



О. В. Майстренко



О. А. Караванов



О. В. Лихольот

ОБҐРУНТУВАННЯ СУКУПНОСТІ ПОКАЗНИКІВ ОЦІНЮВАННЯ СТІЙКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ РОЗВІДУВАЛЬНО-ВОГНЕВИХ СИСТЕМ

Досліджено процес функціонування розвідувально-вогневих систем. Запропоновано сукупність показників, які дають змогу оцінити стійкість функціонування розвідувально-вогневої системи, що складається з підсистем розвідки, управління та вогневого впливу в умовах проведення воєнної (бойової) операції.

Ключові слова: *розвідувально-вогнева система, показник, оцінювання, стійкість функціонування.*

Постановка проблеми. Тенденції розвитку способів збройної боротьби показують, що країни, які беруть участь у воєнних конфліктах, намагаються організувати і вести бойові дії у єдиному інформаційному просторі. Як зазначено у працях [1, 2], єдиний інформаційний простір дає можливість: застосовувати збройні формування у складі єдиної гнучкої просторово-розподіленої розвідувально-вогневої системи (РВС). Частина завдань щодо вогневого ураження противника (ВУП), до виконання яких залучаються РВС в умовах сьогодення, складає 75–80 %. У статті [3] наголошено, що застосування РВС базується на теорії Бойда. Основними перевагами зазначених систем є: можливість створення, виходячи з обстановки, яка склалася, та завдань, на які покладаються; можливість їх комплектування з використанням наявних сил і засобів; можливість дій у реальному масштабі часу; швидкість реакції на зміну обстановки та прийняття обґрунтованих рішень; своєчасність виконання завдань, здатність до здійснення контролю точності їх виконання та коректування за необхідності; висока мобільність на полі бою.

Разом з тим аналіз досвіду застосування РВС, наведений у статті [4], свідчить, що процес їх функціонування під час виконання завдань за призначенням в умовах вогневого впливу противника слабо піддається прогнозуванню. Доволі часто проявляються тенденції, які показують, що, здавалося б,

© О. В. Майстренко, О. А. Караванов, О. В. Лихольот, 2022

достатньо надійні елементи РВС під час впливу на них однакових факторів поводять себе по-різному, дають збій, де начебто не повинні, та показують недостатню ефективність. Інакше кажучи, можна стверджувати, що існує певна властивість, яка впливає на процес функціонування РВС і є недостатньо дослідженою. Не викликає сумнівів, що в умовах сучасного динамічного бою елементи РВС (засоби розвідки, управління та вогневого впливу) мають бути здатними протистояти впливу уражаючих факторів зброї противника. Однак під час виконання визначеного бойового завдання тільки вціліти під впливом противника недостатньо, крім того, необхідно зберігати здатність до функціонування відповідно до свого призначення, тобто мати певну стійкість (стійкість функціонування).

В умовах проведення ВУП, яке досліджено у статті [5], підвищення стійкості функціонування елементів РВС забезпечить успіх у виконанні поставлених завдань. Разом з тим неврахування стійкості функціонування елементів РВС може призвести до того, що виведення з ладу навіть одного елемента спричинить неможливість застосування такої системи в цілому, що свідчить про важливість проведення дослідження такої властивості, як стійкість функціонування об'єктів РВС.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Національні стандарти деяких країн [6] встановлюють вимоги до стійкості функціонування мережі електров'язку. У

документі наведено визначення властивості «стійкість» та зазначено, що ця властивість є комплексною і може оцінюватися через показники таких властивостей, як «надійність» та «живучість». Однак регламентована методика оцінки відповідності мережі заданим вимогам забезпечення стійкості її функціонування не може бути застосована для визначення стійкості процесу функціонування РВС.

У праці [7] розглянуто стійкість функціонування розподілених інформаційних систем та запропоновано застосовувати комплекс розроблених математичних моделей оптимізації розподілення елементів. Однак стійкість функціонування системи розглянута в умовах впливу зовнішніх та внутрішніх дестабілізуючих факторів, а надійність і живучість елементів не враховуються.

У статті [8] запропоновано методику оцінки стійкості структури системи космічної розвідки, яка полягає в обчисленні показника стійкості для будь-якої структури, а також у визначенні оптимальної структури системи космічної розвідки за критерієм мінімуму вартості за обмежень на параметри стійкості. Проте питанням стійкості процесу функціонування не приділено уваги.

У праці [9] автори розглядають порядок оцінки стійкості функціонування критичної інформаційної інфраструктури в умовах інформаційного взаємовпливу сторін конфлікту в кіберпросторі. В дослідженні обґрунтовано показники для оцінки стійкості функціонування автоматизованих систем управління, за допомогою яких забезпечується взаємодія інших об'єктів системи, а стійкість функціонування самих об'єктів не розглянуто.

У статті [10] автори вводять поняття ознаки, критерію і запасу функціональної стійкості. Однак досліджують можливість кількісної оцінки функціональної стійкості тільки розподілених інформаційно-керуючих систем.

У публікації [11] проводиться аналіз кількісних показників стійкості системи зв'язку та радіотехнічного забезпечення. Визначено показники стійкості системи зв'язку та радіотехнічного забезпечення: живучості, надійності та завадостійкості. Однак у праці не враховано інтенсивність потоку відмов.

Дослідження [12] показує, що поняття надійності і живучості технічних систем можуть розглядатися разом у межах концепції технічної стійкості. До того ж показники, які б

характеризували поняття стійкості, не визначені.

Наведений вище аналіз літературних джерел свідчить, що показники оцінювання стійкості функціонування військових систем не є структурованими, а для РВС відсутні, тому це дослідження є актуальним.

Метою статті є обґрунтування сукупності показників для оцінювання стійкості процесу функціонування елементів РВС (засобів розвідки, управління, вогневого впливу), які б давали змогу узгоджено з метою функціонування РВС оцінювати її можливості.

Виклад основного матеріалу. Науковою основою досліджень з оцінювання стійкості функціонування РВС є методи аналізу, теорії імовірностей та математичної статистики, теорії надійності, теорії ефективності застосування ОВТ.

Сутність функціонування РВС полягає у забезпеченні скоординованої у просторі і синхронізованої у часі роботи елементів системи для нанесення ураження об'єктам противника з мінімальною часовою затримкою від моменту його виявлення. Якщо розглядати процес функціонування РВС, необхідно зауважити, що на нього будуть впливати різні дестабілізуючі фактори. Їх умовно можна поділити на дві групи – зовнішні та внутрішні.

До зовнішніх факторів слід віднести ті, які будуть визначатися складом, характером, формами і способами дій противника та його можливостями щодо здійснення кінетичного та некінетичного впливу на функціонування РВС, а також характером фізико-географічних умов району проведення бойових дій.

До внутрішніх факторів належать ті, що впливають на функціонування системи, але ступінь їхнього впливу може бути змінений під час проведення певних заходів. До цих факторів можна віднести: склад, структуру, можливості та стан сил і засобів, що входять до РВС, ступінь їх укомплектованості; укомплектованість і рівень підготовки особового складу; вид функціонального об'єднання елементів системи; форми та способи збору й оброблення інформації про противника та ін.

У сукупності фактори першої та другої груп створюють умови, в яких РВС виконуватиме свої завдання та від яких залежатиме ступінь стійкості під час реалізації цільової функції усієї системи.

Проаналізувавши підходи до визначення поняття «стійкість», викладені у працях [6–15], та розглянувши його відповідно до факторів, які впливатимуть на процес функціонування РВС у бойовій операції, можна припустити, що «стійкість функціонування» – здатність системи виконувати свої функції упродовж заданого інтервалу часу, у разі виходу з ладу частини елементів системи в результаті впливу дестабілізуючих факторів. Це комплексна властивість, яка містить у собі: надійність (що характеризується безвідмовністю функціонування елементів системи) та живучість (що характеризується інтенсивністю впливу противника).

Як зазначено у дослідженнях [16–19], у теорії надійності широко використовують імовірнісні показники безвідмовності. Такий підхід забезпечує характеристику кожного елемента вектором одиничних і комплексних показників та дає можливість здійснити вибір показника, який краще дозволить відобразити властивість надійності з урахуванням умов застосування.

У навчальному посібнику [20] автор стверджує, що безвідмовність – це здатність системи виконувати потрібні функції у певних умовах протягом заданого інтервалу часу. Основними показниками, які використовуються у процесі оцінювання технічної надійності і якими характеризується безвідмовність функціонування невідновлювальних систем, є: імовірність безвідмовної роботи $P(t)$; частота відмов $a(t)$; інтенсивність відмов $\lambda(t)$. Безвідмовність функціонування, а відповідно і надійність, пропонується оцінювати таким показником, як інтенсивність відмов, спричинених технічними несправностями λ_d .

Саме цей показник відображає фізичний сенс процесу функціонування елементів РВС, має імовірнісний характер і є доволі простим.

Живучість залежить від інтенсивності впливу противника. Відповідно і оцінювати живучість пропонується таким показником, як інтенсивність відмов, які виникають унаслідок вдалого впливу противника λ_s . Цей показник відображає здатність елементів РВС функціонувати під впливом противника, є простим і ймовірнісним.

У цілому сутність стійкості функціонування РВС відобразатиметься сумою інтенсивності відмов, спричинених технічними несправностями λ_d , та інтенсивності відмов, які виникають унаслідок впливу противника λ_s . Проте доволі часто оцінювання технічних систем зводиться до визначення ефективності їх застосування, а одним зі співмножників під час її визначення є імовірність безвідмовного функціонування. Саме тому стійкість функціонування елемента системи пропонується оцінювати за показником імовірності безвідмовного функціонування елемента $P(t)_e$. Цей показник зможе відобразити характеристику стійкості функціонування елемента системи з урахуванням зміни в часі та може бути отриманий порівняно простими розрахунками.

Імовірність безвідмовного функціонування елемента системи $P(t)_e$ можна визначити, використовуючи закони розподілу ймовірностей, які широко застосовуються у теорії надійності.

Досвід експлуатації показує, що зміна інтенсивності потоку відмов $\lambda(t)$ описується U-подібною кривою (рис. 1) [21].

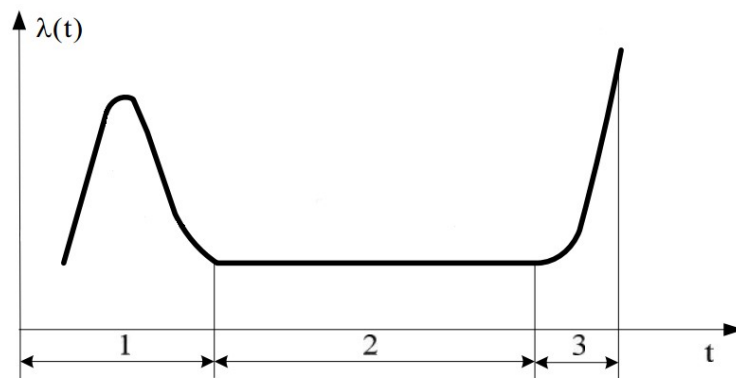


Рисунок 1 – Залежність інтенсивності відмов від часу роботи ТЗ

Криву можна умовно поділити на три найбільш характерні періоди роботи.

Перший період – припрацювання, характеризується високою інтенсивністю відмов, викликаних відхиленням від вимог конструкторсько-технологічної документації, що розподіляються, як правило, за законом розподілу Вейбула й усуваються унаслідок проведення технологічного припрацювання (обкатування).

Другий період – нормальна експлуатація, характеризується мінімальною і постійною інтенсивностями відмов $\lambda(t) \approx \text{const}$. Ці відмови називаються раптовими, визначаються випадковими факторами і розподіляються, як правило, за експоненціальним законом розподілу.

Третій період – старіння або знос, характеризується різким збільшенням інтенсивності зносних відмов, що зазвичай розподіляються за нормальним законом розподілу (законом Гауса).

Виходячи з того, що у дослідженні розглядається застосування РВС у воєнній (бойовій) операції, можна стверджувати, що функціонування елементів, що утворюють систему, буде відбуватись у період нормальної експлуатації (див. рис. 1, ділянка 2). Таким чином, для подальшого проведення розрахунків необхідно користуватись експоненціальним законом розподілу.

Відповідно до праць [22, 23, 24] розрахунок імовірності безвідмовного функціонування одного елемента РВС буде обчислюватися за залежністю

$$P_e(t) = 1 - e^{-\lambda_e t}, \quad (1)$$

де $P_e(t)$ – імовірність безвідмовного функціонування елемента системи;

λ_e – інтенсивність потоку відмов елемента;

t – час функціонування елемента.

Як зазначалося раніше, на функціонування елемента РВС впливатимуть два види відмов. Перший вид – це відмови, спричинені технічними несправностями в елементі системи, другий – відмови, які виникатимуть унаслідок вдалого вогневого впливу противника. Таким чином, інтенсивність потоку відмов в елементі відобразиться сумою інтенсивності відмов, спричинених технічними несправностями λ_d , та інтенсивності відмов, які виникають унаслідок впливу противника λ_s , і визначатиметься за виразом

$$\lambda_e = \lambda_d + \lambda_s, \quad (2)$$

де λ_d – інтенсивність потоку відмов елемента, спричинених технічними несправностями;

λ_s – інтенсивність потоку відмов елемента, які виникатимуть унаслідок вдалого вогневого впливу противника.

Підставивши вираз (2) у вираз (1) отримаємо залежність, згідно з якою можна визначити ймовірність безвідмовного функціонування (стійкість функціонування) одного елемента РВС та при цьому врахувати його живучість:

$$P_e(t) = 1 - e^{-(\lambda_d + \lambda_s)t}. \quad (3)$$

Відповідно до праці [4] РВС складається з трьох підсистем (розвідки, управління та вогневого впливу), а до складу кожної підсистеми входить певна кількість елементів, причому різнотипних (наприклад, до підсистеми розвідки може бути включено 2 радіолокаційні станції та 3 БпЛА, до системи вогневого впливу – 6 гармат та 3 РСЗВ тощо). Ймовірність безвідмовного функціонування однотипних елементів буде однаковою, а от імовірність безвідмовного функціонування елементів різного типу відрізнятиметься. У зв'язку з цим постає необхідність мати показник, який би оцінював стійкість функціонування підсистеми РВС, до складу якої входить певна кількість різнотипних елементів. За такий показник пропонується взяти математичне сподівання безвідмовного функціонування відносної кількості різнотипних елементів, що входять до складу підсистеми μ , тому що згідно з публікацією [25] математичне сподівання є узагальненим поняттям середнього значення сукупності елементів та дає змогу врахувати ймовірність безвідмовного функціонування кожного з них. Використовуючи підхід, зазначений у праці [25], математичне сподівання безвідмовного функціонування підсистеми РВС можна обчислити за такою формулою:

$$\mu_j = \sum_{i=1}^{N_j} n_i P_{e,i}(t), \quad (4)$$

де μ_j – математичне сподівання безвідмовного функціонування j -ї підсистеми РВС;

n_i – кількість елементів i -го типу;

$P_{e,i}(t)$ – імовірність безвідмовного функціонування елемента i -го типу;

N_j – кількість типів елементів у j -й підсистемі.

Відповідно математичне сподівання безвідмовного функціонування РВС визначатиметься за формулою

$$\mu_{PBC} = \sum_{j=1}^3 \mu_j, \quad (5)$$

де μ_{PBC} – математичне сподівання безвідмовного функціонування РВС;

3 – кількість підсистем у РВС (розвідки, управління, вогневого впливу).

Підставивши у вираз (5) вирази (4) та (3), встановимо, що математичне сподівання безвідмовного функціонування РВС обчислюватиметься за формулою

$$\mu_{PBC} = \sum_{j=1}^3 \sum_{i=1}^{N_j} n_{ij} P_{e,ij}(t), \quad (6)$$

де n_{ij} – кількість елементів i -го типу в j -й підсистемі;

$P_{e,ij}(t)$ – імовірність безвідмовного функціонування елемента i -го типу в j -й підсистемі.

Доволі часто під час здійснення розрахунків виникає необхідність мати показник, який би оцінював середню похибку їх проведення. За такий показник пропонується взяти стандартне відхилення (середнє квадратичне відхилення) кількості об'єктів, які продовжуватимуть функціонувати впродовж часу проведення операції.

Відповідно до підходу, викладеного у праці [25], середнє квадратичне відхилення кількості однотипних елементів у підсистемі РВС, які зможуть продовжувати функціонувати впродовж часу проведення операції, визначатиметься за виразом

$$\sigma_i = \sqrt{\sum_{x_R=0}^{N_i} P_i(x_R)(x_R - \mu_i)^2}, \quad (7)$$

де σ_i – середнє квадратичне відхилення кількості працездатних елементів i -го типу;

x_R – кількість працездатних елементів i -го типу;

$P_i(x_R)$ – імовірність станів кількості працездатних елементів;

μ_i – математичне сподівання безвідмовного функціонування елементів i -го типу;

N_i – кількість елементів i -го типу.

Розрахунок імовірності станів кількості працездатних елементів i -го типу $P_i(x_R)$ здійснюється за формулою

$$P_i(x_R) = C_N^{x_R} (1 - P_{e,i}(t))^{(N-x_R)} P_{e,i}(t)^{x_R}, \quad (8)$$

де $C_N^{x_R}$ – кількість варіантів стану працездатних та непрацездатних елементів.

Середнє квадратичне відхилення кількості працездатних елементів у підсистемі РВС складатиметься із середніх квадратичних відхилень кількості працездатних елементів кожного типу, що входять до складу підсистеми, та обчислюватиметься так:

$$\sigma_j = \sqrt{\sum_{i=1}^{N_j} \sigma_i^2}, \quad (9)$$

де σ_j – середнє квадратичне відхилення кількості працездатних елементів у j -й підсистемі.

Таким чином, за допомогою залежностей (1) – (9) можна визначити стійкість функціонування елементів, які входять до складу РВС, на період проведення воєнної (бойової) операції.

Висновки

Розглянуто сутність процесу функціонування РВС, яка складається з підсистем розвідки, управління та вогневого впливу в умовах проведення воєнної (бойової) операції. Встановлено, що на процес функціонування РВС та її елементів впливають зовнішні та внутрішні дестабілізуючі фактори.

Обґрунтовано сукупність показників, яка найбільш повно характеризує стійкість функціонування елементів РВС. Визначено, що такими показниками є:

- для оцінки безвідмовності функціонування, а відповідно і надійності елемента – інтенсивність відмов, спричинених технічними несправностями λ_d ;

- для оцінки живучості елемента – інтенсивність відмов, які виникають унаслідок вдалого впливу противника λ_s ;

- для оцінки стійкості функціонування елемента – ймовірність безвідмовного функціонування елемента $P(t)_e$;

- для оцінки стійкості функціонування підсистеми РВС (до складу якої входить певна кількість різнотипних елементів) – математичне сподівання безвідмовного функціонування відносної кількості різнотипних елементів, що входять до складу підсистеми μ ;

- для оцінки середньої похибки проведення розрахунків – стандартне відхилення (середнє квадратичне відхилення) кількості об'єктів, які

зможуть продовжувати функціонування упродовж часу проведення операції.

Отримано залежності, які дають змогу об'єднати в собі показники технічної надійності і живучості елементів та визначити рівень стійкості їхнього функціонування. Це, зі свого боку, дає можливість побудувати математичну модель процесу функціонування РВС, яка максимально відображатиме процеси, що проходять усередині системи в умовах дестабілізуючого впливу противника, що і є перспективним напрямом подальших досліджень.

Перелік джерел посилання

1. Телелим В. М. Найважливіші аспекти розвитку збройної боротьби. *Військо України*. 2012. № 1–2 (138). С. 12–17.
2. The Implementation of Network Centric Warfare. URL: <http://www.iwar.org.uk/rma/resources/ncw/implementation-of-NCW.pdf> (дата звернення: 14.05.2020).
3. Майстренко О. В., Караванов О. А., Щерба А. А. Структурно-функціональний аналіз розвідувально-вогневої системи та декомпозиція її функцій та підсистем. *Військово-технічний збірник*. 2021. № 25. С. 38–48.
4. Караванов О. А. Аналіз розвідувально-вогневих систем та досвіду їх технічної експлуатації. *Військово-технічний збірник*. 2021. № 24. С. 25–33.
5. Майстренко О., Лихольот О. Декомпозиція процесу вогневого ураження противника. *Честь і закон*. 2021. № 3(78). С. 30–36. DOI: <https://doi.org/10.33405/2078-7480/2021/3/78/244546>.
6. ГОСТ Р 5311-2008. Устойчивость функционирования сети связи общего пользования. Требования и методы проверки. [Дата введения 2009-10-01]. Изд. офиц. Москва : Стандартинформ, 2009. 15 с.
7. Есиков Д. О. Оценка эффективности методов решения задач обеспечения устойчивости функционирования распределенных информационных систем. *Программные продукты и системы*. 2017. Т. 30. № 2. С. 241–256. DOI: 10.15827/0236-235X.030.2.241-256.
8. Барабаш О. В., Зуйко В. В. Методика оцінки стійкості структури системи космічної розвідки в умовах впливу противника. *Системи озброєння і військова техніка*. 2009. № 4 (20). С. 2–7.
9. Минаев В. А., Королев И. Д., Зеленцова Е. В., Захарченко Р. И. Критическая информационная инфраструктура: оценка устойчивости функционирования. *Радиопромышленность*. 2018. Т. 28. № 4. С. 59–67. DOI: 10.21778/2413-9599-2018-28-4-59-67.
10. Машков О., Барабаш О. Оцінка функціональної стійкості розподілених інформаційно-керуючих систем. *Фізико-математичне моделювання та інформаційні технології*. 2005. Вип. 1. С. 157–163.
11. Макаров С. А., Беляк С. П., Висоцький О. В. Оцінка стійкості системи зв'язку та радіотехнічного забезпечення. *Системи озброєння і військова техніка*. 2020. № 1(61). С. 44–50. DOI: 10.30748/soivt.2020.61.05.
12. Абдулаева З. И., Топузов М. Э., Виноградов В. В., Макаренко Д. П. Надежность и живучесть систем как частные свойства технической устойчивости. URL: <https://scm.etu.ru/assets/files/2020/scm20/papers/2/076.pdf> (дата обращения: 10.08.2021).
13. Muller G., Koslowski T. and Accorsi R. Resilience – a New Research Field in Business Information Systems? URL: <http://www2.informatik.uni-freiburg.de/~accorsi/papers/bis13.pdf> (дата звернення: 10.08.2021).
14. Основи моделювання бойових дій військ : підручник / О. Ю. Пермяков та ін. Київ : НАОУ, 2005. 481 с.
15. Инициатива ResiliNets (Канзасский университет и университет Ланкастер, США). URL: https://wiki.ittc.ku.edu/resilinet/Main_Page (дата обращения: 10.08.2021).
16. Міляєв Ю. П., Нечипоренко О. М. Основи надійності технічних систем : навч. посіб. Київ : Видавничо-поліграфічний центр АМУ, 2008. 246 с.
17. Черкесов Г. Н. Надежность аппаратно-программных комплексов : учеб. пособие. Санкт-Петербург : Питер, 2005. 479 с.
18. Половко А. М., Гуров С. В. Основи теории надежности : практикум. Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2006. 560 с.
19. ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення. URL: https://dnaop.com/html/2273/doc%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3_2860-94 (дата звернення: 15.09.2021).
20. Нечипоренко О. М. Основи надійності літальних апаратів : навч. посіб. Київ : НТУУ «КПІ», 2010. 240 с.

21. Васілевський О. М., Ігнатенко О. Г. Нормування показників надійності технічних засобів : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2013. 160 с.

22. Надежность технических систем : справочник / Ю. К. Беляев и др. Москва : Радио и связь, 1985. 608 с.

23. Садчиков П. И., Приходько Ю. Г. Методы оценки надежности и обеспечения

устойчивости функционирования программ. Москва : Знание, 1983. 102 с.

24. Голинкевич Т. А. Прикладная теория надежности. Москва : Выш. шк., 1985. 168 с.

25. Швець В. Т. Теорія ймовірностей і математична статистика. Одеса : ВМВ, 2018. 218 с.

Стаття надійшла до редакції 24.01.2022 р.

UDC 355.1

O. Maistrenko, O. Karavanov, O. Lykholot

SUBSTANTIATION OF A SET OF INDICATORS FOR ASSESSING THE STABILITY OF THE FUNCTIONING OF RECONNAISSANCE AND FIRE SYSTEMS

The article analyzes the factors influencing the process of functioning of the reconnaissance and fire system, consisting of reconnaissance, control and fire impact subsystems. As a result of the analysis, it was established that in the conditions of a combat operation, a number of factors will affect the reconnaissance and fire system, which can be divided into two groups. The first group, these are internal destabilizing factors, it includes the composition, structure, capabilities and state of the forces and means that make up the system, the degree of their completeness; staffing level and level of training of personnel; type of functional combination of system elements; forms and methods of collecting and processing information about the enemy and others. The second group, these are external destabilizing factors, it includes those that will be determined by the character composition, forms and methods of enemy actions and his ability to influence the functioning of the system, as well as the nature of the physical and geographical conditions of the operation area.

The substantiation of a set of indicators for assessing the stability of the functioning of reconnaissance and fire systems has been carried out. It has been determined that the technical reliability of an element will be characterized by the reliability of its operation and will be evaluated by the intensity of failures resulting from technical faults. The survivability of the element will depend on the enemy's fire effect and will be assessed by the intensity of failures arising as a result of the enemy's successful fire impact. It is proposed to assess the stability of the functioning of the system element using the probability of the failure-free functioning of the element. To assess the stability of the functioning of the reconnaissance and firing system subsystem, use the mathematical expectation of the trouble-free functioning of the relative number of elements.

Keywords: *reconnaissance and fire system, indicator, assessment, stability of functioning.*

Майстренко Олександр Васильович – доктор військових наук, старший дослідник, провідний науковий співробітник наукового відділу підготовки і атестації наукових і науково-педагогічних працівників науково-методичного центру організації наукової і науково-технічної діяльності Національного університету оборони України імені Івана Черняховського
<http://orcid.org/0000-0002-9900-5930>

Караванов Олександр Анатолійович – ад'юнкт науково-організаційного відділу Національної академії сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного
<https://orcid.org/0000-0002-6189-8032>

Лихольот Олександр Вікторович – ад'юнкт наукового відділу підготовки і атестації наукових і науково-педагогічних працівників науково-методичного центру організації наукової і науково-технічної діяльності Національного університету оборони України імені Івана Черняховського
<http://orcid.org/0000-0003-3418-9529>