатність військ здійснювати бойові дії на певний час, а стан бойової готовності визначають рівнем підготовки та оснащенням підрозділів, станом їхньої підготовки, ступенем матеріально-технічного забезпечення, а також можливістю оповіщення та готовністю до мобілізації.

Системний підхід до оцінювання готовності сил і засобів силових підрозділів до дій у надзвичайних ситуаціях запропонували автори статті [11]. При цьому враховувалися показники ймовірності безвідмовної роботи технічних засобів, а також рівень професійної підготовки та рівень укомплектованості підрозділу особовим складом.

У статті [12] рівень готовності підрозділу до виконання завдань за призначенням оцінюється на основі показників з укомплектованості підрозділів особовим складом, технічними засобами, індивідуальними засобами захисту, підготовленості особового складу, наявності матеріально-технічних ресурсів та ін. Як показник рівня готовності розглядається середнє значення цих показників, що взяті з відповідними ваговими коефіцієнтами. Запропонований показник рівня готовності підрозділу не повною мірою відображує готовність підрозділу до виконання поставлених завдань у довільний момент часу та ступінь безвідмовності функціонування його як цілісної системи протягом часу виконання робіт.

Таким чином, проведений аналіз літературних джерел свідчить, що проблема оцінювання боєздатності військових підрозділів до виконання завдань за призначенням (ведення бойових дій) потребує подальшого дослідження у зазначеному напрямі із системної точки зору.

У зв'язку із цим **метою статті** є розроблення формалізованої математичної моделі оцінювання боєздатності військових підрозділів до виконання завдань за призначенням (ведення бойових дій) та керуючого алгоритму її реалізації. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- розробити формалізовану математичну модель оцінювання боєздатності військових підрозділів до виконання завдань за призначенням (ведення бойових дій);
- запропонувати керуючий алгоритм, який реалізує розроблену математичну модель.

Виклад основного матеріалу. Визначимо, що боєздатність військового підрозділу як єдиної цілісної системи під час виконання бойових завдань залежить від потенційної технічної спроможності цього підрозділу та рівня професійної і морально-психологічної підготовки особового складу до виконання завдань за призначенням:

$$БЗ = F(P_T, P_{ПМП}), \quad (1)$$

де $БЗ$ – рівень боєздатності військового підрозділу;

P_T – потенційна технічна спроможність військового підрозділу до виконання завдань за призначенням (ведення бойових дій);

$P_{ПМП}$ – рівень професійної та морально-психологічної підготовки особового складу підрозділу до виконання завдань за призначенням (ведення бойових дій).

Потенційна технічна спроможність військового підрозділу до виконання поставлених завдань (ведення бойових дій) характеризує: ступінь відповідності укомплектованості, технічної готовності,

ресурсу, тактико-технічних характеристик (ТТХ) ОВТ військового підрозділу складності завдань, що виконуються. Потенційна технічна спроможність військового підрозділу визначається багатьма чинниками [13], зокрема: укомплектованістю сучасними ОВТ, їхніми експлуатаційними та тактико-технічними характеристиками, показниками технічної досконалості ОВТ, забезпеченістю витратними матеріально-технічними засобами (наприклад, пально-мастильними матеріалами, запасними інструментами та приладдями). Величина потенційної технічної спроможності військових формувань і підрозділів ($П_T$) залежить від показників технічної досконалості зразків озброєння і техніки цих формувань (підрозділів), а також від експлуатаційних показників цих зразків:

$$П_T = G(K_{TD}, K_E), \quad (2)$$

де K_{TD} – узагальнений коефіцієнт технічної досконалості зразків ОВТ певного військового підрозділу;

K_E – узагальнений експлуатаційний коефіцієнт зразків ОВТ певного військового підрозділу.

Під технічною досконалістю зразків ОВТ (технічним рівнем зразків) [14] розуміють відносну характеристику якості цих зразків, яка ґрунтується на зіставленні значень показників ТТХ, що визначають технічну довершеність оцінюваних зразків, з відповідними значеннями показників базових зразків, прийнятих за еталон.

Узагальнений коефіцієнт технічної досконалості ОВТ військового підрозділу характеризує ступінь відповідності основних ТТХ зразків озброєння різних типів сучасним вимогам і враховує наявну кількість зразків ОВТ i -го типу, коефіцієнти технічної досконалості зразків ОВТ i -го типу, кількість різних типів зразків ОВТ військового підрозділу:

$$K_{TD} = W(k, N_{НАЯВH_i}, K_{TD_i}), \quad (3)$$

де k – кількість різних типів зразків ОВТ військового підрозділу;

$N_{НАЯВH_i}$ – наявна кількість зразків ОВТ i -го типу військового підрозділу;

K_{TD_i} – коефіцієнт технічної досконалості зразків ОВТ i -го типу.

Узагальнений експлуатаційний коефіцієнт усіх зразків ОВТ військового підрозділу K_E визначається укомплектованістю, технічною готовністю та запасом ресурсу ОВТ підрозділу [15]:

$$K_E = Q(K_{YK}, K_{TG}, K_{PEC}), \quad (4)$$

де K_{YK} – коефіцієнт укомплектованості військового підрозділу ОВТ;

K_{TG} – коефіцієнт технічної готовності військового підрозділу;

K_{PEC} – коефіцієнт запасу ресурсу наявного ОВТ військового підрозділу.

Укомплектованість підрозділу ОВТ характеризується коефіцієнтом укомплектованості, який визначається відношенням наявної кількості до штатної кількості зразків ОВТ:

$$K_{YK} = L(N_{НАЯВH}, N_{ШТ}), \quad (5)$$

де $N_{НАЯВH} = \sum_{i=1}^k N_{НАЯВH_i}$ – наявна кількість зразків ОВТ цього військового підрозділу;

$N_{ШТ}$ – кількість ОВТ військового підрозділу за штатним розписом.

Технічна готовність підрозділу характеризується коефіцієнтом технічної готовності [13, 14], який визначається відношенням кількості технічно готових до наявної кількості зразків ОВТ військового підрозділу:

$$K_{TG} = V(N_{TG}, N_{НАЯВH}), \quad (6)$$

де N_{TG} – кількість технічно готових із наявних зразків ОВТ військового підрозділу.

Важливе значення має ресурс зразків ОВТ військового підрозділу. Ресурс зразків ОВТ військового підрозділу характеризується коефіцієнтом запасу ресурсу зразків ОВТ усіх типів, які є на озброєнні цього підрозділу. Коефіцієнт запасу ресурсу зразків ОВТ характеризує в основному ступінь фізичного зносу (старіння) зразків ОВТ підрозділу:

$$K_{PEC} = U(N_{is}, R_{is}, N_{HAЯBH}), \quad (7)$$

де R_{is} – s -та межа запасу ресурсу для наявних зразків ОВТ i -го типу;

N_{is} – кількість наявних зразків ОВТ i -го типу із s -ю межею запасу ресурсу.

Рівень професійної та морально-психологічної підготовки особового складу до виконання завдань за призначенням ($P_{ПМП}$) характеризує його професійну здатність та морально-психологічні якості. Він визначається укомплектованістю особового складу підрозділу спеціалістами, професійною та морально-психологічною підготовкою до дій у бойових умовах:

$$P_{ПМП} = H(P_{OC}, P_{ПП}, P_{МП}), \quad (8)$$

де P_{OC} – імовірність укомплектованості особового складу підрозділу спеціалістами;

$P_{ПП}$ – імовірність професійної підготовленості до виконання завдань за призначенням (ведення бойових дій);

$P_{МП}$ – імовірність морально-психологічної підготовленості до виконання завдань за призначенням (ведення бойових дій).

Професійна підготовленість до виконання завдань за призначенням (ведення бойових дій) характеризується комплексом знань, умінь, навченості особового складу веденню бойових дій у різній обстановці та відповідно до їхнього призначення, наявністю професійного досвіду особового складу військового підрозділу [16, 17]. Морально-психологічна підготовка спрямована на підвищення психічної стійкості та психологічної готовності особового складу до дій у бою у складних і небезпечних умовах, в обстановці, яка різко змінюється, під час тривалого нервово-психологічного напруження, подолання труднощів, пов'язаних із виконанням військового обов'язку.

Отже, формалізована математична модель оцінювання боєздатності військових підрозділів до виконання завдань за призначенням являє собою систему із 8 аналітичних залежностей [вирази (1–8)], які наведені вище.

Розроблена формалізована математична модель реалізує принцип системного підходу до вирішення проблеми оцінювання боєздатності військових підрозділів до виконання завдань за призначенням (ведення бойових дій). Керуючий алгоритм реалізації формалізованої математичної моделі оцінювання боєздатності військових підрозділів до виконання завдань за призначенням (ведення бойових дій) подано на рисунку 1.

Керуючий алгоритм складається із 10 блоків, які розміщені на 6 ієрархічних рівнях.

Перший рівень складають:

– блок збирання й оброблення інформації про укомплектованість військових підрозділів ОВТ, технічний стан, тактико-технічні та експлуатаційні характеристики;

– блок збирання й оброблення інформації про укомплектованість військових підрозділів особовим складом, рівень професійної та морально-психологічної підготовки.

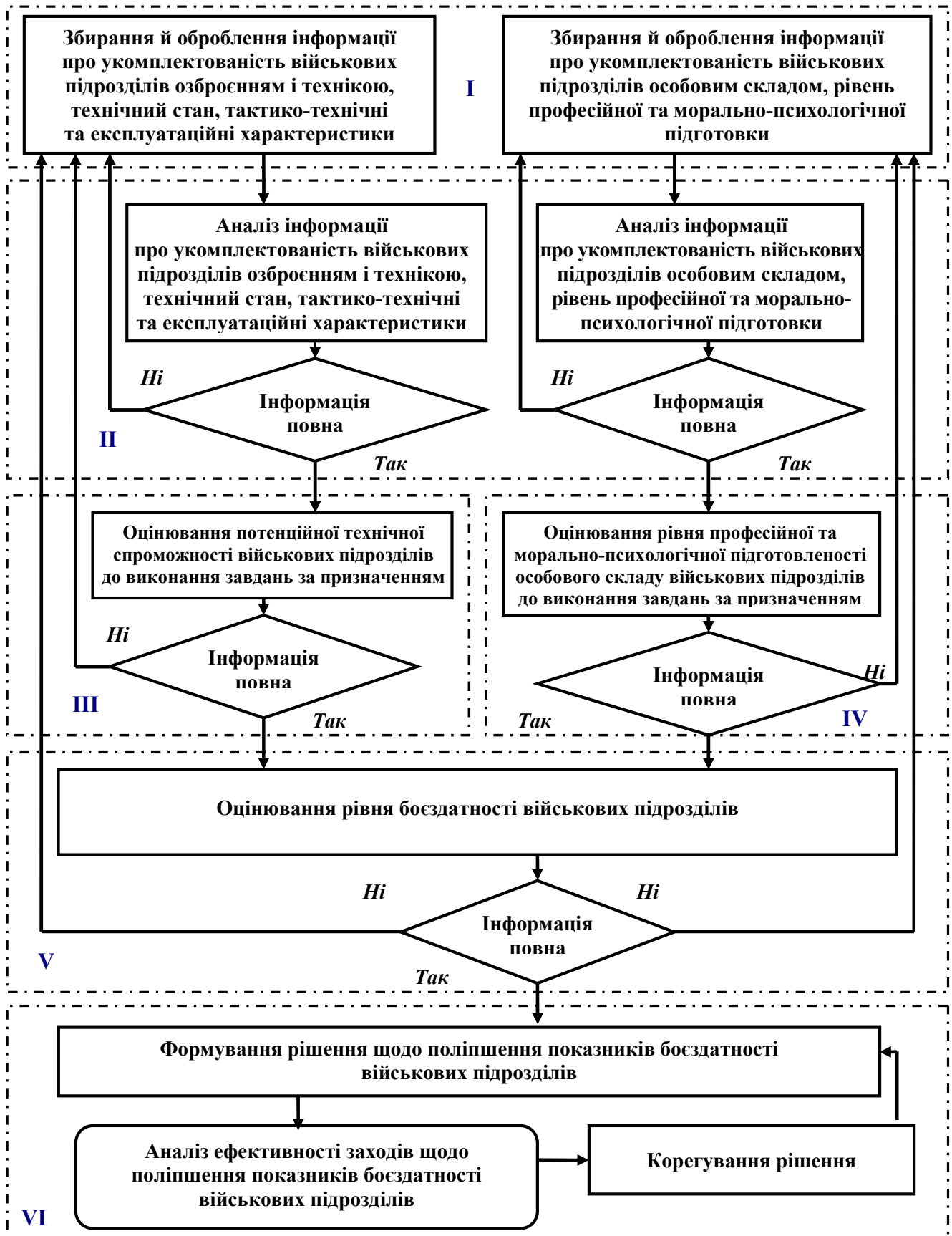


Рисунок 1 – Керуючий алгоритм реалізації формалізованої математичної моделі

На другому рівні розміщені:

- блок аналізу інформації про укомплектованість військових підрозділів ОВТ, технічний стан, тактико-технічні та експлуатаційні характеристики;
- блок аналізу інформації про укомплектованість військових підрозділів особовим складом, рівень професійної та морально-психологічної підготовки.

На третьому рівні розміщений блок оцінювання потенційної технічної спроможності військових підрозділів до виконання завдань за призначенням (ведення бойових дій). На четвертому рівні міститься блок оцінювання професійної та морально-психологічної підготовленості особового складу військових підрозділів до виконання завдань за призначенням (ведення бойових дій). Блоки на третьому і четвертому рівнях мають можливість працювати одночасно, тобто реалізується принцип розпаралелювання процесів.

На п'ятому рівні розміщений блок оцінювання рівня боєздатності військових підрозділів. Шостий рівень складають: блок формування рішення щодо поліпшення показників боєздатності військових підрозділів, блок аналізу ефективності заходів щодо поліпшення показників боєздатності військових підрозділів та блок корегування рішення.

Таким чином, керуючий алгоритм реалізації формалізованої математичної моделі оцінювання боєздатності військових підрозділів до виконання завдань за призначенням (ведення бойових дій) складається із 10 блоків, які розміщені на 6 ієрархічних рівнях і пов'язані прямими та зворотними логічними зв'язками.

Висновки

1. Основою бойової готовності військових підрозділів є боєздатність. Боєздатність характеризує спроможність військової частини чи підрозділу виконувати завдання за призначенням (вести бойові дії). Вона визначається ступенем укомплектованості, станом озброєння та військової техніки, рівнем професійної та морально-психологічної підготовки, злагодженістю підрозділів і штабів, забезпеченістю матеріальними засобами та іншими чинниками.

2. Розроблено формалізовану математичну модель оцінювання боєздатності військових підрозділів до виконання завдань за призначенням (ведення бойових дій), яка являє собою систему аналітичних залежностей, що описують рівень боєздатності військових підрозділів, їхню потенційну технічну спроможність до виконання завдань за призначенням (ведення бойових дій), ступінь відповідності основних тактико-технічних характеристик зразків озброєння різних типів військових підрозділів сучасним вимогам щодо технічного оснащення, експлуатаційні можливості зразків ОВТ військових підрозділів, ступінь укомплектованості їх озброєнням та військовою технікою, технічну готовність військових підрозділів, рівень запасу ресурсу наявного ОВТ військових підрозділів, рівень професійної та морально-психологічної підготовки особового складу підрозділів до виконання завдань за призначенням (ведення бойових дій). Це реалізує принцип системного підходу до вирішення проблеми оцінювання боєздатності військових підрозділів до виконання завдань за призначенням (ведення бойових дій).

3. Розроблено керуючий алгоритм, який реалізує формалізовану математичну модель оцінювання боєздатності військових підрозділів до виконання завдань за призначенням. Його використання передбачає виконання таких процедур: збирання, оброблення, аналіз інформації про укомплектованість військових підрозділів озброєнням і технікою, технічний стан, тактико-технічні та експлуатаційні характеристики; укомплектованість військових підрозділів особовим складом, рівень професійної та морально-психологічної підготовки; оцінювання потенційної технічної спроможності військових підрозділів до виконання завдань за призначенням (ведення бойових дій); оцінювання професійної та морально-психологічної підготовленості особового складу військових підрозділів до виконання завдань за призначенням (ведення бойових дій); оцінювання боєздатності військових підрозділів; формування рішення щодо поліпшення показників боєздатності військових підрозділів; аналіз ефективності заходів щодо поліпшення показників боєздатності військових підрозділів та корегування рішення. Цей керуючий алгоритм складається із 10 блоків, які розміщені на 6 ієрархічних рівнях і пов'язані прямими та зворотними логічними зв'язками.

Напрямом подальшого дослідження є встановлення більш детальних взаємозв'язків між елементами та блоками різних рівнів та автоматизація цих процесів.

Перелік джерел посилання

1. Романенко І. С., Шуєнкін В. О., Можаровський В. М. Теорія відвертого збитку : монографія. Львів : НАСВ, 2017. 244 с.
2. Радковець Ю. Гібридна війна Росії проти України: уроки та висновки : веб-сайт. URL: <http://surl.li/ugqje> (дата звернення: 20.03.2024).
3. Про Збройні Сили України : Закон України від 06.12.1991 р. № 1934-ХІІ. Дата оновлення: 27.03.2020. URL: <http://surl.li/ugqjo> (дата звернення: 20.03.2024).
4. Про Національну гвардію України : Закон України від 14.10.2014 р. № 1697-VII. Дата оновлення: 09.08.2023. URL: <http://surl.li/ugqjt> (дата звернення: 20.03.2024).
5. Вахіна О. О., Скляр О. С., Надутий А. В. Визначення понять «Бойова здатність» і «Бойова готовність» у контексті діяльності Національної поліції України. *Підготовка правоохоронців в системі МВС України в умовах воєнного стану* : зб. тез доп. Міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 26 трав. 2022 р. Харків : ХНУВС, 2022. С. 171–174.
6. Україна кримінальна. Боездатність військ – що це означає : веб-сайт. URL: <http://surl.li/ugqkj> (дата звернення: 10.03.2024).
7. Дідіченко В. П., Семенов О. М. Щодо залежності боездатності військового формування від рівня його фінансування. *Збірник ЦНДІ*. Київ, 2006. № 4 (38). С. 78–91.
8. Словник професійної термінології для майбутніх фахівців Національної гвардії України (до курсу «Українська мова за професійним спрямуванням»): навч. посіб. / М. П. Вовк та ін. Київ : ФПФ НГУ НАВС, 2016. 156 с. URL: <http://surl.li/bpwlpj> (дата звернення: 10.03.2024).
9. Словник основних термінів та скорочень, які використовуються в НАТО / Міністерство оборони України. Київ : МП Леся, 2004. 568 с.
10. AFI 10-210. Force readiness reporting, 3 march 2016. URL: <http://surl.li/ugqkw> (дата звернення: 02.03.2024).
11. Tiutiunyk V. V., Ivanets H. V., Tolkunov I. A., Stetsyuk E. I. System approach for readiness assessment units of civil defense to actions at emergency situations. *Scientific Bulletin of National Mining University*. 2018. Vol. 1. Issue 1 (163). P. 99–105.
12. Неклонський І. М., Самарін В. О., Харламов В. В. Спектральний підхід до оцінювання готовності аварійно-рятувальних підрозділів до дій за призначенням. *Проблеми надзвичайних ситуацій*. 2016. Вип. 23. С. 113–120.
13. Ivanets H., Ivanets M., Safarova H. State emergency service of Ukraine units potential mission effectiveness during emergency response assessment model. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*, 2017. Вип. 4 (29). С. 96–100.
14. Васілевський О. М., Ігнатенко О. Г. Нормування показників надійності технічних засобів : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2013. 160 с.
15. Іванець Г. В., Іванець М. Г., Горелишев С. А., Баулін Д. С., Башкатов Є. Г. Формалізована математична модель забезпечення готовності реагування на надзвичайні ситуації. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Машинознавство та САПР*. Харків, 2020. № 2. С. 51–57.
16. Формалізація понять бойової готовності, бойової виучки і підготовки офіцерських кадрів та визначення їх динаміки / І. В. Біжан та ін. *Збірник наукових праць Харківського військового університету*. 2001. № 7 (37). С. 3–7.
17. Пічугун М. Ф., Карлов Д. В., Воловодюк А. С., Клімішен О. О. Оцінювання впливу системи підготовки військовослужбовців у навчальних центрах на стан бойової готовності Збройних Сил України. *Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил*. Харків, 2016. Вип. 2 (47). С. 226–229.

Стаття надійшла до редакції 02.05.2024 р.

FORMALIZED MATHEMATICAL MODEL OF EVALUATION COMBAT CAPACITY OF MILITARY UNITS

Combat capability characterizes the ability of a military unit to perform its combat mission and is a defining element of its combat readiness. It depends on many factors, in particular, the degree of staffing of military units with personnel and specialists, the level of their training, moral-psychological and combat qualities, the availability and condition of the necessary weapons and military equipment, indicators of its reliability and technical resources, provision of expendable material and technical means, coherence of units and headquarters, provision of material resources and other factors.

A formalized mathematical model has been developed for assessing the combat capability of military units to perform assigned tasks, which is a system of eight analytical dependencies that describe: the level of combat capability of military units, the potential technical ability of units to perform assigned tasks, the degree of compliance of the main tactical and technical characteristics of weapons samples with modern requirements in terms of technical equipment, the operational capabilities of units weapons and military equipment samples, the degree of the unit's armament and equipment, the unit's technical readiness, the level of the stockpile of weapons and military equipment, the level of professional and moral and psychological training of military units personnel to perform assigned tasks.

In addition, a control algorithm is given that implements a formalized mathematical model for assessing the combat capability of military units to perform their assigned tasks. Its use involves the following procedures: collection, processing, analysis of initial information about military units, evaluation of the combat capability of military units, formation of a decision to improve the combat capability indicators of military units, analysis of the effectiveness of measures to improve the combat capability indicators of military units, and adjustment of the decision. It consists of 10 blocks, which are placed on 6 hierarchical levels and connected by forward and reverse logical connections.

The direction of further research is the establishment of more detailed relationships between elements and blocks of different levels and the automation of these processes.

Keywords: *formalized mathematical model, control algorithm, combat capability, military unit, factors.*

Іванець Григорій Володимирович – кандидат технічних наук, доцент, старший науковий співробітник науково-дослідної лабораторії факультету протиповітряної оборони Сухопутних військ Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба
<https://orcid.org/0000-0002-4906-5265>

Горелишев Станіслав Анатолійович – кандидат технічних наук, доцент, провідний науковий співробітник науково-дослідного центру Національної академії Національної гвардії України
<https://orcid.org/0000-0003-1689-0901>

Іванець Михайло Григорович – кандидат технічних наук, старший дослідник, провідний науковий співробітник – провідний інженер-випробувач науково-дослідного відділу Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки
<https://orcid.org/0000-0002-3106-7633>