

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

**ПРОГНОЗУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВОГНЕВОГО УРАЖЕННЯ ПІД ЧАС
ОЦІНЮВАННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ПРОТИВНИКА З ДЕЗОРГАНІЗАЦІЇ
УПРАВЛІННЯ ВІЙСЬКАМИ**

У роботі з урахуванням досвіду проведення антитерористичної операції та операції Об'єднаних сил для забезпечення національної безпеки й оборони, відсічі та стримування збройної агресії Російської Федерації в Донецькій та Луганській областях запропоновано математичний апарат прогнозування ефективності вогневого ураження під час визначення можливостей противника з дезорганізації управління військами. Досліджено питання оцінювання прогнозованого ступеня дезорганізації управління військами (силами) за збитком системі управління, що завдає противник її елементам шляхом застосування засобів радіоелектронного подавлення та вогневого ураження. Оцінювання збитку здійснюється за відносною часткою втрачених (подавлених) об'єктів від їх загальної чисельності в системі управління. Залежно від величини та характеру збитку сукупності радіоелектронних об'єктів і засобів стан системи може бути охарактеризований відповідним ступенем дезорганізації управління: порушення, ускладнення або зрив управління. Для оцінювання збитку сукупності радіоелектронних об'єктів і засобів запропоновано ймовірнісний підхід.

Ступінь дезорганізації за рахунок вогневого ураження визначають з використанням моделі ураження об'єктів системи управління військами, створеної за таких допущень: складний груповий об'єкт подається набором елементарних об'єктів; ураження групового об'єкта визначається відповідно до ступеня ушкодження його складових або критичного елемента; елементарні об'єкти є однорідними за винятком критичних; розподіл координат точки падіння засобу ураження може бути описаний відповідним законом.

На основі аналізу структури об'єктів та можливих ушкоджень запропоновано математичний апарат оцінювання придатності елементарних об'єктів до виконання своїх завдань в умовах вогневого ураження за показниками: знищення, подавлення і дезорганізація. Розроблено модель ураження одиночного (елементарного) та групового військового об'єкта. Вона враховує: склад групового об'єкта, його розміри, розміри елементарних об'єктів; закон розподілу точки падіння засобу ураження за площею; наявність критичних елементарних об'єктів; характеристики засобів вогневого ураження.

Ключові слова: *вогневе ураження; елементарний об'єкт; груповий об'єкт; дезорганізація системи управління; ефективність вогневого ураження.*

Постановка проблеми в загальному вигляді. Аналіз досвіду проведення антитерористичної операції та операції Об'єднаних сил для забезпечення національної безпеки й оборони, відсічі та стримування збройної агресії Російської Федерації в Донецькій та Луганській областях показує, що противник у ході бойових дій зосереджує основні зусилля вогневого ураження (ВУ) та радіоелектронного подавлення

© Д. А. Іщенко, В. А. Кирилюк, О. М. Наумчак, А. М. Стариков, 2019

(РЕП) на системі управління військами частин (підрозділів) оперативного угруповання військ з метою забезпечення дезорганізації управління нашими військами (силами). У керівних документах з радіоелектронної боротьби подано ефективність дезорганізації управління військами (силами) противника за принципом визначення частки уражених вогневими засобами та частки РЕП радіоелектронних засобів, що залишилися. Планування радіоелектронної боротьби в цілому та радіоелектронного захисту зокрема вимагає чітких та достовірних оцінок стану системи управління своїх військ в умовах РЕП та ВУ. Отримання таких оцінок в умовах певної невизначеності щодо застосування противником засобів ВУ є складним завданням.

Отже, достовірне оцінювання можливостей противника з дезорганізації управління військами потребує вирішення завдання прогнозування ефективності ВУ, що у свою чергу вимагає розроблення математичного апарату, який формалізуватиме способи застосування засобів ВУ та дозволить отримати оцінки їх ефективності за умов невизначеності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У переважній більшості робіт завдання оцінювання ефективності РЕП [1–7] та ВУ [8–12] вирішуються окремо.

Крім того, якщо математичний апарат оцінювання ефективності РЕП в умовах невизначеності опрацьований достатньо повно [1–3], то оцінювання ефективності ВУ в більшості робіт [9–11] здійснено за умов невизначеності окремих характеристик об'єктів ураження, хоча з огляду на захист систем управління інтерес становить питання оцінювання ефективності за умов невизначеності застосування засобів ВУ.

У роботі [9] розглянуто методичний підхід до оцінювання ефективності ураження об'єктів високоточними засобами ураження (ЗУ) з комбінованою дією. Об'єкти і зони ураження подано прямокутниками з відомими лінійними розмірами. Ефективність ураження об'єкта характеризується відносною часткою площі перекриття зон з урахуванням прямого влучення ЗУ в ціль. У [10, 11] запропоновано алгоритми імітаційного моделювання, що дозволяють оцінювати збитки внаслідок різних способів ВУ одиночних і групових об'єктів, у тому числі з урахуванням накопичення збитків, та наведено приклад розрахунку. Алгоритми побудовано на використанні індикаторів попадання елементарних об'єктів у дискретні зони ураження певних типів, що призводить до наявності похибок за рахунок дискретизації зон. У роботі [12] викладено методики оцінювання ефективності ВУ в разі наявності даних про характеристики ЗУ та умови їх застосування, що не завжди відомі під час оцінювання захищеності об'єктів.

Роботи [8, 13] містять детальні методики оцінювання захищеності об'єктів, але їх використання доцільне на етапі їх проектування. Крім цього, зазначені методики не в повній мірі враховують особливості взаємного розташування елементів групового об'єкта.

Формулювання завдання дослідження. Отже, не вирішеною раніше частиною загальної проблеми оцінювання ефективності ВУ радіоелектронних об'єктів є врахування взаємного розташування елементарних об'єктів у складі групового, їх розподілу за площею, а також оцінювання ефективності за умов невизначеності точки прицілювання.

Отже, потребують вирішення такі завдання:

узгодження якісних і відповідних їм кількісних характеристик ВУ військових об'єктів (одиночних та групових);

визначення ступеня ураження одиночного (елементарного) військового об'єкта;
визначення ступеня ураження групового військового об'єкта.

Відповідно, завданням дослідження є розроблення моделі ураження одиночного (елементарного) та групового військового об'єкта, яка буде враховувати його склад, розміри, розміри елементарних об'єктів, що входять до складу групового; наявність критичних елементарних об'єктів; розташування елементарних об'єктів у складі групового, їх розподіл по площі; характеристики засобів ВУ.

Виклад основного матеріалу. Для оцінювання ефективності ВУ об'єктів використовують підхід, який полягає у визначенні збитку, завданого їм унаслідок вогневого впливу [14]. З погляду радіоелектронного захисту об'єктів збиток полягає у зменшенні боєздатності систем управління військами та зброєю. Зменшення боєздатності (здатності об'єкта виконувати бойові завдання або забезпечувати їх виконання в конкретних умовах бойової обстановки) запропоновано оцінювати ступенем дезорганізації системи управління.

Найчастіше застосовують підхід до визначення ступеня ураження об'єктів (цілей), що передбачає їх однорідність. При цьому збиток асоціюється з кількістю уражених елементарних цілей у складі групового об'єкта або з величиною ураженої частини його площі.

Прийнято вважати, що 50–60% втрат – знищення групового об'єкта, 25–30% втрат – подавлення (обмеження (заборона) діяльності особового складу на об'єкті).

Для військового об'єкта на основі аналізу структури ушкоджень (переліку та складу виведених з ладу агрегатів, вузлів, апаратурних блоків і захисних елементів конструкції) необхідно оцінити придатність елементарних об'єктів до виконання своїх завдань в умовах бойової обстановки. Втрата боєздатності визначається для одиночних об'єктів двома чинниками: знищення і порушення функціонування, а для групових – трьома чинниками: знищення, подавлення і дезорганізація.

Щодо групових об'єктів оперативно-тактичний зміст понять виражається в такий спосіб: знищення – завдання збитку, за якого досягається повна втрата боєздатності; метою подавлення є часткова (тимчасова) втрата боєздатності; у результаті дезорганізації порушується робота органів управління, сил і засобів забезпечення, втрачається мобільність або здатність виконувати бойове завдання в повному складі.

Збиток груповим неоднорідним об'єктам оцінюють за сукупністю даних про втрати елементарних складових. Він характеризується, з одного боку, ступенем тяжкості ушкоджень, а з іншого – переліком (абсолютним або відносним) уражених елементарних об'єктів. Звідси випливає, що метрична шкала вимірювання збитку для групових об'єктів неприйнятна. У зв'язку з цим необхідна порядкова шкала, що визначає міри втрати об'єктами боєздатності: знищення, подавлення, дезорганізація.

Як основні приймаються такі допущення:

кожен складний груповий об'єкт подається набором елементарних цілей;
ураження групового об'єкта визначають відповідно до ступеня ушкодження його складових відповідно до табл. 1;

за наявності у складі групового об'єкта критичної елементарної цілі, її ураження встановлюють відповідно до табл. 2, а визначений тип ураження характерний для всього групового об'єкта;

для кожної елементарної цілі, що входить до групового об'єкта, відомі координати її місця розташування і геометричні розміри.

Характеристики ураження групового об'єкта

Тип ураження	Ступінь ушкоджень	Потенційні можливості відновлення
A	Знищення не менше 50% складових	Відновлення не менш ніж за 7 діб
B	Виведення з ладу не менше 50% елементів	Відновлення не менш ніж за 1 добу
C	Середні пошкодження не менше 50% складових	Відновлення не менш ніж за 2-3 години
D	Легкі пошкодження не менше 30% елементів	Відновлення не менш ніж за 1 годину
E	Слабкі пошкодження окремих складових	Відновлення протягом 1 години

Таблиця 2

Характеристики ураження одиночного об'єкта

Тип ураження	Ступінь ушкоджень	Потенційні можливості відновлення
A	Дуже сильні	Відновленню не підлягає (незворотні втрати)
B	Тяжкі	Капітальний ремонт (у стаціонарних ремонтних органах)
C	Середні	Середній ремонт (у військових ремонтних органах)
D	Легкі	Поточний ремонт (силами та засобами частин, підрозділів)
E	Слабкі	Дрібний ремонт (силами екіпажу, розрахунку)

Визначення ступеня ураження одиночного (елементарного) військового об'єкта
 Імовірність ураження об'єкта за умови прицілювання в його центр, за відсутності систематичних похибок та кругового середньоквадратичного відхилення, визначають за таким виразом [10]:

$$P_{yri} = \left(1 - e^{-\frac{(R_{yp} + r_{obi})^2}{2\sigma_o^2}} \right), \quad (1)$$

де R_{yp} – радіус ураження ЗУ;

r_{obi} – радіус об'єкта;

σ_o – середньоквадратичне відхилення ЗУ.

Імовірність ураження об'єкта за певним типом у разі накриття його круговою зоною ураження з радіусом R_{yp} визначають у такий спосіб [10]:

$$P_{yri(A,B,C,D,E)} = G_{(A,B,C,D,E)} \left(1 - e^{-\frac{(R_{yp} + r_{obi})^2}{2\sigma_o^2}} \right), \quad (2)$$

де $G_{(A,B,C,D,E)}$ – умовна ймовірність ураження об’єкта за певним типом.

Визначення ступеня ураження групового військового об’єкта

Групову ціль можна подати у вигляді N елементарних цілей, які є функціональними підсистемами (вузлами, агрегатами) вихідного об’єкта. Положення кожного елемента щодо геометричного центра групової цілі $(0,0)$ задається полярними координатами (r_i, φ_i) (рис. 1).

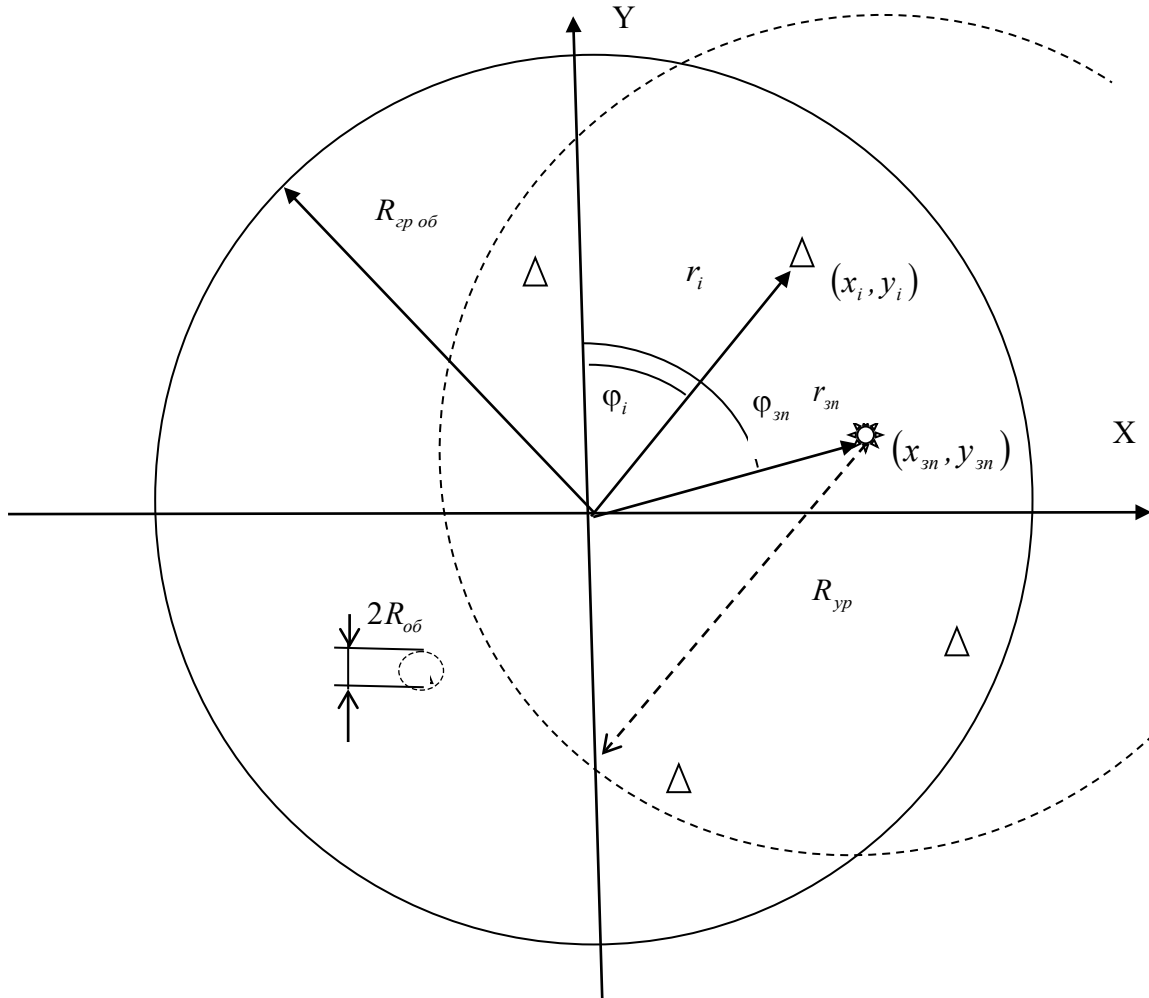


Рис. 1. Схема розташування групового об’єкта

Положення центра кругової зони ураження ЗП задається полярними координатами $(r_{зп}, \varphi_{зп})$. Імовірність ураження цілі в точці (x_i, y_i) у разі падіння ЗП у точку $(x_{зп}, y_{зп})$ приблизно можна оцінити функцією збитку [15]:

$$P_{зп i}^* (x_{зп} - x_i, y_{зп} - y_i) = P_{зп i} e^{-P_{зп i} \left(\left(\frac{x_{зп} - x_i}{R_x} \right)^2 + \left(\frac{y_{зп} - y_i}{R_y} \right)^2 \right)}, \tag{3}$$

де R_x, R_y – значення півосей еліпса ураження.

За умови, що $R_x = R_y = R_{зп}$, вираз (3) у полярних координатах матиме такий вигляд:

$$P_{зп i}^* (r_{зп}, r_i, \varphi_{зп} - \varphi_i) = P_{зп i} e^{-P_{зп i} \frac{r_{зп}^2 + r_i^2 - 2r_i r_{зп} \cos(\varphi_{зп} - \varphi_i)}{R_{зп}^2}}. \tag{4}$$

Якщо прицілювання здійснюється в центр групового об'єкта, то ймовірність ураження його елементарної складової визначатимуть за виразом

$$P_{yp\ i}^*(r_i) = P_{yp\ i} e^{-P_{yp\ i} \frac{r_i^2}{R_{yp}^2}}. \quad (5)$$

У випадку, коли точка прицілювання невідома, раціональним є припущення, що координати точки падіння ЗП є випадковою величиною, розподіленою за законом $P_{np}(r, \varphi)$. Тоді середня ймовірність ураження елементарного об'єкта, що входить до складу групового, визначатиметься в такий спосіб:

$$P_{yp\ i}^*(r_i, \varphi_i) = \int_0^{R_{gp\ об}} \int_0^{2\pi} P_{np}(r, \varphi) P_{yp\ i} e^{-P_{yp\ i} \frac{r^2 + r_i^2 - 2r_i r \cos(\varphi - \varphi_i)}{R_{yp}^2}} dr d\varphi. \quad (6)$$

Для групового об'єкта, що складається з N елементарних, отримаємо поле n -мірного вектора \vec{P}_{yp}^* . За максимальним значенням цього вектора в межах площини групового об'єкта оцінюють тип його ураження.

Для рівномірного закону розподілу точки прицілювання за площею групового об'єкта середня ймовірність ураження елементарного об'єкта, що входить до його складу, визначатиметься за таким виразом:

$$P_{yp\ cep\ i}^*(r_i) = \frac{1}{\pi R_{gp\ об}^2} \int_0^{R_{gp\ об}} P_{yp\ i} e^{-P_{yp\ i} \frac{r^2 + r_i^2}{R_{yp}^2}} dr. \quad (7)$$

Прирівнявши (2) та (6), отримаємо критерій прийняття рішення X про ступінь ураження елементарного об'єкта:

$$\left\{ X = \{A, B, C, D, E\} \left| \int_0^{R_{gp\ об}} \int_0^{2\pi} P_{np}(r, \varphi) e^{-P_{yp\ i} \frac{r^2 + r_i^2 - 2r_i r \cos(\varphi - \varphi_i)}{R_{yp}^2}} dr d\varphi \in G_{(A, B, C, D, E)} \right. \right\}, \quad (8)$$

а для рівномірного закону розподілу – точки прицілювання за площею групового об'єкта:

$$\left\{ X = \{A, B, C, D, E\} \left| \frac{1}{\pi R_{gp\ об}^2} \int_0^{R_{gp\ об}} e^{-P_{yp\ i} \frac{r^2 + r_i^2}{R_{yp}^2}} dr \in G_{(A, B, C, D, E)} \right. \right\}. \quad (9)$$

За оціненим значенням умовної ймовірності ураження об'єкта за певним типом (8) належить відповідному закону розподілу

$$G_{(A, B, C, D, E)}. \quad (10)$$

Оцінивши тип ураження для всіх N елементарних об'єктів відповідно до таблиці 2, приймають рішення про ступінь ураження групового об'єкта.

Приклад розрахунку. Розглянемо груповий об'єкт розміром $2R_{yp}$, який складається з п'яти однорідних елементарних об'єктів розміром $0,1R_{yp}$, розміщених на відстані від центру групового об'єкта на відстанях $0,1R_{yp}$; $0,3R_{yp}$; $0,5R_{yp}$; R_{yp} ; $1,5R_{yp}$. Вважатимемо, що середньоквадратичне відхилення ЗУ становить $\sigma_o = 0,3R_{yp}$. Імовірність ураження елементарного об'єкта в разі прицілювання в його центр, розрахована за виразом (1), – 0,999. Значення ймовірності ураження елементарних об'єктів у разі прицілювання в центр групового, розраховане за (5), наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Значення ймовірності ураження елементарних об'єктів у разі прицілювання в центр групового

Відстань	$0,1R_{yp}$	$0,3R_{yp}$	$0,5R_{yp}$	R_{yp}	$1,5R_{yp}$
Імовірність ураження	0,989	0,913	0,778	0,368	0,106

За умови, що функція розподілу умовної ймовірності ураження об'єкта за певним типом має вигляд, наведений у табл. 4, приймають рішення, що два елементарні об'єкти будуть уражені за типом А, один – за типом С, решта – не уражені. Отже, за наведених умов груповий об'єкт відповідно до табл. 1, 2 прогнозовано буде уражений за типом В.

Таблиця 4

Функція розподілу умовної ймовірності ураження об'єкта за певним типом

Тип ураження	А	В	С	Д	Е
Імовірність ураження	1–0,9	0,89–0,8	0,79–0,7	0,69–0,6	0,59–0,5

Висновки. У роботі запропоновано математичний апарат оцінювання ефективності ВУ радіоелектронних засобів, які описані моделями одиночного та групового об'єктів. Отримано аналітичні вирази для оцінювання ймовірностей ураження об'єктів для параметрів, що визначають просторове положення елементарних об'єктів, закон розподілу точки падіння ЗУ, його характеристики. Розроблено модель ураження одиночного (елементарного) та групового військових об'єктів. Модель враховує: склад групового об'єкта, його розміри, розміри елементарних об'єктів; закон розподілу точки падіння ЗУ за площею; наявність критичних елементарних об'єктів; характеристики засобів ВУ.

Наукова новизна наведених результатів полягає у врахуванні взаємного розташування елементарних об'єктів у складі групового, їх розподілу по площі, а також оцінюванні ефективності за умов невизначеності точки прицілювання.

Напрямок подальших досліджень буде оптимізація розміщення елементарних об'єктів за критерієм мінімізації ефективності їх ВУ противником.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Журавський Ю. В. Оцінювання ефективності радіоподавлення в умовах невизначеності координат приймачів // Системи обробки інформації : зб. наук. праць. Харків : ХУПС, 2009. № 76 (2). С. 45–47.
2. Журавський Ю. В. Оцінювання ефективності радіоподавлення в умовах похибок визначення координат передавача сигналу // Військово-технічний збірник Академії

сухопутних військ ім. гетьмана Петра Сагайдачного : зб. наук. праць. Львів : АСВ, 2012. № 7 (2). С. 63–68.

3. Журавський Ю. В., Даник Ю. Г. Оцінювання ефективності радіоелектронного подавлення в умовах похибок визначення координат передавача та приймача сигналу // Зб. наук. праць ВІТІ НТУУ КПІ. Київ : ВІТІ НТУУ КПІ, 2012. № 2. С. 44–49.

4. Іщенко Д. А. Методика оцінювання стійкості радіоелектронних засобів військових об'єктів до впливу зброї електромагнітного імпульсу // Проблеми створення, випробовування, застосування та експлуатації складних інформаційних систем : зб. наук. праць. Житомир : ЖВІ, 2016. Вип. 13. С. 51–61.

5. 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.

6. Кирилюк В. А., Іщенко Д. А., Стариков А. М. Науково-методичний апарат оцінювання захищеності радіоелектронних засобів військового призначення від впливу електромагнітної зброї // Проблеми створення, випробовування, застосування та експлуатації складних інформаційних систем : зб. наук. праць. Житомир : ЖВІ, 2016. Вип. 15. С. 143–155.

7. Журавський Ю. В., Кирилюк В. А., Іщенко Д. А. Програмно-алгоритмічне забезпечення з оцінювання захищеності радіоелектронних засобів від впливу електромагнітної зброї // Труди Університету. Київ : НУО України, 2018. № 150. С. 67–74.

8. Сурин Д. В. Аналитические методы оценки защищенности и живучести объектов и комплексов. Москва : МО РФ, 1997. 144 с.

9. Буравлев А. И. Методика оценки вероятности поражения размерных объектов высокоточными средствами поражения // Вооружение и экономика : электрон. науч. журн. 2012. № 2 (18). С. 10–14.

10. Буравлев А. И., Брезгин В. С. Методика оценки ущерба при имитационном моделировании огневого поражения объектов // Вооружение и экономика : электрон. науч. журн. 2012. № 5 (21). С. 13–21.

11. Буравлев А. И., Брезгин В. С. Об оценке эффективности поражения высокоточным оружием объектов военно-экономического потенциала // Вооружение и экономика : электрон. науч. журн. 2013. № 1 (22). С. 16–20.

12. Оценка эффективности огневого поражения ударами ракет и огнем артиллерии. Военно-теоретический труд / Под ред. А. А. Бобрикова. Санкт-Петербург : Академия военных наук, 2006. 421 с.

13. Методика обоснования требуемого уровня стойкости оборудования сетей связи в условиях внешних деструктивных воздействий / С. С. Семенов, А. С. Белов, В. С. Воловиков, А. В. Скубьев // Системы управления, связи и безопасности. 2019. № 1. С. 33–53.

14. Исламов В. К., Самсонов А. М. О теории огневого поражения // Военная мысль. 1992. № 3. С. 18–23.

15. Бондаренко Д. Л. Площадная модель воздействия на информационно-вычислительный комплекс АСУ // Математическая морфология : электрон. математ. и медико-биолог. журн. 2011. Т. 10. Вып. 4. С. 4–8.

Подано 31.07.2019

Д. А. Ищенко, В. А. Кирилук., Е. М. Наумчак, А. М. Стариков

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОГНЕВОГО ПОРАЖЕНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОТИВНИКА ПО ДЕЗОРГАНИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ВОЙСКАМИ

В работе с учетом опыта проведения антитеррористической операции и операции Объединенных сил для обеспечения национальной безопасности и обороны, сдерживания вооруженной агрессии Российской Федерации в Донецкой и Луганской областях предложен математический аппарат прогнозирования эффективности огневого поражения при оценке возможностей противника по дезорганизации управления войсками. Исследован вопрос оценки прогнозируемой степени дезорганизации управления войсками по ущербу системе управления, который наносит противник ее элементам путем применения средств радиоэлектронного подавления и огневого поражения. Определение ущерба осуществляется по относительной доле утраченных (подавленных) объектов от их общей численности в системе управления. В зависимости от величины и характера состояние системы может быть охарактеризовано соответствующей степенью дезорганизации управления: нарушения, затруднения или срыва управления. Для оценки ущерба совокупности радиоэлектронных объектов и средств предложен вероятностный подход.

Степень дезорганизации за счет огневого поражения определяют с использованием модели поражения объектов системы управления войсками, созданной при таких допущениях: сложный групповой объект подается набором элементарных объектов; поражения группового объекта определяется в соответствии со степенью повреждения составляющих или критического элемента; элементарные объекты являются однородными за исключением критических; распределение координат точки падения средства поражения может быть описано соответствующим законом.

На основе анализа структуры объектов и возможных повреждений предложен математический аппарат оценки пригодности элементарных объектов к выполнению своих задач в условиях огневого поражения по показателям: уничтожение, подавление и дезорганизация. Разработана модель поражения одиночного и группового военного объекта. Она учитывает состав группового объекта, его размеры, размеры элементарных объектов; закон распределения точки падения средства поражения по площади; наличие критических элементарных объектов; характеристики средств огневого поражения.

Ключевые слова: *огневое поражение; элементарный объект; групповой объект; дезорганизация системы управления; эффективность огневого поражения.*

D. A. Ishchenko, V. A. Kyrylyuk, O. M. Naumchak., A. M. Starykov

FORECASTING THE EFFICIENCY OF THE FIRE DAMAGE IN ASSESSING THE ENEMY'S ABILITY TO DISRUPT THE MANAGEMENT OF TROOPS

In the work the mathematical apparatus for forecasting the effectiveness of fire damage was proposed in assessing the enemy's ability to disarm the troop management with taking into account the experience of the antiterrorist operation and the Joint Forces Operation in order to provide national security and defense, repression and deterrence of armed aggression of the Russian Federation in the Donetsk and Luhansk oblasts. The question of estimating the predicted degree of disorganization of the

troops management by the damage for management system, that the enemy causes to its elements using the means of radio-electronic suppression and fire damage, is researched. The assessment of the loss is based on the relative proportion of the lost (suppressed) objects from their total number in the management system. Depending on the size and nature of the damage to the totality of radio-electronic objects and means, the state of the system can be estimated by the appropriate degree of disorganization: disturbance, difficulty or disruption of management. A probabilistic approach is proposed for evaluating the loss of a set of radio-electronic objects and means.

The degree of disorganization due to fire damage is estimated using the model of defeat of the objects of the troops management system. The model of fire damage is created with the following assumptions: a group object is given by a set of elementary objects; the defeat of the group object is determined according to the degree of damage to the elements or the damage to the critical element; elementary objects are homogeneous with the exception of critical elements; the distribution of the point of the fall of the lesion may be described by the relevant law.

On the basis of the analysis of the structure of objects and possible damage, a mathematical apparatus for evaluating the suitability of elementary objects for performing their tasks in conditions of fire damage was proposed based on indicators: destruction, suppression and disruption. A model of defeat of a single (elementary) and a group military object was developed. The model takes into account: the composition of the group object, its size, the size of elementary objects; the law of the distribution of the point of falling of the means of defeat by the area; the presence of critical elementary objects; characteristics of fire damage.

Keywords: *fire damage; elementary object; group object; disorganization of management system; efficiency of fire damage.*