

УДК 621.618:519

С.М. Шолохов, О.В. Сторожук

Національний університет оборони України, Київ

## ПОРЯДОК ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ПОРУШЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ОБМІНУ В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ВІЙСЬКОВО-МОРСЬКИМИ СИЛАМИ ПРОТИВНИКА ПІД ЧАС ОБОРОНИ ДЕРЖАВИ З МОРСЬКОГО НАПРЯМКУ

У статті визначений узагальнений показник ефективності функціонування системи управління (СУ) військово-морських сил (ВМС) можливого противника в умовах ведення операцій та бойових дій. Враховано вплив на ефективність СУ ВМС порушення інформаційного обміну шляхом радіоелектронного подавлення телекомунікаційних мереж ВМС. Проведена оцінка ефективності впливу на сучасну СУ ВМС угрупованням сил і засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) під час оборони морського узбережжя. Визначений приріст ефективності РЕБ за рахунок переоснащення частин РЕБ сучасними засобами радіо-, електромагнітного та програмно-комп'ютерного подавлення.

**Ключові слова:** інформаційний обмін, радіоелектронна боротьба, подавлення.

### Вступ

#### Постановка проблеми у загальному вигляді.

Основним оперативним завданням під час оборони будь-якої держави з морського напрямку є дезорганізація управління ВМС противника. Основним чинником, що впливає на ефективність функціонування СУ противника, вважається якість інформаційного обміну. Аналіз тенденцій розвитку та застосування телекомунікаційних мереж (ТКМ) ВМС провідних країн показав суттєве зниження ефективності застосування звичайного складу сил та засобів радіоелектронного подавлення (РЕП) при вирішенні завдань дезорганізації управління ВМС противника під час оборони держави з морського напрямку [1, 2].

Однак, зроблені в [1, 2] висновки носять якісний характер та не дозволяють кількісно оцінити вплив порушення основних характеристик інформаційного обміну на ефективність роботи органів управління противника при підготовці та веденні морських операцій (бойових дій). Це вимагає розробити математичні підходи до кількісної оцінки впливу якості інформаційного обміну в телекомунікаційних мережах ВМС на ефективність роботи штабів ВМС можливого противника в сучасних воєнних діях.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питання оцінки ефективності впливу на інформаційний обмін розглянуті в [3]. Питання впливу якості інформаційного обміну в СУ на ефективність вирішення завдань протиповітряної оборони розглянуті в [4]. Вплив порушення інформаційного обміну в системі управління на виконання бойового завдання сухопутних об'єднань противника розглянуті в [5].

Однак питання аналізу впливу якості інформаційного обміну в СУ ВМС на якість вирішення завдань з підготовки та ведення противником морських операцій (бойових дій) не досліджені в пов-

ному обсязі у відомій закордонній та вітчизняній літературі.

**Формулювання цілей статті (постановка завдання).** На основі застосування системного підходу, математичного апарату теорії інформації та масового обслуговування розробити наукові підходи щодо оцінки ефективності порушення інформаційного обміну в системі управління військово-морськими силами противника.

### Виклад основного матеріалу досліджень

Для досягнення мети статті необхідно обрати інтегральний показник якості функціонування СУ та на його основі проаналізувати вплив основних показників інформаційного обміну на ефективність функціонування органів управління ВМС вищих ланок в морських операціях.

Аналіз досліджень у галузі оцінки ефективності сучасних операцій показав, що отримання формалізованого зв'язку між основними показниками операцій та показниками, що характеризують процес дезорганізації управління військами (силами) противника у дійсний момент утруднено [3]. Тому процес управління угрупованням ВМС формалізуємо через емпіричну залежність узагальненого показника бойових можливостей угруповання ВМС від якості застосування органів управління ВМС, як функції від зміни показників інформаційного обміну за умови застосування засобів радіо-, електромагнітного та програмно-комп'ютерного подавлення

$$БП_{ВМС}^{пін} = БП_{ВМС}^{ід} \cdot K_{пін} (P_{пвз}^{су}), \quad (1)$$

де  $БП_{ВМС}$ ;  $БП_{ВМС}^{пін}$  – бойовий потенціал угруповання ВМС противника в ідеальних умовах функціонування СУ та її подавлення в морській операції (бойових діях);

$0 < K_{\text{пю}}(P_{\text{пвз}}^{\text{су}}) \leq 1$  – коефіцієнт, що враховує зниження бойового потенціалу частин (підрозділів) ВМС при їх застосуванні в умовах не повного виконання СУ ВМС завдань за призначенням. Визначається табличною чи функціональною відповідністю  $K_{\text{пю}} \leftrightarrow P_{\text{пвз}}^{\text{су}}$ ;

$P_{\text{пвз}}^{\text{су}}$  – показник ефективності виконання СУ ВМС завдань, щодо управління угрупованням ВМС в морській операції (бойових діях).

Нехай СУ угруповання ВМС можливого противника функціонує ефективно, якщо штаби відповідних органів управління ВМС виконують у повному обсязі свої завдання з підготовки операції (бойових дій), а також своєчасно реагують на зміни в обстановці, доводять відповідні директиви, розпорядження, накази та команди до кораблів, човнів, катерів, засобів авіації тощо. Тоді показник  $P_{\text{пвз}}^{\text{су}}$  ефективності СУ противника при підготовці та веденні морської операції (бойових дій) є добутком ймовірностей

$$P_{\text{пвз}}^{\text{су}} = P_{\text{взш}}^{\text{орг}} \cdot P_{\text{сд}}^3, \quad (2)$$

де  $P_{\text{взш}}^{\text{орг}}$  – ймовірність повного виконання штабом противника завдань, щодо підготовки морської операції (бойових дій);

$$P_{\text{взш}}^{\text{орг}} = P_{\text{соі}}^{\text{шт}} \cdot P_{\text{сзоі}}^{\text{шт}} \cdot P_{\text{функ}}^{\text{пр}}, \quad (3)$$

де  $P_{\text{соі}}^{\text{шт}}$  – ймовірність своєчасного отримання розвідувальної інформації відповідним аналітичними органами ВМС;

$P_{\text{сзоі}}^{\text{шт}}$  – ймовірність своєчасного збору та обробки інформації на органами управління ВМС;

$P_{\text{орг}}^{\text{пр}}$  – ймовірність правильного функціонування особового складу органів управління ВМС при завчасній підготовці операції (бойових дій);

$P_{\text{сд}}^3$  – ймовірність своєчасного доведення завдань до підлеглих частин ВМС.

Припустимо, що особовий склад органів управління навчений та злагоджений у повному обсязі, оцінка та вибір варіантів замислу ведення наступальної операції здійснюється за допомогою моделювання на ЕОМ. Тоді, при проведенні подальших досліджень доцільно покласти  $P_{\text{вз}}^{\text{пр}} \approx 1$ .

Ймовірність  $P_{\text{сзоі}}^{\text{шт}}$  в (3) по суті є ймовірністю того, що час збору та обробки інформації не перевищить величини, яка задана вимогою випередження [5]:

$$P_{\text{сзоі}}^{\text{шт}}(t_{\text{зоі}} \leq t_{\text{зоі}}^{\text{кр}}) = \int_0^t dF(t_{\text{зоі}}), \quad (4)$$

де  $t_{\text{зоі}}$  – математичне сподівання часу своєчасного збору та обробки інформації у органах управління

ВМС оперативного-стратегічного та оперативного-тактичного рівня, год;

$F(t_{\text{зоі}})$  – функція розподілу часу збору та обробки інформації;

$t_{\text{зоі}}^{\text{кр}}$  – критичний час збору та обробки інформації у штабах ВМС відповідно

$$t_{\text{зоі}}^{\text{кр}} = \sum_{i=1}^N (t_{\text{ПУізоі}}^{\text{кр}} + t_{\text{ПУіпн}}^{\text{кр}}) + \sum_{i=1}^{N-1} t_{\text{ПУізоі}}^{\text{кр}}; \quad (5)$$

$t_{\text{ПУізоі}}^{\text{кр}}$  – критичний час збору та обробки інформації на  $i$ -му пункті управління угрупованням ВМС противника;

$t_{\text{ПУізоі}}^{\text{кр}}$  – критичний час збору та обробки інформації на пунктах управління угруповання ВМС;

$t_{\text{ПУіпн}}^{\text{кр}}$  – критичний час передачі інформації між пунктами СУ;

$N$  – кількість органів управління ВМС, що здійснюють підготовку та управління силами (засобами) в морській операції (бойових діях).

Процес збору та обробки розвідувальних відомостей на пунктах органів управління ВМС носить стохастичний характер. Це визначається ймовірнісним характером вхідного потоку розвідувальних відомостей, випадковими моментами часу вибірки та розпізнавання. Тому у загальному вигляді ймовірність своєчасного збору та обробки є функцією

$$P_{\text{сзоі}}^{\text{шт}}(t) = f(\lambda, S_{\text{ст}}, m, n, \mu)$$

від інтенсивності вхідного потоку розвідувальних відомостей  $\lambda$ , старіння розвідувальних відомостей  $S_{\text{ст}}$ , побудови структури обробки ( $m$  число рівнів збору та обробки,  $n$  – кількість каналів обробки на кожному рівні) органів управління, організаційно-технічних можливостей (інтенсивності обробки  $\mu$ ) і середнього часу збору та обробки  $t_{\text{зоі}}$ . Тоді, закон розподілення припустимого часу збору та обробки інформації у органах управління ВМС може бути визначений у вигляді [4, 5],

$$F(t_{\text{зоі}}) = \sum_{i=1}^m e^{-\alpha_i t_{\text{обр}}} \prod_{j=1, j \neq i}^m \frac{\alpha_j}{\alpha_j - \alpha_i}, \quad (6)$$

де  $\alpha_i = \mu_i n_i - \lambda_{\text{вхі}}$ ;  $\lambda_{\text{вхі}}$  – інтенсивність вхідного потоку розвідувальних відомостей на кожному рівні збору та обробки, 1/год.;  $\mu_i$  – інтенсивність обробки на  $i$ -ому рівні, 1/год.;  $j$  – номер рівня збору та обробки.

В ході обробки старіння розвідувальних відомостей у органах управління угрупованням ВМС виникає об'єктивно, а інтенсивність старіння – величина, зворотна часу випередження у цій ланці. При експоненційному законі старіння розвідувальних відомостей з інтенсивністю  $S_{\text{ст}}$  ймовірність своєчасного збору та обробки. Тоді, враховуючи

результати [4, 5], після нескладних перетворень, ймовірність  $P_{сзoi}^{шт}$  визначимо у вигляді

$$P_{сзoi}^{шт}(t_{сзoi}) = \int_0^{t_{сзoi}^{кр}} e^{-St_{сзoi}} \left[ \sum_{i=1}^m \alpha_i e^{-\alpha_i t_{сзoi}} \prod_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^m \frac{\alpha_j}{\alpha_j - \alpha_i} \right] dt_{сзoi}. \quad (7)$$

Аналіз показав, що інтенсивність вхідного потоку повідомлень при безпосередній підготовці операції може складати в вищій ланці управління 30...100 за добу, рис. 1, а, а в нижчій на ступінь ланці від 50...200 за добу, кількість рівнів збору та обробки інформації  $m=2..3$ .

На рис. 1. представлені графіки залежностей ймовірності своєчасного збору та обробки розвідувальних відомостей на пунктах управління ВМС від інтенсивності вхідного потоку розвідувальних відомостей для середніх гіпотетично можливих значень тривалості збору інформації та обробки повідомлень на органах управління ВМС а – вищій та б – нижчій на ступінь ланки в морській операції про зміни у обстановці, тощо. Аналіз залежностей дозволяє зробити висновок, що ймовірність своєчасного збору та обробки на пунктах управління ВМС оперативно-стратегічного та оперативно-тактичного рівня для середньої тривалості збору інформації та обробки повідомлень відповідно від 30 до 40 хв. та від 5 до 15 хв. буде знаходитись у межах від 0,8...до 0,9, рис. 1.

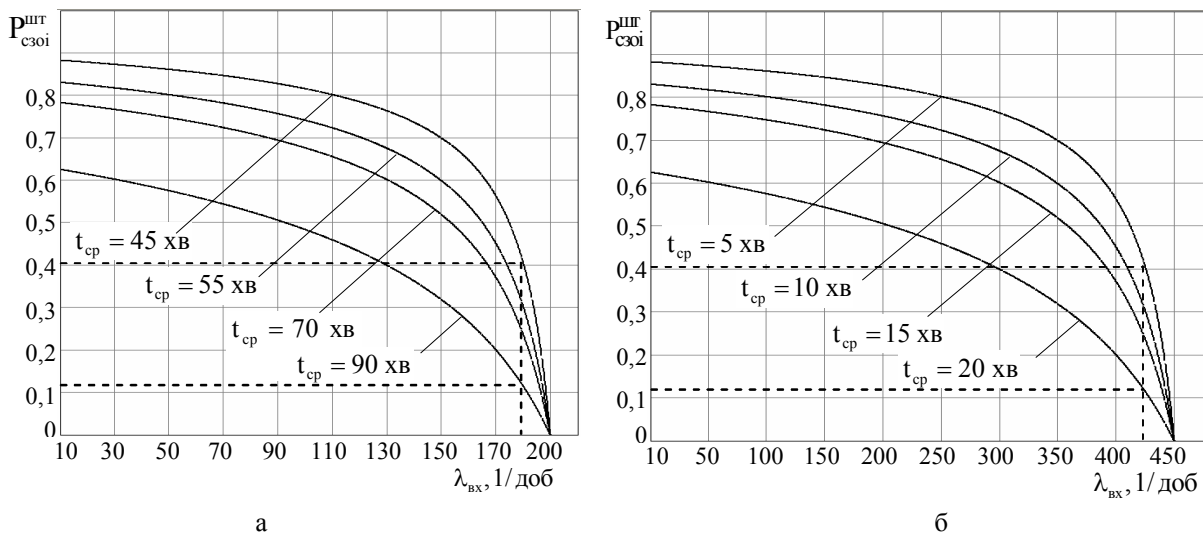


Рис. 1. Графіки залежності ймовірності своєчасності збору та обробки розвідувальних відомостей від інтенсивності вхідного потоку відомостей для середніх типових значень тривалості збору інформації та обробки повідомлення на органах управління ВМС:  
а – вищій та б – нижчій на ступінь ланки в морській операції

Ймовірність своєчасного отримання розвідувальної інформації  $P_{coi}^{шт}$  органами управління ВМС противника є ймовірністю того, що математичне очікування часу отримання  $t_{oi} \approx t_{ст} - t_{сзoi}$  розвідувальної інформації не перевищить критичний час  $t_{oi}^{кр}$  старіння інформації на етапі її отримання від органів розвідки з урахуванням часу упередження та загальних вимог до старіння інформації  $t_{ст}$  [5]

$$P_{coi}^{шт} \cong P(t_{oi} \leq t_{oi}^{кр}) = 1 - e^{-\beta}, \quad (8)$$

де  $\beta = \frac{t_{oi}}{t_{oi}^{кр}}$  – інтенсивність старіння розвідувальної інформації.

Враховуючи що ймовірність  $P_{сд}^3$  своєчасного доведення завдань органами управління противника

(доведення рішення) є, по суті, ймовірністю того, що математичне очікування часу  $t_{ді}$  доведення інформації не перевищить критичний час  $t_{ді}^{кр}$  її старіння при доведенні (втрати актуальності рішення на відповідну ситуацію),  $t_{ді}^{кр} \approx t_{ст} - t_{сзoi}$ . Для її визначення застосуємо аналогічний підхід та формалізуємо  $P_{сд}^3$  у вигляді

$$P_{сд}^3 \cong P(t_{ді} \leq t_{ді}^{кр}) = 1 - e^{-\psi}; \quad \psi = \frac{t_{ді}}{t_{ді}^{кр}}, \quad (9)$$

де  $\psi = t_{ді} / t_{ді}^{кр}$  – інтенсивність старіння повідомлення (команди) що доводиться до військ.

Узагальнюючи результати (2) – (9) та підставляючи їх у (1) узагальнений показник  $P_{пвз}^{сy}$  якості функціонування СУ вищої ланки запишемо у вигляді

$$P_{\text{ПВЗ}}^{\text{СУ}} = \int_0^{t_{\text{зоі}}^{\text{кр}}} e^{-S \cdot t_{\text{зоі}}} \left[ \sum_{i=1}^m \alpha_i \cdot e^{-\alpha_i \cdot t_{\text{зоі}}} \prod_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^m \frac{\alpha_j}{\alpha_j - \alpha_i} \right] dt_{\text{зоі}} \cdot e^{\left\langle \frac{t_{\text{оі}} + t_{\text{ді}}}{t_{\text{оі}}^{\text{кр}}} + \frac{t_{\text{ді}}}{t_{\text{ді}}^{\text{кр}}} \right\rangle}. \quad (10)$$

Вплив засобів РЕБ, програмно-комп'ютерного подавлення та електромагнітного ураження на телекомунікаційні мережі СУ ВМС на практиці може призводити до збільшення в (10) величини параметрів  $t_{\text{оі}}$ ,  $t_{\text{од}}$  та  $\lambda_{\text{вх}}$  основних показників інформа-

ційного обміну противника та враховується додаванням у (10) показників  $t_{\text{оіреб}}$ ;  $t_{\text{одреб}}$ ;  $\lambda_{\text{вхреб}}$ .

Тоді (10), в умовах здійснення впливу на інформаційний обмін у ТКМ ВМС противника, приймає вигляд

$$P_{\text{ПВЗ,РЕБ}}^{\text{СУ}} = \int_0^{t_{\text{зоі}}^{\text{кр}}} e^{-S \cdot t_{\text{зоі}}} \left[ \sum_{i=1}^m \alpha_i \cdot e^{-\alpha_i \cdot t_{\text{зоі}}} \prod_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^m \frac{\alpha_j}{\alpha_j - \alpha_i} \right] dt_{\text{зоі}} \cdot e^{\left\langle \frac{t_{\text{оі}} + t_{\text{дореб}}}{t_{\text{оі}}^{\text{кр}}} + \frac{t_{\text{ді}} + t_{\text{ддреб}}}{t_{\text{ді}}^{\text{кр}}} \right\rangle}. \quad (11)$$

Із застосуванням розробленого порядку оцінки (1) – (11), проведені дослідження залежності показника якості  $P_{\text{ПВЗ}}^{\text{СУ}}$  ефективності функціонування СУ ВМС при підготовці та веденні морської операції від математичного очікування показника оперативність інформаційного обміну в ТКМ, результати яких узагальнені на рис. 2.

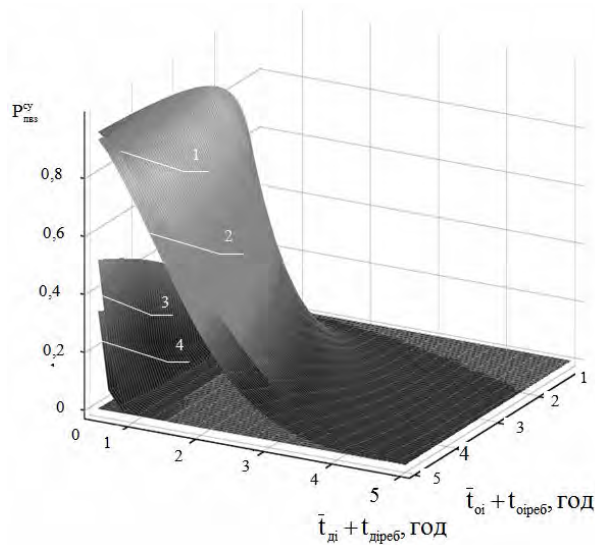


Рис. 2. Залежність показника якості  $P_{\text{ПВЗ}}^{\text{СУ}}$  системи управління угрупованням ВМС противника від математичного очікування часу отримання  $t_{\text{оі}}$  розвідувальної інформації та часу  $t_{\text{ді}}$

При дослідженні вивчався вплив параметрів часу отримання  $t_{\text{оі}}$  інформації та математичного очікування часу  $t_{\text{ді}}$  доведення повідомлень (команд) до військ в умовах відсутності протидії ( $t_{\text{ді}}$ ) (поверхня 1), а також в умовах застосування комплексу з трьох частин РЕБ супутникового та КХ-

радіозв'язку.

Результати дослідження застосування зазначеного комплексу частин РЕБ за умови гіпотетичного їх доозброєння перспективними засобами радіо-, електромагнітного та програмно-комп'ютерного подавлення наведені на рис. 2, поверхня 3 та 4, відповідно.

Зауважимо, що показники  $t_{\text{оіреб}}$ ;  $t_{\text{одреб}}$ ;  $\lambda_{\text{вхреб}}$  є функцією від числа каналів, що подавляються засобами РЕБ програмно-комп'ютерного подавлення, або уражаються засобами електромагнітного ураження, та при проведенні практичних оцінок визначені за математичним підходом [6].

Аналіз графічних поверхонь рис. 2 показав, що СУ ВМС можливого противника в умовах застосування угруповання звичайного комплексу засобів РЕБ та способів їх застосування, функціонує з узагальненим показником якості  $P_{\text{ПВЗ}}^{\text{СУ}} \approx 0.9$ . Це забезпечує стан СУ ВМС "функціонує" та вказує на низьку ефективність застосування такого комплексу сил і засобів РЕБ в умовах ведення сучасних операцій.

Результати проведеного аналізу також дозволяють зробити висновок, що на етапі інформаційного забезпечення вироблення штабами оперативно-стратегічного рівня рішення за рахунок деструктивного впливу (підвищення) на показники математичне очікування часу отримання  $t_{\text{оі}}$  розвідувальної інформації та математичного очікування часу  $t_{\text{ді}}$  доведення директив (наказів) до підлеглих об'єднань (з'єднань) в межах від 1 год. до 2 год. спостерігається відповідне зниження основного показника якості функціонування СУ  $P_{\text{ПВЗ}}^{\text{СУ}}$  з рівня 0,82 до рівня 0,46 (система "подавлена"), а збільшення зазначених показників до рівня 3 год. призведе, відповідно, до виведення СУ з ладу.

Це вказує на необхідність пошуку та обґрунтування складу сил та засобів РЕП, що мають на озброєнні перспективні засоби радіоподавлення, електромагнітного ураження та програмно-комп'ютерного подавлення для порушення інформаційного обміну ТКМ угруповання ВМС противника в операціях. З попередніх оцінок можливо визначити, що найбільш ефективним з точки зору РЕБ є комплексний вплив на показники  $t_{оді}$ ;  $t_{ді}$  та  $t_{зоі}$ .

### Висновок

Таким чином, в статті запропонований порядок оцінки ефективності порушення інформаційного обміну в СУ ВМС можливого противника під час оборони держави з морського напрямку. Зроблений висновок про високу ефективність та необхідність реалізації в сучасних операціях новітніх засобів порушення інформаційного обміну з метою зниження ефективності функціонування СУ ВМС противника.

Напрямом подальших досліджень є формування науково-методичних підходів щодо обґрунтування раціонального складу сил і засобів радіоелектронної боротьби, оснащених перспективною технікою нового покоління.

### Список літератури

1. Донсков Ю.Е. Дезорганизация системы приёма и передачи информации противника: методический аспект / Ю.Е. Донсков, А.К. Ботнев // *Воен. мысль*. – 2006. – № 1. – С. 25-27.

2. Черниш О.М. Основи формування нової ідеології ведення радіоелектронної боротьби у війнах і збройних конфліктах майбутнього / О.М. Черниш, С.О. Тишук, С.М. Шолохов // *Наука і оборона*. – 2006. – № 4. – С. 48-51.

3. Перунов Ю.М. Радиоэлектронное подавление информационных каналов систем управления оружием / Ю.М. Перунов. – М.: Радиотехника, 2003. – 416 с.

4. Городнов В.П. Моделирование боевых действий войск (сил) противовітряної оборони та інформаційне забезпечення процесів управління ними (теорія, практика, історія розвитку): моногр. / В.П. Городнов, Г.А. Дробоха, М.А. Єрмошин, Є.Б. Смірнов, В.І. Ткаченко. – Х.: ХВУ, 2004.

5. Кудрявцев А.М. Обработка разведывательной информации. – Лен., ВАС, 1889. – 332 с.

6. Шолохов С.М. Наукові основи обґрунтування способів бойового застосування сил та засобів радіоелектронного подавлення у сучасних операціях / С.М. Шолохов, Г.В. Певцов, Г.М. Тіхонов, І.М. Тіхонов // *Системи управління, навігації та зв'язку*. – К.: ЦНДІ навігації і управління. – 2008. – № 3(7). – С. 120-125.

Надійшла до редколегії 28.09.2011

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Л.Ф. Купченко, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

### ПОРЯДОК ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАРУШЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ВОЕННО-МОРСКИМИ СИЛАМИ ПРОТИВНИКА ВО ВРЕМЯ ОБОРОНЫ ГОСУДАРСТВА В МОРСКОМ НАПРАВЛЕНИИ

С.М. Шолохов, О.В. Сторожук

В статье определен обобщенный показатель эффективности функционирования системы управления (СУ) военно-морских сил (ВМС) возможного противника в условиях ведения операций и боевых действий. Учтено влияние на эффективность СУ ВМС нарушения информационного обмена путем радиоэлектронного подавления телекоммуникационных сетей ВМС. Проведена оценка эффективности влияния на современную СУ ВМС группировкой сил и средств радиоэлектронной борьбы (РЭБ) во время обороны морского побережья. Определен прирост эффективности РЭБ за счет переоснастки частей РЭБ современными средствами радио-, электромагнитного и программно компьютерного подавления.

**Ключевые слова:** информационный обмен, радиоэлектронная борьба, подавление.

### ORDER OF ESTIMATION OF EFFICIENCY OF VIOLATION OF INFORMATIVE EXCHANGE IN CONTROL THE SYSTEM BY NAVAL FORCES OF OPPONENT DURING DEFENSIVE OF THE STATE IN MARINE DIRECTION

S.M. Sholokhov, O.V. Storozhuk

In the article the generalized index of efficiency of functioning of control the system (CY) naval forces (BMC) of possible opponent is certain in the conditions of conduct of operations and battle actions. Influence on efficiency of SU of VMS of violation of informative exchange is taken into account by radio electronic suppression of telecommunication networks of VMS. The estimation of efficiency of influence is conducted on modern SU VMS by the groupment of forces and facilities of radio electronic fight (REB) during the defensive of seashore. The increase of efficiency of REB is certain due to retooling of parts of REB by modern facilities radio-, electromagnetic and programmatic computer suppression.

**Keywords:** informative exchange, radioelectronic fight, suppression.