

УДК : 355.004

Гроздов А. А. ORCID: 0009-0001-9892-6738 (КСП ЗСУ)
Зінченко І. А. ORCID: 0000-0002-6516-9558 (ВІТІ ім. Героїв Крут)
Громлюк М. М. ORCID: 0009-0005-9490-8435 (в/ч А0515);
Білий О. А. ORCID: 0000-0003-3056-8652 (ВІТІ ім. Героїв Крут)
Івченко М. М. ORCID: 0000-0002-0039-2812 (ВІТІ ім. Героїв Крут)
Цимбал І. В. ORCID: 0000-0001-7294-3794 (ВІТІ ім. Героїв Крут)

МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ СТІЙКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ НА ОСНОВІ БОЙОВИХ СПРОМОЖНОСТЕЙ ВІЙСЬК

Проведений авторами за досвідом ведення бойових дій на сході країни аналіз обчислення значення показника стійкості системи військового зв'язку засвідчив, що використання класичного підходу посадовими особами органу управління зв'язком не можливо. Він потребує проведення численних спеціалізованих розрахунків окремо за напрямками зв'язку з подальшим їхнім узагальненням за систему військового зв'язку у цілому в умовах невизначеності ведення активних бойових дій. Крім того, стійкість є інтегральним показником від згортки імовірнісних часткових показників живучості, надійності, завадозахищеності та кіберзахищеності. Тому авторами було запропоновано розробити нову методика обчислення значення стійкості функціонування системи військового зв'язку у сучасних умовах ведення бойових дій. На відміну від класичного підходу, вона повинна бути заснована на використанні інших показників, які дозволять спростити проведення розрахунків. Авторами була розроблена графічна модель функціонування системи військового зв'язку у сучасних умовах ведення активних бойових дій.

Для опису функціонування запропонованої моделі авторами були використанні значення бойових спроможностей військ (сил). Методика враховує прогнозований вплив засобів вогневого ураження, радіоелектронної боротьби противника на нашу систему військового зв'язку та виконання підрозділами зв'язку заходів бойового забезпечення і радіоелектронного захисту. Для формалізації методики авторами було одержано ряд компактних аналітичних виразів, які встановлюють імовірності співвідношення між значеннями бойових спроможностей наших військ і військ противника. Методика легко реалізується у вигляді інформаційно-розрахункової задачі і значно зменшує час проведення оперативних розрахунків для прийняття органом управління військовим зв'язком обґрунтованих управлінських рішень.

Ключові слова: система військового зв'язку, стійкість, вогневе ураження, радіоелектронна боротьба, угруповання військ.

A. Hroz dov, I. Zinchenko, M. Hromliuk, O. Bilyi, M. Ivchenko, I. Tsymbal *The method of assessing the sustainability of the functioning system based on the combat capabilities of the armies*

The authors' analysis of the calculation of the value of the stability indicator of the military communication system, based on the experience of conducting military operations in the east of the country, proved by the use of the classic approach by the officials of the communication management staff is not possible. It requires carrying out numerous specialized calculations separately for the directions of communication with their further generalization for the military communication system as a whole in the conditions of uncertainty of conducting active hostilities. In addition, resilience is an integral indicator from the convolution of probabilistic partial indicators of survivability, reliability, immunity and cyber security.

Therefore, the authors proposed to develop a new methodology for calculating the value of the stability of the operation of the military communication system in the modern conditions of conducting hostilities. Unlike the classical approach, it should be based on the use of other indicators that will simplify calculations. The authors developed a graphic model of the operation of the military communication system in modern conditions of active hostilities. To describe the operation of the proposed model, the authors used the values of the combat capabilities of troops (forces). The methodology takes into account the predicted impact of means of fire damage, radio-electronic warfare of the enemy on our military communication system and the implementation of combat support and radio-electronic protection measures by the communication units. To formalize the methodology, the authors obtained a number of compact analytical expressions that establish the probabilities of the ratio between the values of the combat capabilities of our troops and the enemy's troops. The methodology is easily implemented in the form of an information and calculation task and significantly reduces the time of operational calculations for the military communications management staff to make sound management decisions.

Keywords: communication system, stability, fire damage, electronic warfare, grouping of troops.

Постановка задачі.

Аналіз досвіду ведення збройної боротьби з 2014 року свідчить, що противник зазвичай зосереджує свої зусилля на дезорганізації управління нашими військами (силами) засобами вогневого ураження (ВУ) та радіоелектронного придушення (РЕП) шляхом цілеспрямованого впливу на системи управління. Такі дії противника підтверджують одну з основних тенденцій ведення збройної боротьби у сучасних умовах – цілеспрямовану боротьбу із системами управління. Особливо з технічною основою системи управління – системою зв'язку (СЗ). Тому важливого значення набуває завчасне прогнозування стійкості СЗ угруповань військ (УВ), які ведуть бойові дії (операції).

Під стійкістю розуміється спроможність СЗ виконувати завдання в умовах впливу різноманітних факторів. Стійкість СЗ – інтегральний показник від чотирьох часткових показників: живучість, надійність, завадозахищеність та кіберзахищеність [1–3]. У свою чергу, часткові показники також є складними властивостями. Існуючі методики обчислення стійкості передбачають визначення стійкості окремих напрямків зв'язку з подальшим їх узагальненням за СЗ у цілому. Кількісним показником оцінювання стійкості є ймовірність того, що напрямок (канал, лінія) зв'язку буде працездатним в будь-який випадково обраний момент часу. Тоді значення стійкості СЗ відповідно [1–3] буде обчислюватися за наступним виразом (1):

$$P_c = P_{ж} \times P_n \times P_{зз} \times P_{кз}, \quad (1)$$

де $P_{ж}$ – показник живучості;

P_n – показник надійності;

$P_{зз}$ – показник завадозахищеності;

$P_{кз}$ – показник кіберзахищеності.

Наведений науковий підхід є занадто складним. Він потребує проведення численних спеціалізованих розрахунків окремо за напрямками зв'язку з подальшим їх узагальненням за СЗ у цілому в умовах невизначеності ведення активних бойових дій. Тому існує реальна потреба у розробці методики, яка враховувала б потреби військ і ґрунтувалася на інших часткових показниках. Такий варіант можливо реалізувати на основі використання значень бойових спроможностей військ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Оцінюванню функціональних показників системи військового зв'язку завжди приділяється значна увага в дослідженнях. Найбільш розповсюджені методики, що знаходять застосування і досі, були відпрацьовані задовго до початку формування нових концепцій та підходів до управління військами, але варто зазначити, що лише частково відповідають умовам сьогодення [1; 7].

Вивчення та аналіз більш сучасної літератури показав, що в роботах [2; 6; 8; 13] визначено показники та критерії оцінки за основним показником – стійкістю, що більш відповідають вимогам сьогодення та враховують набутий досвід під час антитерористичної операції.

Роботи [11; 12] розглядають сучасні СЗ сил оборони України та їх застосування під час війни, що важливо для врахування у процесі дослідження для оцінки бойових спроможностей військ.

Метою статті є розроблення методики оцінювання стійкості функціонування СЗ в сучасних умовах ведення бойових дій на основі бойових спроможностей військ.

Виклад основного матеріалу.

При проведенні дослідження обмежимося врахуванням деструктивного впливу на СЗ засобів ВУ і РЕП. Для забезпечення формалізації дослідження наведемо спрощену графічну модель функціонування СЗ в сучасних умовах ведення бойових дій (рис. 1).

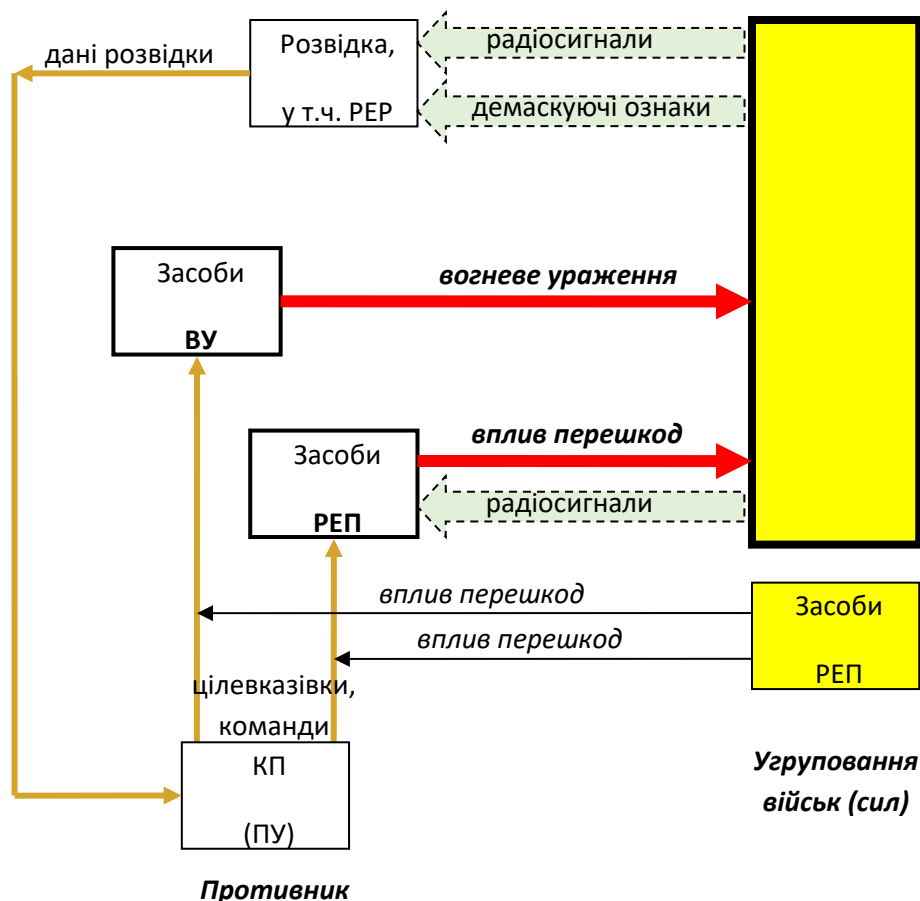


Рис. 1. Графічна модель функціонування СЗ в сучасних умовах ведення бойових дій

Вихідними даними для розрахунку стійкості функціонування СЗ в умовах радіоперешкод є: склад УВ, що бере участь в операції; база даних щодо кількості засобів зв'язку різного функціонального призначення (різних діапазонів), що знаходяться на озброєнні військових частин (підрозділів) зі складу угруповання; типовий розрахунок кількості радіоелектронних засобів (РЕЗ) у складі пунктів управління з'єднань (військових частин, підрозділів); розрахунок кількості радіомереж, що можуть бути організовані на пунктах управління з використанням визначених РЕЗ; склад засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) противника та їхні можливості з РЕП наших систем управління військами та зброєю; прогнозований ступінь ВУ, який може бути досягнутий противником; прогнозована навченість наших розрахунків вузлів зв'язку щодо виконання основних заходів радіоелектронного захисту – резервування каналів зв'язку, використання дротових мереж, виконання інших організаційних і технічних заходів (РЕЗт).

Розрахунок кількості РЕЗ, що входять до складу УВ, здійснюється завчасно, з метою створення бази даних та використання її під час аналізу можливого впливу засобів РЕБ противника на СЗ. Кількість РЕЗт розраховується як сума засобів зв'язку відповідних діапазонів хвиль, що знаходяться на озброєнні військових частин (підрозділів), які входять до складу УВ. Наприклад, кількість РЕЗт короткохвильового (КХ) діапазону розраховується наступним чином згідно з виразом (2):

$$K_{\text{зас.КХ}} = K_{\text{КХ1}} + K_{\text{КХ2}} + \dots + K_{\text{КХV}}, \quad (2)$$

де $K_{\text{КХV}}$ – кількість засобів зв'язку КХ діапазону різних типів, що знаходяться на озброєнні військових частин (підрозділів), які входять до складу УВ;

$v = 1, \dots, V$ – кількість типів РЕЗ КХ діапазону.

Розрахунок кількості РЕЗ інших діапазонів хвиль здійснюється аналогічним способом. За окрему військову частину та УВ розрахунок РЕЗ здійснюється методом підсумовування з оформленням відповідних значень у вигляді таблиць (окремо за кожну військову частину та УВ у цілому).

Розрахунок кількості радіомереж (радіоліній) управління УВ здійснюється з урахуванням аналізу складу підрозділів військових частин, кількості пунктів управління, що розгортаються, а також засобів зв'язку вузлів зв'язку, що знаходяться на цих пунктах управління. Кількість військових частин (пунктів управління (ПУ), радіомереж управління) залежить від кількості військових частин (підрозділів), що входять до складу певного УВ, і розраховується як сума згідно з виразами (3)–(5):

$$K_{\text{В/ч}} = K_{\text{омбр}} \times n_{\text{омбр}} + K_{\text{омпбр}} \times n_{\text{омпбр}} + \dots + K_{\text{оабр}} \times n_{\text{оабр}}, \quad (3)$$

$$K_{\text{ПУ}} = K_{\text{ПУомбр}} \times n_{\text{омбр}} + K_{\text{ПУомпбр}} \times n_{\text{омпбр}} + \dots + K_{\text{ПУоабр}} \times n_{\text{оабр}}, \quad (4)$$

$$K_{\text{РМ}} = K_{\text{РМомбр}} \times n_{\text{омбр}} + K_{\text{РМомпбр}} \times n_{\text{омпбр}} + \dots + K_{\text{РМоабр}} \times n_{\text{оабр}}, \quad (5)$$

де n – кількість окремих військових частин кожного типу, які входять до складу УВ;

$K_{\text{ПУомбр}}$ – кількість розгорнутих ПУ для окремих механізованих бригад;

$K_{\text{ПУомпбр}}$ – кількість розгорнутих ПУ для окремих мотопіхотних бригад;

$K_{\text{ПУоабр}}$ – кількість розгорнутих ПУ для окремих артилерійських бригад;

$K_{\text{РМомбр}}$ – кількість розгорнутих радіомереж управління для окремих механізованих бригад;

$K_{\text{РМомпбр}}$ – кількість розгорнутих радіомереж управління для окремих мотопіхотних бригад;

$K_{\text{РМоабр}}$ – кількість розгорнутих радіомереж управління для окремих артилерійських бригад.

При проведенні розрахунків можливо використовувати декілька підходів. Обчислювати окремо кількість радіомереж або проводити розрахунки за кількістю типових пунктів управління (військових частин). У разі застосування військових частин не у повному складі вводяться відповідні коефіцієнти.

Розрахунок бойових можливостей сил і засобів РЕБ противника здійснюється з урахуванням висновків з оцінки радіоелектронної обстановки та залежить від складу військових частин (підрозділів) РЕБ противника, прогнозованих напрямків їх застосування, а також наявності відповідних засобів РЕБ. Оцінювання бойових можливостей військових частин (підрозділів) РЕБ противника обчислюється як сума можливостей з дезорганізації певних видів зв'язку (відповідних діапазонів хвиль).

Наступним кроком у методиці, що пропонується, є розрахунок ступеню дезорганізації нашої системи управління. Як відомо, існує три ступені дезорганізації управління: “зрив управління”, “порушення управління”, “утруднення управління”. Кожен ступінь дезорганізації залежить від можливості здійснювати одночасний радіоелектронний вплив перешкодами на РЕЗ для досягнення певної мети дезорганізації військами та зброєю. У загальному вигляді ефективність створення перешкод ($E_{\text{РН}}$) обчислюється як співвідношення бойових можливостей засобів РЕБ ($B_{\text{можл}}$) зі здійснення одночасного радіоелектронного подавлення виявленої кількості радіомереж управління ($K_{\text{РМ}}$), а саме вирази (6), (7):

$$E_{РП} = \frac{B_{можл}}{K_{рм}}, \quad (6)$$

або у відсотках

$$E_{рн} = \frac{B_{можл}}{K_{рм}} \times 100\%. \quad (7)$$

Разом з наведеним для визначення ступеню дезорганізації управління слід враховувати ще ряд показників, які безпосередньо впливають на його значення. До таких показників слід віднести ефективність ВУ елементів СЗ противником та ефективність виконання заходів РЕЗт військовими частинами і підрозділами зв'язку.

Тому, для подальшої формалізації методики оцінювання стійкості функціонування СЗ в сучасних умовах доцільно перед використанням виразів (6), (7) обчислити кількість пунктів управління (елементів СЗ) і радіомереж, які ймовірно будуть знищені противником відповідно до виразів (8), (9):

$$K_{зн.ПУ} = K_{ПУ} \times C_{ВУ}, \quad (8)$$

$$K_{зн.рм} = K_{рм} \times C_{ВУ}, \quad (9)$$

де $C_{ВУ}$ – обраний ступінь ВУ;

$K_{ПУ}$ – кількість розгорнутих ПУ;

$K_{рм}$ – кількість розгорнутих радіомереж.

При цьому, кількість ПУ, радіомереж і РЕЗ, що збереглися, розраховується як різниця між тими, що були спочатку, та тими, що виведені з ладу відповідно до виразів (10), (11):

$$K_{збер.ПУ} = K_{ПУ} - K_{зн.ПУ}, \quad (10)$$

$$K_{збер.рм} = K_{рм} - K_{зн.рм}, \quad (11)$$

Наведені вирази доцільно застосовувати для кожного із діапазонів хвиль окремо. В подальшому здійснюється визначення ефективності впливу перешкодами противника на нашу СЗ згідно з виразом (12):

$$E_{РП} = \frac{B_{можл}}{K_{збер.рм}}, \quad (12)$$

а також ступінь дезорганізації нашої системи управління – вираз (13):

$$C_{тду} = \frac{B_{можл}}{K_{збер.рм}} \times 100\%. \quad (13)$$

Залежно від показника впливу перешкодами, з урахуванням ВУ, визначається ступінь дезорганізації управління (порушено, зірвано або утруднено).

При цьому стійкість функціонування СЗ у відсотках оцінюється за наступним виразом (14):

$$C_{тсз} = 100 - C_{тду} = 100 - \frac{B_{можл}}{K_{збер.рм}} \times 100\%. \quad (14)$$

Наступним кроком потрібно врахувати виконання заходів РЕЗт. Підрозділи зв'язку будуть виконувати заходи резервування мереж зв'язку, комплексне використання засобів зв'язку на інформаційних напрямках, організаційні і технічні заходи РЕЗт, чим буде суттєво підвищено стійкість функціонування СЗ. Врахуємо підвищення стійкості СЗ у вигляді $C_{\text{додатСЗ}}$. З урахуванням наведеного виразу (13) і (14) переписуться до наступного вигляду (15), (16):

$$C_{\text{ТДУ}} = \frac{B_{\text{можл}}}{(1+C_{\text{додатСЗ}})K_{\text{збер.РМ}}} \times 100\%, \quad (15)$$

$$C_{\text{ТСЗ}} = 100 - \frac{B_{\text{можл}}}{(1+C_{\text{додатСЗ}})K_{\text{збер.РМ}}} \times 100\%. \quad (16)$$

Висновок. На основі викладеної методики авторами було розроблено інформаційно-розрахункову задачу. Використання задачі (розробленої в Excel) передбачає введення лише даних за свої війська та засоби перешкод противника, а також можливий ступінь ВУ, визначений противником. Введення даних не перевищує за часом 5 хвилин і дозволяє протягом зазначеного терміну отримати інформацію щодо стійкості функціонування нашої СЗ. Наведене надасть змогу начальникам органів планування зв'язку і РЕБ підготувати командувачу обґрунтовані пропозиції для прийняття рішення. Крім того, ця методика дозволяє провести відповідний аналіз та надати командувачу обґрунтовані пропозиції щодо поліпшення функціонування своєї СЗ.

Шляхами майбутніх досліджень авторами вважається подальше удосконалення запропонованої методики завдяки введенню нових зовнішніх та внутрішніх факторів, що впливають на функціонування системи військового зв'язку, і практична перевірка методики в бойових умовах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Боговик А., Игнатов В. Эффективность систем военной связи и методы ее оценки. СПб: ВАС, 2006. 152 с.
2. 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. URL: <https://doi.org/10.30748/soivt.2020.61.05>.
3. Методика оцінки стійкості системи військового зв'язку / М. Масесов та ін. *Збірник наукових праць Військового інституту телекомунікацій та інформатизації*. 2016. № 1. С. 94–102.
4. Васюта К., Чекунова О., Макаров С. Застосування досвіду АТО та особливостей проведення ООС для підготовки фахівців зв'язку, РТЗ, А та ІС. Харків: ХНУПС, 2018. 292 с.
5. Шолудько В. Г., Єсаулов М. Ю., Вакуленко О. В., Гурський Т. Г., Фомін М. М.. Організація військового зв'язку: навч. посіб. К.: ВІТІ, 2017. 282 с.
6. Шевченко В. О. Системний підхід до розроблення методологічних основ дослідження телекомунікаційних мереж військового призначення. *Наука і оборона*. 2004. № 4. С. 42–46.
7. Эффективность и электронная защита военных систем связи / А. Н. Авсюкевич и др. Л.: ВОЛКАС, 1980. 32 с.
8. Кучеренко Ю. Ф. Оцінка ефективності автоматизованих систем управління міжвидових угруповань військ. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України ХУПС*. 2013. № 2 (11). С. 49–51.
9. Управління проектами зі створення зразків озброєння та військової техніки в умовах прояву факторів невизначеності та ризику / Б. О. Демідов та ін. *Озброєння та військова техніка*. К.: ЦНДІ ОВТ ЗС України, 2016. № 2 (10). С. 15–19.
10. Modern means of communication and information communication technologies in of the Armed Forces of Ukraine and the National Guard of Ukraine: present and prospects of application / O. Iokhov et al.

The scientific journal of the National Academy of National Guard «Honor and Law». 2022. Vol. 4, no. 83. P. 111–119. URL: <https://doi.org/10.33405/2078-7480/2022/4/83/272323>.

11. Лаврут О. О., Іохов О. Ю. Сучасні засоби зв'язку та інфокомунікаційні технології у Збройних Силах України: сьогодення та перспективи застосування. Застосування Сухопутних військ Збройних Сил України у конфліктах сучасності (за досвідом забезпечення національної безпеки складовими сектору безпеки і оборони у російсько-українській війні в 2022 році): тези доп. наук.-практ. конф., м. Львів, 17 листоп. 2022 р. Львів: НАСВ ім. гетьмана Петра Сагайдачного, 2022. С. 11.

12. Лаврут О. О., Лаврут Т. В., Климович О. К., Здоренко Ю. М. Новітні технології та засоби зв'язку у Збройних Силах України: шлях трансформації та перспективи розвитку. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2019. № 1 (34). С. 91–101. URL: <https://doi.org/10.30748/nitps.2019.34.13>.

13. Методика оцінювання стійкості системи зв'язку, радіотехнічного забезпечення та автоматизації управління повітряного командування / М. В. Кас'яненко та ін. *Системи озброєння і військова техніка*. 2020. № 1 (61). С. 13–22. URL: <https://doi.org/10.30748/soivt.2020.61.02>.