

УДК 355.4

Д. А. Іщенко, В. А. Кирилюк, А. М. Стариков

НАУКОВО-МЕТОДИЧНИЙ АПАРАТ ОЦІНЮВАННЯ ЗАХИЩЕНОСТІ РАДІОЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ВІД ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ЗБРОЇ

У статті розглянуто науково-методичний апарат оцінювання захищеності радіоелектронних засобів військового призначення від впливу електромагнітної зброї як сукупність результатів, втілених в алгоритмах, програмах і способах обробки інформації про радіоелектронні засоби та електромагнітну зброю. Запропонований науково-методичний апарат визначається новизною елементів, завдяки яким збільшуються можливості його застосування не тільки в ході проведення досліджень в умовах науково-дослідних установ, а й у практичній діяльності органів управління угруповань військ (сил) та штабів військових частин (підрозділів) у фазі оцінювання обстановки для планування застосування за призначенням із використанням радіоелектронних засобів.

Визначено основні найбільш імовірні варіанти ураження радіоелектронних засобів: наведення на антенній системі, на лініях живлення та передавання даних, на елементах засобів.

Запропоновано порядок розрахунку наведеної напруги (струму) на елементах та оцінювання: впливу електромагнітної зброї на елементи радіоелектронних засобів, коефіцієнтів безпеки елементів та системи в цілому.

Надано рекомендації з використання науково-методичного апарату в процесі оцінювання стану радіоелектронного захисту та планування органами військового управління заходів підвищення ефективності бойового (оперативного) забезпечення військ (сил) з радіоелектронної боротьби.

***Ключові слова:** алгоритм, електромагнітна зброя, коефіцієнт безпеки, наведена напруга, науково-методичний апарат, радіоелектронні засоби, радіоелектронний захист*

Постановка проблеми в загальному вигляді. Проблема формування науково-методичного апарату оцінювання захищеності радіоелектронних засобів (РЕЗ) військового призначення від впливу електромагнітної зброї (ЕМЗ) має зв'язок із практичними завданнями військ щодо набуття спроможності супровідної підтримки засобами радіоелектронної боротьби (РЕБ) відповідно до Єдиного переліку (каталогу) спроможностей Міністерства оборони України та Збройних Сил України [1].

Результати аналізу бойового досвіду військових частин (підрозділів) Об'єднаних сил у районі виконання завдань свідчать про наявність у противника новітніх засобів РЕБ та їх достатньо ефективного застосування на території Донецької та Луганської областей, що обумовлює підвищення вимог до радіоелектронного захисту (РЕЗт) РЕЗ в угрупованнях військ (сил).

Значущість РЕБ, як ефективного методу дезорганізації управління противника, вимагає адекватного реагування на появу нових засобів РЕБ, форм, способів впливу з використанням електромагнітного спектра, зокрема удосконалення РЕЗт військових

© Д. А. Іщенко, В. А. Кирилюк, А. М. Стариков, 2018

об'єктів (ВО) і систем. Прогностичний аналіз стану та тенденцій розвитку РЕБ дозволяє визначити окремим класом засобів неядерну ЕМЗ.

Відсутність сформованого науково-методичного апарату оцінювання захищеності РЕЗ військового призначення від ЕМЗ обмежує можливості щодо РЕЗт у разі застосування новітніх зразків ЕМЗ та ускладнює створення перспективних РЕЗ, стійких до впливу такої зброї. Тому формування науково-методичного апарату оцінювання захищеності РЕЗ військового призначення від впливу ЕМЗ є важливим та актуальним науково-практичним завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що до елементів теорії захисту від ЕМЗ потрібно віднести результати багатьох наукових досліджень, у тому числі наведені у [2–23]. Крім наукових теоретичних положень у даних публікаціях описано окремі методи та методики, які також можна вважати науково-методичними результатами.

Узагальнені властивості ЕМЗ наведено у низці робіт, зокрема [2, 21]. Основні принципи впливу потужного електромагнітного імпульсу (ЕМІ) на технічні засоби та методи і способи захисту розглянуто у публікаціях [3–5]. У [6] побудовано модель розповсюдження потужних електромагнітних випромінювань (ЕМВ), що виникають під час застосування комбінованих вибухомагнітних генераторів. Підхід до оцінювання електромагнітних полів (ЕМП) описано в [5]. Роботи [7–10] присвячені оцінюванню захищеності деяких систем, а [11, 12] – впливу ЕМІ на конкретні елементи. Питання технічних заходів захисту від ЕМІ розглядається в [13–15]. У наведених джерелах досліджуються питання захисту від ЕМІ без визначення узагальненого критерію відповідності захисту поставленим вимогам.

У більшості робіт [3–5, 13–15], присвячених РЕЗт РЕЗ від впливу ЕМЗ, розглянуто важливі, але лише окремі сторони цієї проблеми – основи побудови технічних систем захисту, що розробляються на етапі створення РЕЗ. Питанням комплексного планування та виконання заходів із метою зменшення ефективності застосування противником ЕМЗ не приділено достатньої уваги.

Авторами в [19] запропоновано критерій та методику оцінювання стійкості ВО, РЕЗ та електронних пристроїв до впливу потужного ЕМІ. У [20] сформульовано основні організаційні та технічні вимоги до захисту РЕЗ та радіоелектронних пристроїв ВО від впливу зброї ЕМІ.

Таким чином, проведений аналіз останніх досліджень і публікацій за тематикою оцінювання параметрів ЕМП у разі застосування неядерної ЕМЗ дозволяє стверджувати про наявність певних науково-практичних результатів у цій сфері. Проте відомі існуючі науково-методичні матеріали мають фрагментарний характер та недостатній рівень автоматизації, що утруднює їх застосування безпосередньо в практичній діяльності військ (сил). У відомих авторам роботах не визначено цілісного науково-методичного апарату, що надавав би практичні рекомендації з оцінювання захищеності РЕЗ військового призначення від впливу ЕМЗ.

Для оцінювання захищеності РЕЗ військ від ураження сучасними і перспективними зразками ЕМЗ [16–18] необхідно втілення сукупності нових наукових і військово-технічних знань у алгоритмах, програмах і способах обробки інформації про РЕЗ та ЕМЗ, а також у відповідних нормативних документах.

Формулювання завдання дослідження. Завданням дослідження є формування науково-методичного апарату оцінювання захищеності РЕЗ військового призначення від впливу неядерної ЕМЗ шляхом втілення наукових і військово-технічних знань з даної тематики в моделях, алгоритмах, програмах і способах обробки інформації та розроблення способів оцінювання захищеності РЕЗ від ЕМЗ, що реалізуються у військових частинах на існуючих програмно-технічних засобах.

Виклад основного матеріалу. Як показує аналіз відомих авторам результатів наукових досліджень, науково-методичних розробок, нормативних документів у галузі РЕЗт, базовими елементами для формування цілісного науково-методичного апарату оцінювання захищеності РЕЗ військового призначення від впливу неядерної ЕМЗ можуть бути визначені такі:

складова програмно-алгоритмічного забезпечення (наукова): моделі, алгоритми, програми тощо обробки інформації про РЕЗ та ЕМЗ, що реалізовані в наукових і науково-дослідних роботах [21, 22];

складова нормативного (нормативно-методичного) забезпечення (методична): настанови, інструкції, стандарти з РЕБ (РЕЗт), зокрема, ВСТ 01.104.002 [20] тощо.

Вказані елементи були розроблені в різний час, різними розробниками та з різними частковими завданнями. Тому постає необхідність їх удосконалення для досягнення узгодженості у складі цілісного науково-методичного апарату та підвищення актуалізації до рівня, що відповідає вимогам й особливостям існуючих і прогнозованих загроз застосування неядерної ЕМЗ. Доцільно визначити такі напрямки вдосконалення:

конкретизація визначення каналів впливу на ВО (систему);

формалізація показників і критеріїв оцінювання захищеності РЕЗ від впливу неядерної ЕМЗ щодо ступеня дезорганізації виконання завдань ВО;

підвищення автоматизації оцінювання захищеності РЕЗ ВО (систем);

упорядкування оцінювання захисту РЕЗ військового призначення від впливу ЕМЗ із використанням програмного продукту.

Вирішення цих завдань потребує розроблення таких елементів науково-методичного апарату оцінювання захищеності РЕЗ військового призначення від впливу неядерної ЕМЗ:

моделі впливу неядерної ЕМЗ противника на РЕЗ військового призначення;

моделі оцінювання захисту РЕЗ військового призначення від впливу неядерної ЕМЗ;

програмного продукту оцінювання захищеності РЕЗ військового призначення від впливу неядерної ЕМЗ противника;

інструкції з порядку оцінювання захисту РЕЗ військового призначення від впливу ЕМЗ із використанням програмного продукту.

Сучасні військові об'єкти (бойові позиції військ, пункти управління, полігони, вузли зв'язку, радіотехнічні системи, арсенали, бази, склади, об'єкти життєзабезпечення військ тощо) підлягають оцінюванню щодо захищеності РЕЗ військового призначення від впливу неядерної ЕМЗ як такі, що мають у складі системи РЕЗ та електронні пристрої.

Розроблена допоміжна ілюстративна модель впливу ЕМЗ на РЕЗ військового призначення (рис. 1) конкретизує визначення каналів впливу на ВО (систему).

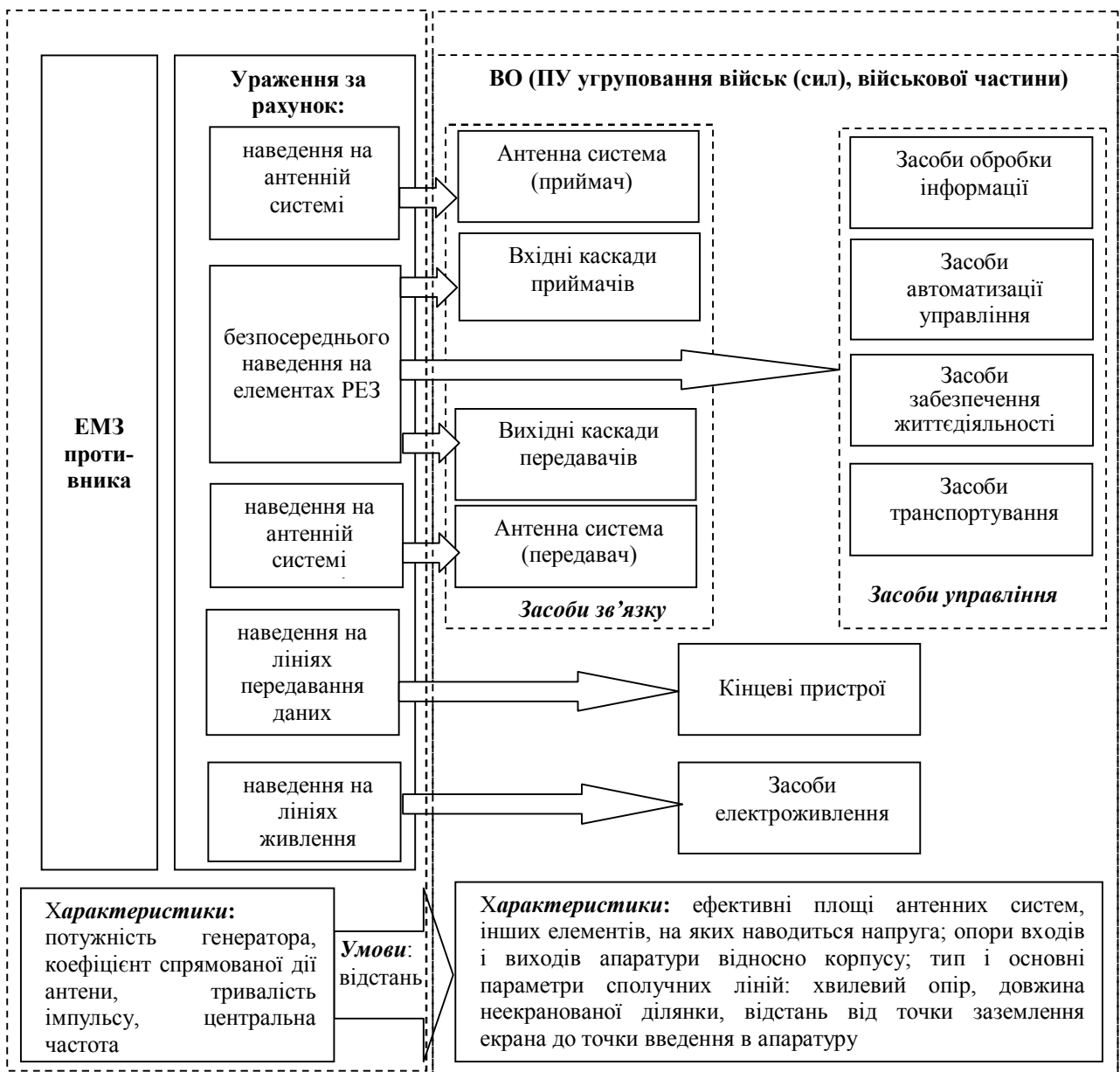


Рис. 1. Допоміжна ілюстративна модель впливу ЕМЗ на РЕЗ військового призначення у складі ВО

Особливістю моделі (рис. 1) є те, що за ВО взято ПУ угруповання військ (сил) (військової частини (підрозділу)) як найбільш складний для оцінювання та такий, що має найповніший перелік видів техніки (електронної, електротехніки, техніки зв'язку та життєзабезпечення тощо). В основу розробленої моделі покладено елементи теорії ЕМП, радіоелектронних (радіотехнічних) систем та РЕБ. ВО (ПУ) в моделі є сукупністю РЕЗ наземного (корабельного, повітряного) базування (розташування), які функціонально пов'язані та утворюють системи РЕЗ ВО визначеного цільового призначення. Модель на основі обраних технічних характеристик своїх РЕЗ та засобів ураження противника дозволяє прогнозувати можливі наслідки впливу відповідних рівнів ЕМВ та оцінювати можливості застосування РЕЗ військового призначення в передбачуваних умовах.

На основі аналізу типового складу ВО, систем РЕЗ, які забезпечують його функціонування за призначенням та підлягають оцінюванню щодо захисту від впливу ЕМЗ, визначено їх складові – типові цілі потенційного ураження ЕМЗ (табл. 1).

Перелік типових цілей потенційного ураження ЕМЗ

Складові ВО, системи РЕЗ (відповідно до ілюстративної моделі)		Складові – типові цілі потенціального ураження ЕМЗ
Електронна техніка	Системи радіотехніки (антенна система, вихідні та вхідні каскади приймачів)	Антени (зовнішні та внутрішні); електричні схеми надвисокої частоти; перетворювачі; підсилювачі; електронні схеми та запчастини
	Електронна обчислювальна техніка (засоби обробки інформації та автоматизації управління)	Комп'ютери; дисплеї; принтери; маршрутизатори тощо
Електро-техніка	Системи електроживлення (засоби електроживлення, лінії живлення)	Трансформатори; генератори; джерела живлення; акумулятори; зарядні пристрої; контролери заряду; реле
	Системи запалювання (засоби транспортування)	Електронне обладнання транспортних засобів
Техніка зв'язку	Системи електрозв'язку (засоби зв'язку)	Радіостанції короткохвильового, ультракороткохвильового, супутникового зв'язку; термінали стільникового зв'язку; стаціонарні телефони
	Лінії (мережі) комунікації (лінії передавання даних)	Кабелі (передачі даних, телефонні, коаксіальні, USB тощо); проводи; електричні шнури живлення
Техніка (обладнання) життєзабезпечення	Системи сигналізації (засоби забезпечення життєдіяльності)	Системи спостереження; пристрої контролю (диму, CO ₂ , отруйних речовин тощо)
	Засоби масової інформації	Телевізори; радіо; медіапристрої
	Додаткове обладнання	Кондиціонери; освітлення; електроінструменти

У практиці військ важливою є актуалізація в ілюстративній моделі переліку типових цілей потенціального ураження ЕМЗ відповідно до особливостей конкретного ВО та систем озброєння, відносно яких оцінюється захищеність від впливу певного зразка ЕМЗ із визначеними характеристиками, потрібними для розрахунків параметрів ЕМП, що здатний створити зразок ЕМЗ: P_{nc} – потужність передавача ЕМІ, Вт; G_{nc} – коефіцієнт підсилення антени передавача ЕМІ; R – відстань від передавача ЕМІ до РЕЗ оцінювання, м; ΔF – ширина спектра сигналу, Гц; τ – тривалість ЕМІ, с.

Параметрами ЕМП, що розраховуються відповідно до запропонованої моделі, є щільність потоку потужності S (спектральна щільність потоку потужності ΔW) та напруженість створюваного електромагнітного поля E , які визначають за відомими виразами [23]:

$$S = \frac{P_{nc} G_{nc}}{4\pi R^2}, \quad E = \frac{\sqrt{60 P_{nc} G_{nc}}}{R}, \quad \Delta W = \frac{S}{\Delta F} \approx 2\pi S\tau.$$

За результатами попередніх досліджень встановлено, що коефіцієнт підсилення антени G_{nc} для низькочастотного ЕМІ доцільно прирівняти до 1, оскільки використання спрямованих антен у такому частотному діапазоні технічно неможливе, а для

високочастотного ЕМІ варто прирівняти до 10, зважаючи на те, що в такому разі ймовірно використання слабоспрямованих антен. У той же час для мобільних надвисокочастотних засобів ЕМЗ коефіцієнт підсилення антени може становити від 30 дБ до 40 дБ.

Для формалізації показників і критеріїв оцінювання захищеності РЕЗ від впливу неядерної ЕМЗ можливі рівні впливу ЕМЗ та відповідні їм ступені дезорганізації виконання завдань ВО зведені в табл. 2.

Таблиця 2

Можливі рівні впливу ЕМЗ та відповідні ним ступені дезорганізації виконання завдань ВО

Рівень впливу	Характеристика ЕМВ, що перешкоджають (перешкоди)	Наслідки	Ступінь дезорганізації виконання завдань ВО
Низький	Рівні менші або співмірні з робочими рівнями напруги (струмів) у радіоелектронній апаратурі	Функціональне подавлення електронних, електротехнічних пристроїв РЕЗ	Утруднення реалізації плану виконання завдань за призначенням
Середній	Рівні перевищують робочий діапазон елементів радіоелектронної апаратури	Короткочасна зміна характеристик електронних, електротехнічних пристроїв, збої в роботі РЕЗ	Порушення реалізації плану виконання завдань за призначенням
Руйнівний	Рівні потужних електромагнітних перешкод	Руйнування чутливих елементів (компонентів) електронних, електротехнічних пристроїв, незворотні відмови роботи РЕЗ	Зрив реалізації плану виконання завдань за призначенням

Модель впливу ЕМЗ на РЕЗ військового призначення у складі ВО є допоміжною для реалізації моделі оцінювання захисту РЕЗ від впливу неядерної ЕМЗ противника.

Відповідно до положень, запропонованих у [19] та нормативно затверджених у [20], оцінювання захисту РЕЗ військового призначення від впливу ЕМЗ необхідно здійснити шляхом визначення коефіцієнта безпеки системи РЕЗ та його порівняння з припустимим значенням.

У ході оцінювання коефіцієнта безпеки системи РЕЗ ВО в цілому виникає потреба попереднього визначення коефіцієнтів безпеки окремих РЕЗ, їх елементів (зокрема критичних – таких, без яких система не може виконувати завдання за призначенням). Реалізація цієї потреби здійснюється з використанням елемента науково-методичного апарату – моделі впливу ЕМЗ на РЕЗ військового призначення.

За результатами моделювання впливу ЕМЗ на РЕЗ військового призначення, що забезпечують функціонування ВО – ПУ, застосовують модель оцінювання захисту РЕЗ від впливу неядерної ЕМЗ противника шляхом реалізації часткових моделей наведених на окремих елементах (рис. 1).

Розглянемо основні елементи оцінювання відповідно до моделі оцінювання захисту РЕЗ військового призначення від впливу неядерної ЕМЗ противника.

Наведення на антенній системі оцінюють за показниками параметрів ЕМП ($S, E, \Delta W$) на основі її характеристик.

Наведення на лініях живлення та передавання даних, окремих елементах РЕЗ визначають за такими показниками:

$$U_E = E_B l, \quad (1)$$

$$I_E = \frac{U_E}{R}, \quad (2)$$

$$W_n = \frac{U_E^2 \tau_{0,5}}{R}, \quad (3)$$

де U_E – максимальне значення наведеної електрорушійної сили, В;

I_E – струм, що протікатиме у вхідному (вихідному) колі крайових радіоелектронних пристроїв за рахунок наведення ЕРС, визначатиметься вхідним (вихідним) опором R , А;

W_n – виділена енергія, Дж;

l – еквівалентна довжина наведення, м;

E_B – максимальна напруженість електричного поля вздовж лінії передавання даних (живлення), В/м.

Безпосереднє наведення на площинних елементах (рамках, котушках тощо) РЕЗ визначають за такими показниками:

$$U_H = \mu_0 H_{el} S, \quad (4)$$

$$I_E = \frac{U_E}{R}, \quad (5)$$

$$W_n = \frac{U_E^2 \tau_{0,5}}{R}, \quad (6)$$

де $\mu_0 = 1,2563706 \cdot 10^{-6}$ кг/с²/А² – магнітна стала;

H_{el} – максимальна напруженість магнітного поля навколо елемента, А/м;

S – еквівалентна площа наведення, м².

Врахування екранування при оцінюванні наведеної ЕРС здійснюється за рахунок використання коефіцієнтів екранування K_E та K_H :

$$K_E = \frac{E_{max\ ec}}{E_{max\ зов}}, \quad (7)$$

$$K_H = \frac{H_{max\ ec}}{H_{max\ зов}}, \quad (8)$$

де $E_{max\ ec}$, $H_{max\ ec}$ – електрична і магнітна складові напруженості ЕМІ всередині екрана;

$E_{max\ зов}$, $H_{max\ зов}$ – електрична і магнітна складові напруженості ЕМІ зовні екрана.

Для врахування екранування зазвичай використовують моделі сферичного та циліндричного екранів [14]. Для сферичного екрану відношення напруженості магнітного поля всередині його $H_{вс}$ до напруженості поля зовні $H_{зов}$ визначають за таким виразом:

$$\frac{H_{вс}}{H_{зов}} = 3\sqrt{2}\delta\mu_r \exp\left(\frac{-d}{\delta}\right), \quad (9)$$

де δ – товщина скін-шару, м;

μ_r – відносна магнітна проникність феромагнітного матеріалу стінки;

d – товщина стінки екрана, м;

a – радіус екрана, м.

Значення δ розраховується в такий спосіб [22]:

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{\pi f \mu \sigma}}, \quad (11)$$

де f – частота, Гц;

μ – магнітна проникність екрана, Гн/м;

σ – питома провідність, См/м.

Для орієнтовних практичних розрахунків можливе використання спрощених виразів для коефіцієнтів екранування. Приблизне значення коефіцієнта поглинання екраном $K_{ногл}$ може бути розраховано в такий спосіб [21]:

$$K_{ногл} [\partial Б] = 8,69 \frac{d}{\delta}. \quad (12)$$

Орієнтовне значення коефіцієнта відбиття екраном $K_{відб}$ визначають так [24]:

$$K_{відб} [\partial Б] = 20 \lg \left(94,25 \sqrt{\frac{\sigma}{\omega \mu}} \right). \quad (13)$$

Коефіцієнт екранування $K_e [\partial Б]$, що враховує ефекти поглинання та відбиття, дорівнює сумі (12) та (13), тобто

$$K_e [\partial Б] = K_{ногл} [\partial Б] + K_{відб} [\partial Б]. \quad (14)$$

У разі використання науково-методичного апарату пропонуємо для розрахунків використовувати усереднені значення послаблення поля для різних форм отворів, наведені в табл. 3.

Розвиток, удосконалення та застосування науково-методичного апарату оцінювання захисту РЕЗ військового призначення від впливу неядерної ЕМЗ противника здійснюється з урахуванням розробленої структурно-логічної схеми зв'язків елементів, його програмно-алгоритмічної та нормативної складових (рис. 2).

Значення коефіцієнтів послаблення поля для різних форм отворів

Форма отвору	Коефіцієнт послаблення поля K	
	електричного K_E	магнітного K_H
Колова, радіусом r_0	$\frac{2,4}{r_0}$	$\frac{1,84}{r_0}$
Прямокутна, шириною b і довжиною a (вектор H орієнтований паралельно малій стороні отвору)	$\pi\sqrt{\frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2}}$	$\frac{\pi}{b}$

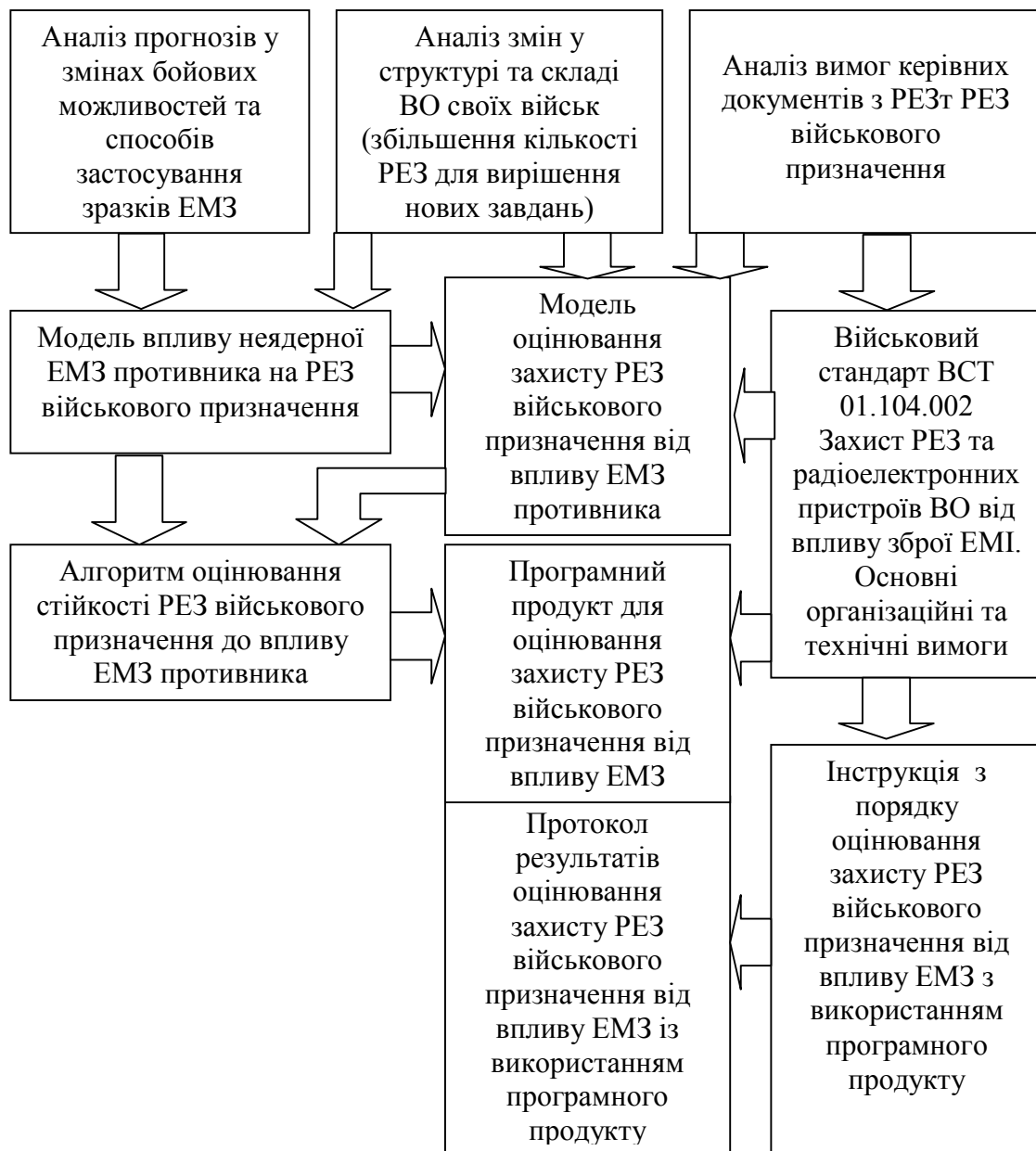


Рис. 2. Структурно-логічна схема зв'язків елементів програмно-алгоритмічної та нормативної складових науково-методичного апарату оцінювання захисту РЕЗ військового призначення від впливу ЕМЗ противника

Науково-методичний апарат з достатнім рівнем автоматизації, досягнутим за рахунок введення до його складу програмного продукту для оцінювання захисту РЕЗ військового призначення від впливу неядерної ЕМЗ противника, прийнятний для використання в діяльності органів військового управління та військ (сил).

Висновки. У статті розглянуто проблематику оцінювання захищеності систем РЕЗ та запропоновано науково-методичний апарат оцінювання захищеності РЕЗ військового призначення від впливу неядерної ЕМЗ з метою створення передумов для недопущення ураження важливих ВО сучасними і перспективними зразками ЕМЗ.

Наукова новизна запропонованого науково-методичного апарату полягає в удосконаленні моделі оцінювання захисту РЕЗ військового призначення від впливу неядерної ЕМЗ, що враховує результати використання моделі впливу неядерної ЕМЗ противника на РЕЗ, розробленої з урахуванням специфіки їх призначення в комплекті засобів ВО типу ПУ угруповання військ (сил).

Практичним значенням запропонованого науково-методичного апарату є можливість підвищення оперативності та достовірності оцінювання захисту РЕЗ військового призначення від впливу неядерної ЕМЗ, визначення найбільш уразливих елементів радіоелектронної системи ВО, підготовки вихідних даних для надання пропозицій з удосконалення захисту.

Для підвищення ефективності застосування, удосконалення та розвитку науково-методичного апарату оцінювання захисту РЕЗ військового призначення від впливу неядерної ЕМЗ противника розроблено структурно-логічні схеми зв'язків елементів його програмно-алгоритмічної та нормативної складових.

Доцільним є використання розробленого науково-методичного апарату офіцерами штабів, начальниками служб РЕБ для своєчасної та повної підготовки військ (сил) до бою (бойових дій), у тому числі в умовах прогнозованого впливу засобів неядерної ЕМЗ противника на РЕЗ (системи) військового призначення.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на розроблення системи підтримки прийняття рішень посадових осіб органів управління РЕБ із питань організації РЕЗт.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. У Міністерстві оборони України затверджено Єдиний перелік (каталог) спроможностей Міністерства оборони України та Збройних Сил України. URL: [www.mil.gov.ua/news > 20/11/17](http://www.mil.gov.ua/news/20/11/17) (дата звернення: 22.08.2018).
2. Кравченко В. И. Электромагнитное оружие. Харьков : НТУ "ХПИ", 2008. 185 с.
3. Кравченко В. И. Молния. Электромагнитные факторы и их поражающее воздействие на технические средства. Харьков : Изд-во "НТМТ", 2010. 292 с. ISBN 978-617-578-005-3.
4. Балюк Н. В., Кечиев Л. Н., Степанов П. В. Мощный электромагнитный импульс: воздействие на электронные средства и методы защиты. Москва : ООО "Группа ИДТ", 2009. 478 с. ISBN: 978-5-94833-083-9.
5. Кравченко В. И. Грозозащита радиоэлектронных средств : справочник. Москва : Радио и связь, 1991. 264 с.
6. Кучер Д. Б., Харланов А. И., Медведь И. В., Тараненко С. В. Модель распространения мощных электромагнитных излучений, наведенных комбинированными взрывом магнитными генераторами // Моделювання процесів промислового обладнання. 2010. № 4. С. 41–45.

7. Ермаков Г. В., Зима И. И. Особенности блокирования радиолиний управления взрывными устройствами с магнитными антеннами // Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития : 3-й Междунар. радиоэлектронный форум : сб. науч. трудов. Харьков : АНПРЭ, ХНУРЭ, 2008. С. 186–188.
8. Коротков С. В. Методы обеспечения стойкости перспективных систем радиорелейной и спутниковой связи к воздействию мощных импульсных электромагнитных помех : дис. ... канд. техн. наук : 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций. Москва. 2002. 175 с.
9. Барсуков В. С. Электромагнитный терроризм: защита и противодействие // Специальная техника. Москва. 2003. № 6. С. 25–36.
10. Воробйов О. М., Мацько О. Й., Тягай С. В. Енергетична характеристика зовнішнього електромагнітного впливу на об'єкти ураження та визначення шляхів створення їх захисту // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. Київ : НУОУ, 2013. № 3 (18). С. 16–20.
11. Особенности воздействия мощных электромагнитных излучений на радиоэлектронные средства УКВ диапазона / Д. Б. Кучер, С. В. Тараненко, В. П. Макогон [та ін.] // Зб. наук. праць Харків. ун-ту Повітряних Сил. Харків : ХУПС, 2008. Вип. 3 (18). С. 44–47.
12. Моделирование теплового механизма в полупроводниках при импульсном воздействии ЭМП / Ю. Ф. Лонин, В. И. Чумаков, А. В. Столярчук и др. // ВАНТ, Серия «Яд.-физ. иссл.». 2004. № 2. С. 203–205.
13. Кучер Д. Б. Мощные электромагнитные излучения и сверхпроводящие защитные устройства. Севастополь : Ахтиар, 1997. 240 с.
14. Рикетс Л., Бриджем Дж., Майлетта Дж. Электромагнитный импульс и методы защиты / Пер. с англ. В. Л. Литвинова, Ю. И. Чуракова ; под ред. Н. А. Ухина. Москва : Атомиздат, 1979. 327 с.
15. Воробйов О. М., Хазанович О. І., Копашинський С. А. Методика оцінки ефективності захисту озброєння і військової техніки від зовнішніх електромагнітних впливів // Труды университета : зб. наук. праць. Київ : НУОУ, 2013. № 119. С. 169–174.
16. Леньшин А. В. Бортовые системы и комплексы радиоэлектронного подавления. Воронеж : Научная книга, 2014. 590 с.
17. За матеріалами збірників «Радиоэлектронная борьба в Вооруженных силах Российской Федерации», «Радиоэлектронная борьба. Современное содержание». URL: www.reb.informost.ru (дата звернення: 23.07.2017).
18. Макаренко С. И. Информационное противоборство и радиоэлектронная борьба в сетевых войнах начала XXI века : монография. Санкт-Петербург : Научное издание, 2017. 546 с.
19. Методика оцінювання стійкості радіоелектронних засобів військових об'єктів до впливу зброї електромагнітного імпульсу / Д. А. Іщенко, В. А. Кирилюк, І. А. Павленко та ін. // Проблеми створення, випробовування, застосування та експлуатації складних інформаційних систем : зб. наук. праць. Житомир : ЖВІ, 2016. Вип. 13. С. 51–62.
20. ВСТ 01.104.002. Боротьба радіоелектронна. Радіоелектронний захист. Захист радіоелектронних засобів від ураження електромагнітною зброєю противника. Захист

радіоелектронних засобів та радіоелектронних пристроїв військових об'єктів від впливу зброї електромагнітного імпульсу. Основні організаційні та технічні вимоги. Житомир : ЖВІ, 2015. 21 с.

21. Радиоэлектронная борьба. Силовое поражение радиоэлектронных систем / В. Д. Добыкин и др. Москва : Вузовская книга, 2007. 468 с.
22. Электромагнитные излучения. Методы и средства защиты / В. А. Богуш, Т. В. Торботько, А. В. Гусинский и др. ; под ред. Л. М. Лынькова. Минск : Бестпринт, 2003. 406 с.
23. Слюсар В. И. Генераторы супермощных электромагнитных импульсов в информационных войнах // Электроника: Наука, Технология, Бизнес. 2002. № 5. С. 60–67.

Подано 17.08.2018

Д. А. Ищенко, В. А. Кирилук, А. Н. Стариков
НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ АППАРАТ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАЩИЩЕННОСТИ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ОРУЖИЯ

В статье рассматривается научно-методический аппарат оценивания защищенности радиоэлектронных средств военного назначения от воздействия электромагнитного оружия как совокупность результатов, воплощенных в алгоритмах, программах и способах обработки информации о радиоэлектронных средствах и электромагнитном оружии. Предложенный научно-методический аппарат отличается новизной элементов, благодаря которым повышаются возможности его применения не только при проведении исследований в условиях научно-исследовательских учреждений, но и при подготовке к боевым действиям в практической деятельности органов управления группировок войск (сил) и штабов воинских частей (подразделений) в фазе оценки обстановки при планировании применения по назначению с использованием радиоэлектронных средств.

Определены основные наиболее вероятные варианты поражения радиоэлектронных средств – наведение на антенной системе, на линиях питания и передачи данных, на элементах средств.

Предложен порядок оценивания влияния электромагнитного оружия на элементы радиоэлектронных средств, критических элементов, коэффициентов безопасности элементов и системы в целом, а также расчета наведенного напряжения (тока) на элементах.

Даны рекомендации по использованию научно-методического аппарата в процессе оценивания состояния радиоэлектронной защиты и планирования органами военного управления мер повышения эффективности боевого (оперативного) обеспечения войск (сил) по радиоэлектронной борьбе.

Ключевые слова: алгоритм, электромагнитное оружие, коэффициент безопасности, наведенное напряжение, научно-методический аппарат, радиоэлектронные средства, радиоэлектронная защита.

D. A. Ishchenko, V. A. Kirilyuk, A. M. Starikov

SCIENTIFIC-METHODIC APPARATUS EVALUATION OF THE PROTECTION OF RADIOELECTRONIC MEANS OF MILITARY APPLICATION FROM THE EFFECTS OF ELECTROMAGNETIC WEAPONS

In the satire is considered scientific and methodological device for assessing the security of radio-electronic means of military use from the influence of electromagnetic weapons is considered as a collection of scientific and military-technical knowledge obtained on the basis of the evaluation procedures implemented in algorithms, programs and methods for processing information on radio-electronic means and electromagnetic weapons. The proposed scientific-methodical apparatus is determined by the novelty of elements, according to which the possibilities of its application are increased not only during research in the conditions of scientific research institutions, but also in the preparation for combat operations in the operational activities of the control units of the forces and the headquarters of military units (divisions) in the phase of assessment of the situation when planning the intended use by using radio-electronic means.

The main most likely variants of radio-electronic means damage are determined - guidance on antenna system, on power lines, on data transmission lines, on elements of means.

The order of the estimation of influence of electromagnetic weapons on elements of radio-electronic means, estimation of critical elements, calculation of induced voltage (current) on elements, estimation of coefficients of safety of elements and system as a whole is offered.

Recommendations on the use of the scientific-methodical apparatus in the process of assessing the state of electronic protection and the planning by the military administration of measures to increase the effectiveness of combat (operational) support of troops (forces) on the electronic warfare.

Keywords: *algorithm, electromagnetic weapon, induced voltage, radio-electronic means, radio-electronic protection, safety coefficient, scientific-methodic apparatus*