В.С. Корендович¹, М.В. Кіріакіді², Є.А. Вдовицький¹

¹ Національний університет оборони ім. І. Черняхівського, Київ

² Інститут Військово-Морських Сил національного університету
“Одеська Морська Академія”, Одеса

ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ОЦІНЮВАННЯ ВРАЖАЮЧОЇ ДІЇ ПРОТИКОРАБЕЛЬНИХ РАКЕТ ПО МОРСЬКИХ ЦІЛЯХ

У роботі розглянута проблема оцінювання вражаючої дії протикорабельних ракет по цілі та ймовірність ураження ними на основі аналізу досвіду їх бойового застосування по надводних бойових кораблях у збройних конфліктах сучасності. Запропонована формула для визначення середньої кількості ракет, еквівалентних ПКР типу “Нептун”, влучення яких в корабель призводить до виведення його з ладу.

Ключові слова: протикорабельні ракети, вражаючі властивості, ймовірність, ураження, корабель.

Вступ

Постановка проблеми. Оснащення Військово-Морських Сил (ВМС) протикорабельними ракетами (ПКР) залишається провідною тенденцією для більшості морських держав. Самі ж ракети з моменту їх першого бойового застосування в Арабо-Ізраїльській війні 1967 року пройшли значний еволюційний шлях розвитку, зокрема: зменшилися їх геометричні розміри та маса бойової частини; удосконалено системи наведення на ціль; ракети стали здатними застосовуватися у масованих ударах. Водночас досвід збройних конфліктів засвідчив, що навіть застосування обмеженої кількості ПКР забезпечує досягнення мети ракетного удару.

При застосуванні протикорабельних ракет продовжують вирішувати проблему визначення кількості ракет для гарантованого вирішення поставленого завдання. При цьому враховується комплекс чинників, які впливають на вирішення завдання. Їх можливо поділити на три основні групи:

- визначення кількості ракет, влучення яких в ціль призводить до її знищення або виведення з ладу на значний період;

- визначення кількості ракет, які можуть бути відведені від основної цілі засобами радіоелектронної боротьби (РЕБ), маскуванню тощо;

- визначення кількості ракет, які можуть бути уражені вогневидами засобами.

Із наведених груп в статті детально розглядається проблема оцінювання вражаючої дії протикорабельних ракет по цілі та ймовірність ураження ними цілей на основі аналізу досвіду їх застосування проти надводних бойових кораблів в збройних конфліктах сучасності і зокрема статистичної залежності кількості ракет, що влучили в ціль, і її розмірами. Прийняття на озброєння у Збройних Силах

України ракетного комплексу “Нептун” актуалізує цю проблему. Автори обґрунтовують раціональну масу бойової частини ракети, влучення якої в сучасний бойовий корабель чи цивільне судно призводить до виведення їх з ладу.

Метою статті є розгляд практичних аспектів оцінювання вражаючої дії протикорабельних ракет по морським цілям та визначення середньої кількості ракет, еквівалентних ПКР типу “Нептун”, влучення яких в корабель призводить до виведення його з ладу.

Виклад основного матеріалу

Успішне застосування протикорабельних ракет (ПКР) у збройних конфліктах призвело до перегляду оперативного-тактичних вимог до них, стимулювало розвиток теорії та практики їх застосування. Серед відкритих публікацій стосовно застосування ПКР слід зазначити [1–4], в яких наводиться підхід до вирішення так званої проблеми “X-Y-Z”: скільки ПКР необхідно спрямувати на ціль, щоби вирішити завдання її ураження з ймовірністю X, якщо при цьому Y ПКР влучило в ціль, а загальний залп становив Z ракет.

У роботі [1] запропоновано “формулу закону ураження” ПКР надводної цілі, яка визначає необхідну кількість ПКР, влучення яких в ціль призводить до виведу її з ладу: на перші 300 футів довжини надводного бойового корабля (НК) необхідна одна ПКР з тисяча-фунтовою бойовою частиною (БЧ) і додатково на кожні наступні 100 футів довжини – ще по одній.

В роботі [3] розглянуто закон ураження для ПКР з різною масою БЧ. В [4] на основі аналізу статистичних даних застосування сил флотів у Першій та Другій світових війнах та наведена формула “закону ураження” для різних боєприпасів.

Аналіз ефективності застосування ПКР типу П-15, “Габріель”, “Екзосет”, “Гарпун” на основі досвіду локальних війн і конфліктів наводиться в дослідженні [5]. Для цього автором для узагальнення вражаючої дії ПКР по цілі було введено поняття “еквівалент ракети “екзосет” – ЕМЕ (Exocet missile equivalent).

На сьогодні більшість морських держав мають на озброєнні своїх ВМС протикорабельні ракетні комплекси морського, берегового та повітряного базування. До таких належать ВМС всіх Чорноморських країн, а сумарний залп ПКР лише корабельного складу Чорноморського флоту РФ з урахуванням кораблів Каспійської флотилії становить 148 ПКР, з яких: 92 ракети типу “Калібр”, 16 ракет П-1000 “Вулкан”, 32 ракети “Москіт” та 8 ракет “Терміт”.

Після ураження ізраїльського есмінця “Ейлат” у 1967 році ПКР активно застосовувались проти бойових кораблів та незахищених цивільних суден у Індо-Пакистанському збройному конфлікті 1971 р., Арабо-Ізраїльській війні 1973 р., Ірано-Іракській війні 1980-1987 рр., Фолклендській війні 1982 р., бойових діях у затоці Сидра в 1986 р., в операції “Praying Mantis” в 1988 р., у війні в Перській затоці 1991 р., Ліванській війні 2006 р. та Російсько-Грузинській війні 2008 року (табл. 1).

Перед розробниками засобів ураження НК завжди постає питання визначення оптимальних параметрів їх руйнівної дії. В першій половині 20-го століття це найшло своє відображення у змаганні “снаряд – панцир” (здатності артилерійських снарядів пробивати панцирний захист корабля-цілі), яке підтримувалось маневром, здатністю своєчасного виявлення цілі, точністю визначення її координат та застосуванням систем автоматизованого управління вогнем. На початку другої половини 20-го століття поява ПКР, здатних ефективно уражати НК, обумовила появу нового покоління кораблів, які оснащені ефективними засобами ППО та забезпечували свою живучість конструктивними особливостями корпусу (без панцирного захисту) і відповідними системами боротьби з пожежею та проникненням води. За цих умов актуалізувалось завдання знищення (виведення з ладу) корабля класу фрегат-есмінець влученням однієї ПКР з БЧ масою 450-500 кг. З підвищенням ефективності засобів ППО кораблів проти ПКР (і в першу чергу РЕБ та винищувальної авіації) постало завдання масованого застосування менших за розмірами ПКР (і відповідно з меншою масою їх БЧ). На цей час діапазон маси БЧ найбільш розповсюджених ПКР знаходиться в межах 125-225 кг. Постає питання: якою ж має бути маса БЧ ПКР для ураження сучасних цілей? Або – чи достатня маса БЧ в 150 кг (як у ПКР “Нептун”) для виконання завдання ураження сучасного НК?

Встановити точну кількість ПКР для ураження

НК неможливо через її залежність від багатьох чинників: тип цілі, її живучість; потужність БЧ, кількість ракетного палива на ПКР в момент влучення, місце влучення (в погріб з босзапасом, машинне відділення чи в пусте приміщення), кінетична енергія ПКР; завдання ураження – знищення (потоплення), виведення з ладу на період бою тощо. Як показує досвід, в більшості випадків для ураження бойового корабля класу корвет достатньо одного влучення, але це відбувалось не завжди (табл. 1).

Зазначене підтверджує тезу щодо складності побудови теоретичної моделі живучості корабля при влученні в нього ПКР. Проведення ж спеціальних натурних випробувань є досить коштовним. Завдання може бути вирішено на основі аналізу досвіду ураження кораблів в бойових діях, при небойових інцидентах та аварійних ситуаціях. Для визначення руйнівної дії ПКР на уражений нею корабель скористаємося згаданим досвідом (табл. 1).

Хоча наведені в таблиці результати дії ракет (засобів ураження) на цілі є досить загальними, вони дозволяють зробити висновки щодо руйнівної дії ПКР на НК. Для формалізації останнього також скористаємося положеннями теорії оцінювання ефективності застосування засобів ураження надводних кораблів.

Вражаючу властивість ПКР (як і іншого засобу ураження) щодо конкретної цілі прийнято визначати законом ураження цілі (ЗУЦ) [6], який встановлює функціональну залежність між живучістю цілі та потужністю ПКР, яка влучає в нього і призводить до виведення цілі з ладу або її знищення (потоплення). ЗУЦ показує залежність ймовірності ураження цілі $G(m)$ при влучення в неї m ПКР (рис. 1).

Рис. 1. Закон ураження цілі:

- 1 – одиничний;
- 2 – “реальний”, визначений на основі комплексу теоретичних та експериментальних досліджень;
- 3-4 – для експоненційної моделі ураження (крива 4 властива для ЗУЦ більш живучої цілі ніж та, що описується кривою 3).

Джерело: [6].

Таблиця 1

Результати застосування ПКР та інших босприпасів
проти бойових кораблів

№ з/п	Дата, корабель – об'єкт ураження, державна приналежність	Характеристика цілі		Засіб ураження		Результат дії ПКР (засобів ураження)
		Водотонаж, т: стандартний повний	Довжина, м	Вид	Маса засобу ураження, кг (ЕРН)	
1	2	3	4	5	6	7
Небійові інциденти						
1.	16.04.1987 МРК "Муссон", пр. 1234, СРСР	580 700	59,3	Практична ракета-мішень П-15М	Без БЧ (~1 ЕРН, за рахунок палива)	ЗНИЩЕННЯ. Мішень випадково влучила в корабель. Розіглося 650 кг ракетного палива. Корабель повністю вигорів і затонував [8]
2.	12.08.1989 ТЦ "Херсонский комсомолец", пр. 1265, СРСР	427 460	49	Практична ракета-мішень П-35	Без БЧ (~1 ЕРН)	ВИВЕДЕННЯ З ЛАДУ (на 2 роки). ПКР пронизала корабель. Пожежа швидко ліквідована, але корабель повністю втратив боєздатність [8]
3.	30.08.1974 ВПК "Отважний", пр. 61, СРСР	3500 4500	140	ЗКР В-601	БЧ (75 кг) + ракетне паливо (~1 ЕРН)	ЗНИЩЕННЯ. Страцювання ракетного двигуна ЗКР в ракетному пострілі з наступною детонацією 14 ЗКР. Корабель затонував після 5,5 годин боротьби за живучість [9]
4.	10.05.1992 ЕМ "Muavenet", Туреччина	2200	114,8	ЗКР RIM-7 ЗРК "Sea Sparrow"	2 x 40,5 (0,5 ЕРН)	ВИВЕДЕННЯ З ЛАДУ. Влучення двох ЗКР; корабель отримав тяжкі пошкодження, у подальшому був списаний [10]
5.	10.05.2020 СЗ "Koparak", Іран	453 650	47,0	ПКР "Noor"	155 (1 ЕРН)	ВИВЕДЕННЯ З ЛАДУ. Судно отримало тяжкі пошкодження [11]
Єгипетсько-Ізраїльська війна на виснаження (1967-1971)						
6.	21.10.1967 ЕМ "Elat", тип Z, Ізраїль	1710 2530	110,57	ПКР П-15	3 x 480 (9 ЕРН)	ЗНИЩЕННЯ. Влучення трьох ПКР, корабель затонував [12]
Індо-Пакистанська морська війна (1971)						
7.	04.12.1971 ЕМ "Khaibar", тип Battle, Пакистан	2315 3290	116,0	ПКР П-15	2 x 480 (6 ЕРН)	ЗНИЩЕННЯ. Влучення двох ПКР, корабель затонував [13]

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
8.	04.12.1971 ТІЦ "Muhafiz", тип "Bluebird", Пакистан	360 400	44,3	ПКР П-15	480 (3 ЕРН)	ЗНИЩЕННЯ. Влучення ПКР, корабель затонув [13-14]
9.	04.12.1971 ЕМ "ShahJahan", C-class, Пакистан	1740 2570	110,57	ПКР П-15	480 (3 ЕРН)	ВИВЕДЕННЯ З ЛАДУ. Влучення ПКР, тяжкі пошкодження, у подальшому був списаний [14]
Війна Судного дня (1973)						
10.	06.10.1973 ТІЦ "Ярмук", пр. 254, Сирія	500 569	58,0	ПКР "Gabriel"	3 x 150 (3 ЕРН)	ЗНИЩЕННЯ. Влучення трьох ПКР, корабель затонув [13]
11.	06.10.1973 ТКА, пр. 123К, Сирія	16,98	18,5	ПКР "Gabriel"	150 (1 ЕРН)	ЗНИЩЕННЯ Влучення ПКР, катер затонув [13, 15]
12.	06.10.1973 РКА, пр. 205, Сирія	172 209	38,6	ПКР "Gabriel"	2 x 150 (2 ЕРН)	ЗНИЩЕННЯ. Влучення двох ПКР, катер затонув [13, 15]
13.	06.10.1973 РКА, пр. 183-Р, Сирія	70 81	25,5	ПКР "Gabriel"	150 (1 ЕРН)	ЗНИЩЕННЯ. Влучення ПКР, катер затонув [13, 15]
14.	09.10.1973 РКА, пр. 205, Єгипет	172 209	38,6	ПКР "Gabriel"	150 (1 ЕРН)	ВИВЕДЕННЯ З ЛАДУ. Влучення ПКР, катер виведено з ладу, у подальшому знищено артилерією [13, 16]
15.	09.10.1973 РКА, пр. 205, Єгипет	172 209	38,6	ПКР "Gabriel"	150 (1 ЕРН)	ВИВЕДЕННЯ З ЛАДУ. Влучення ПКР, катер виведено з ладу, у подальшому знищений артилерією [13, 16]
16.	09.10.1973 РКА, пр. 205, Єгипет	172 209	38,6	ПКР "Gabriel"	150 (1 ЕРН)	ВИВЕДЕННЯ З ЛАДУ. Влучення ПКР, катер виведено з ладу, у подальшому знищений артилерією [13, 16]
17.	09.10.1973 РКА (імовірно, тип Sa'ar 2/3), Ізраїль	220 250	45,0	ПКР П-15	480 (3 ЕРН)	ЗНИЩЕННЯ. Влучення ПКР, катер затонув [13]
18.	15.10.1973 РКА (імовірно, пр. 205), Єгипет	172 209	38,6	ПКР "Gabriel"	150 (1 ЕРН)	ВИВЕДЕННЯ З ЛАДУ. Влучення ПКР, на катері виникла пожежа, яка була ліквідована силами екіпажу [13]
19.	15.10.1973 РКА (імовірно, тип Sa'ar 2/3), Ізраїль	220 250	45,0	ПКР П-15	480 (3 ЕРН)	ЗНИЩЕННЯ. Влучення ПКР, катер затонув [13]

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
20.	<u>15.10.1973</u> РКА (імовірно, тип Sa'ar 2/3), Ізраїль	220 250	45,0	ПКР П-15	480 (3 ЕРН)	ЗНИЩЕННЯ. Влучення ПКР катер затонував [13]
21.	<u>15.10.1973</u> ТКА (імовірно, тип "Jaguar"), Ізраїль	<u>183.4</u> 210	42,6	ПКР П-15	480 (3 ЕРН)	ЗНИЩЕННЯ. Влучення ПКР, катер затонував [13]
Ірано-Іракська війна (1980-1988)						
22.	<u>29.11.1980</u> РКА "Рейкан", тип "LaCombattanteIIa", Іран	<u>234</u> 265	47,0	ПКР П-15	2 x 480 (6 ЕРН)	ЗНИЩЕННЯ. Влучення двох ПКР, катер затонував [17]
23.	<u>29.11.1980</u> РКА, пр. 205, Ірак	<u>172</u> 209	38,6	ПКР RGM-84 "Напроон"	225 (1,4 ЕРН)	ЗНИЩЕННЯ. Влучення ПКР, катер затонував [17]
24.	<u>29.11.1980</u> РКА, пр. 205, Ірак	<u>172</u> 209	38,6	ПКР RGM-84 "Напроон"	225 (1,4 ЕРН)	ЗНИЩЕННЯ. Влучення ПКР, катер затонував [17]
25.	<u>29.11.1980</u> РКА, пр. 205, Ірак	<u>172</u> 209	38,6	ПКР AGM-65 "Maverick"	3 x 135 (2,4 ЕРН)	ЗНИЩЕННЯ. Влучення трьох ПКР, катер затонував [17]
26.	<u>29.11.1980</u> РКА, пр. 205, Ірак	<u>172</u> 209	38,6	ПКР AGM-65 "Maverick"	135 (0,8 ЕРН)	ЗНИЩЕННЯ. Влучення ПКР, катер затонував [17]
27.	<u>29.11.1980</u> РКА, пр. 205, Ірак	<u>172</u> 209	38,6	ПКР AGM-65 "Maverick"	135 (0,8 ЕРН)	ЗНИЩЕННЯ. Влучення ПКР, катер затонував [17]
28.	<u>29.11.1980</u> ТКА, пр. 183, Ірак	<u>56</u> 67	25,0	ПКР AGM-65 "Maverick"	135 (0,8 ЕРН)	ЗНИЩЕННЯ. Влучення ПКР, катер затонував [17]
29.	<u>29.11.1980</u> ТКА, пр. 183, Ірак	<u>56</u> 67	25,0	ПКР AGM-65 "Maverick"	135 (0,8 ЕРН)	ЗНИЩЕННЯ. Влучення ПКР, катер затонував [17]
30.	<u>29.11.1980</u> ТКА, пр. 183, Ірак	<u>56</u> 67	25,0	ПКР AGM-65 "Maverick"	135 (0,8 ЕРН)	ЗНИЩЕННЯ. Влучення ПКР, катер затонував [17]

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
31.	29.11.1980 ТКА, пр. 183, Ірак	<u>56</u> 67	25,0	ПКР AGM-65 "Maverick"	135 (0,8 ЕРН)	ЗНИЩЕННЯ. влучення ПКР, катер затонув [17]
32.	17.05.1987 ФР КРЗ "Stark", тип Oliver Hazard Perry, США	<u>4100</u> 4200	135,0	ПКР АМ.39 "Exocet"	165 (1 ЕРН)	ВИВЕДЕННЯ З ЛАДУ. Влучення двох ПКР, одна з яких не вибухнула. Корабель отримав тяжкі пошкодження [13]
Фолклендська війна (1982)						
33.	04.05.1987 ЕМ КРЗ, "Sheffield", тип 42, Велика Британія	<u>3500</u> 4350	125,0	ПКР АМ.39 "Exocet"	165 (1 ЕРН)	ЗНИЩЕННЯ. Влучення ПКР, без підриву БЧ, виникла пожежа, корабель повністю вигорів [18]
34.	21.05.1982 ФР "Ardent", тип 21, Велика Британія	<u>2750</u> 3250	117,0	Бомба Mark 82	10 X 227 (14 ЕРН)	ЗНИЩЕННЯ. Влучення до 10-ти 500-фунтових авіаційних бомб, пожежа, наслідок якої через 11 годин корабель затонув [18]
35.	23.05.1982 ФР "Antelope", тип 21, Велика Британія	<u>2750</u> 3250	117,0	Бомба Mark 83	460 (2,8 ЕРН)	ЗНИЩЕННЯ. Влучення двох 1000-фунтових авіабомб, жодна не вибухнула. У ході розмінування одна бомба вибухнула, що призвело до пожежі та вибуху ракетного і торпедного боєзапасу, корабель затонув [18]
36.	25.05.1982 ЕМ КРЗ "Coventry", тип 42, Велика Британія	<u>3500</u> 4350	125,0	Бомба Mark 83	3 x 460 (8,4 ЕРН)	ЗНИЩЕННЯ. Влучення трьох 1000-фунтових авіаційних бомб, корабель затонув [18]
37.	25.05.1982 Контейнеровоз "Atlantic Conveyor", Велика Британія	14,946	212,0	ПКР АМ.39 "Exocet"	2 x 165 (2 ЕРН)	ЗНИЩЕННЯ. Влучення двох ПКР, пожежа, корабель повністю вигорів та у подальшому затонув під час буксирування [18]
38.	08.06.1982 ФР "Plymouth", тип 12М (клас Rothesay), Велика Британія	<u>2180</u> 2560	110,0	Бомба Mark 83	460 (2,8 ЕРН)	ВИВЕДЕННЯ З ЛАДУ. Влучення чотирьох 1000-фунтових авіаційних бомб, жодна не вибухнула. Але одна з бомб влучила в глибинну бомбу, що викликало її детонацію та стало причиною великої пожежі [18]

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
39.	<u>08.06.1982</u> ДК "Sir Galahad", "Round Table" class, Велика Британія	<u>3,322</u> 5,765	126,0	Бомба Mark 82	3 x 227 (4,2 ЕРН)	ЗНИЩЕННЯ. Влучення трьох 500-фунтових авіаційних бомб. Пожежа, корабель вигорів та був затоплений [18]
40.	<u>08.06.1982</u> ДК "Sir Tristram", Велика Британія	<u>3,322</u> 6,407	135,8	Бомба Mark 82	227 (1,4 ЕРН)	ВИВЕДЕННЯ З ЛАДУ. Влучення двох 500-фунтових бомб, вибухнула лише одна. Пожежа, корабель виведений з ладу на значний термін [18]
41.	<u>12.06.1982</u> ЕМ "Glamorgan", тип "County", Велика Британія	<u>5440</u> 6200	160,0	ПКР MM.38 "Exocet"	165 (1 ЕРН)	ВИВЕДЕННЯ З ЛАДУ. Влучення ПКР, пожежа. Корабель залишився на ходу, але був виведений з ладу на незначний термін [18]
Операція "Вогонь в прерії" (24-25.03.1986)						
42.	<u>24.03.1986</u> РКА "Vohid", тип "LaCombattanteIIa", Лівія	<u>234</u> 265	47,0	ПКР AGM-84 "Harpoon"	225 (1,4 ЕРН)	ЗНИЩЕННЯ. Влучення ПКР, пожежа. Катер затонув в результаті вибуху БЧ ПКР "Otomat" [13]
43.	<u>24.03.1986</u> МРК "Ean Zaguit", пр. 1234Э, Лівія	<u>580</u> 699	59,3	ПКР RGM-84 "Harpoon"	2 x 225 (2,8 ЕРН)	ЗНИЩЕННЯ. Влучення двох ПКР, катер затонув [13]
Операція "Praying Mantis" (1988)						
44.	<u>18.04.1988</u> РКА "Joshua", тип "LaCombattanteIIa", Іран	<u>234</u> 265	47,0	ЗКР SM-1	5 x 62 (2 ЕРН)	ЗНИЩЕННЯ. Влучення п'яти ЗКР катер затонув [19]
45.	<u>18.04.1988</u> ФР "Sahand", тип "Alvand", Іран	<u>1100</u> 1350	94,5	ПКР AGM-84/ RGM-84 "Harpoon"	3 x 225 (4,2 ЕРН)	ЗНИЩЕННЯ. Влучення трьох ПКР та авіаційних бомб, корабель затонув [19]
				бомби AGM-123 Skipper II	3 x 450 (8,1 ЕРН)	
46.	<u>18.04.1988</u> ФР "Sabalan", тип "Alvand", Іран	<u>1100</u> 1350	94,5	Бомба Mark 82	241 (1,5 ЕРН)	ВИВЕДЕННЯ З ЛАДУ. Влучення 500-фунтової авіаційної бомби, корабель отримав значні пошкодження [20]

Закінчення табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
Друга Ліванська війна (2006)						
47.	14.07.2006 КРВ КРЗ "Hanit", тип Sa'ar 5, Ізраїль	107,5 127,5	85,6	ПКР С-802	165 (1 ЕРН)	ВИВЕДЕННЯ З ЛАДУ. Влучення ПКР, знищено вертолітний ангар, пошкоджено надбудови, розташовані поруч [21]
Російсько-Грузинська війна (2008)						
48.	10.08.2008 СЗ, пр. 13301, Грузія	186,8	26,49	Імовірно ЗКР 9М33М, "ОСА-М"	14,5 (0,09 ЕРН)	ЗНИЩЕННЯ. Влучення ЗКР, судно затонуло [22]
49.	10.08.2008 СЗ, тип "Ярославец", Грузія	46,9	21,0	Імовірно ЗКР 9М33М, "ОСА-М"	14,5 (0,09 ЕРН)	ЗНИЩЕННЯ. Влучення ЗКР, судно затонуло [22]
50.	10.08.2008 ПКА тип "Dauntless", Грузія	11,0 12,7	12,8	ЗКР 9М33М, "ОСА-М"	14,5 (0,09 ЕРН)	ЗНИЩЕННЯ. Влучення ЗКР, катер затонув [22]
Війна на сході України (2014-2021)						
51.	31.08.2014 СКА "BG 119", пр. 1400М, Україна	35,9 39,7	23,8	6 x ПТУР	9 (0,3 ЕРН)	ЗНИЩЕННЯ. Влучення ПТУР, детонація боєкомплекту, катер затонув [23]
52.	31.08.2014 МКАМО, тип "Калкан", пр. 50030, Україна	7,56	11,0	ПТУР	9 (0,05 ЕРН)	ВИВЕДЕННЯ З ЛАДУ. Внаслідок обстрілу отримав незначні пошкодження [23]

Позначення: ЕРН – еквівалент ПКР типу "Нептун"; КРЗ – керована ракетна зброя; ФР – фрегат; ЕМ – есмінець; ВПК – великий протичовновий корабель;
 КРВ – корвет; МРК – малий ракетний корабель; ДК – десантний корабель; ТЩ – тральщик; РКА – ракетний катер; ПКА – патрульний катер;
 ТКА – торпедний катер; СКА – сторожовий катер; МКАМО – малий катер морської охорони; СЗ – судно забезпечення.

Джерело: розроблено авторами за даними [8–24].

Маложивуча ціль знищується однією ПКР і її ЗУЦ прийнято називати одиничним. Більш живучі цілі накопичують збиток по мірі влучення в них засобів ураження і його функціональну залежність описати досить складно.

Визначити реальний закон ураження цілі (рис. 1, крива 2) практично неможливо, тому роблять припущення щодо його експоненціальної моделі (рис. 1, криві 3 і 4)

$$G(m) = 1 - [1 - G(1)]^m, \quad (1)$$

де $G(1)$ – ймовірність ураження цілі при влученні одної ПКР; m – кількість ПКР, що влучили в ціль.

Експонентний ЗУЦ характеризується параметром ω , який прийнято називати середнім необхідним числом влучень ПКР в ціль для її ураження (знищення або виведення з ладу). При цьому:

$$\omega = \sum_{m=0}^{\infty} [1 - G(m)] = \sum_{m=0}^{\infty} [1 - G(1)]^m = \frac{1}{G(1)}. \quad (2)$$

Виходячи з (1) і (2) формула ЗУЦ запишеться в виді

$$G(m) = 1 - \left(1 - \frac{1}{\omega}\right)^m. \quad (3)$$

Знання параметру ω дозволяє визначити ймовірності ураження цілі залпом із n ПКР $W(n)$ використовуючи узагальнену модель А.М. Колмогорова [6]:

$$W(n) = \sum_{m=0}^n P_{n,m} G(m) = 1 - \left(1 - \frac{p}{\omega}\right)^n, \quad (4)$$

де n – кількість ПКР в залпі, що спрямовані для ураження цілі;

m – кількість ПКР, що влучили в ціль;

$P_{n,m}$ – ймовірність того, що з n ПКР залпу m влучили в ціль;

p – ймовірність влучення ракети в ціль (визначається низкою чинників), яка приймається однаковою для всіх ПКР.

Отже формула (4) дозволяє в загальному вигляді оцінити ефективність застосування ПКР при ураженні морської цілі при відомих середнього необхідного числа влучень ПКР в ціль ω та ймовірності влучення ракети в ціль p . Її застосування разом з моделлю Хьюза [7] дозволяє вирішити багато практичних завдань, пов'язаних з апіорним оцінюванням ефективності застосування ПКР. При цьому важливими показниками будуть такі: можливий склад залпу ПКР, середня необхідна кількість влучень ПКР, спроможності сил протидіяти ПКР як

кінетичними так і некінетичними засобами, здатність сил та засобів розвідки своєчасно та з необхідною точністю визначити об'єкт удару, рівень підготовленості особового складу тощо.

Визначення середнього необхідного числа влучень ПКР ω проведемо на основі аналізу досвіду застосування ПКР та інших засобів ураження проти сучасних бойових кораблів (табл. 1). При цьому будемо використовувати такі показники та параметри:

– ступінь ураження цілі: знищення (потоплення або повна непридатність для наступного застосування); виведення з ладу (на значний період часу);

– водотонажність корабля-цілі та орієнтовна довжина, яка йому відповідає;

– кількість ПКР, що влучили в ціль, яка вимірюється еквівалентами ПКР “Нептун” (ЕРН).

При цьому будемо вважати $ЕРН = 1$, коли маса БЧ ПКР (снаряду) дорівнює 150 кг, в іншому випадку ЕРН визначатиметься як співвідношення маси БЧ ПКР (снаряду, бомби), що влучили в ціль, до 150 кг. Наприклад, при ураженні цілі зенітною керованою ракетою (ЗКР) з БЧ масою 30 кг, $ЕРН = 30/150 = 0,2$. При цьому не будемо враховувати вплив залишків ракетного палива, кінетичну енергію засобу ураження, місце влучення в ціль. Результати аналізу ураження бойових кораблів наведено на рис. 2.

Висновок щодо вражаючих властивостей ПКР проти цивільних суден можемо зробити з досвіду ураження транспортів та танкерів у Перській затоці в період 1980-1984 рр. в ході Ірано-Іракської війни. В [5] наводяться результати 53 ударів ПКР, які мали БЧ співставну з БЧ ЕРН. Ступінь ураження однією ПКР зазначених суден залежала від їх водотоннажності. При ураженні невеликих транспортів та танкерів водотоннажністю від 13000 до 30000 тон у 20% випадків судно знищувалося або тонуло, у 60% випадків – отримувало великий збиток і в 20% випадків – отримувало незначні пошкодження. Це свідчить про те, що виведення суден з ладу однією ПКР відбувалось у 80% випадків). Великі танкери водотоннажністю від 70 000 до 300 000 тон у 60% випадків отримували значні пошкодження, а в 40% – зазнали незначних пошкоджень. Зазначене дозволяє зробити висновок, що для цивільних суден ЗУЦ є одиничним ($\omega = 1$).

Поряд з оцінкою руйнівної дії ПКР на ціль проведений аналіз досвіду застосування ПКР [5] дозволяє зробити загальні висновки щодо захисту від ПКР. Для цього всі випадки ураження кораблів та суден розподілені на три групи.

До першої групи віднесено 63 випадки ураження незахищених цілей – це в основному цивільні судна, що трапились в зоні бойових дій. Для таких суден характерна висока ймовірність їх ураження, що для наведеної вибірки оцінюється як 0,9.

Рис. 2. Результат ураження бойових кораблів ПКР з бойовою частиною ЕРН

Джерело: розроблено авторами за даними табл. 1.

До другої групи віднесено 26 випадків ураження бойових кораблів, що були спроможні до захисту, але не застосовували вогневі засоби та засоби РЕП через своєчасне не виявлення носіїв ПКР. Ймовірність ураження таких цілей становила 0,6.

До третьої групи віднесено 32 випадки ураження захищених кораблів, які завчасно виявляли носії ПКР, перешкождали їм займати вигідні вогневі позиції, застосовували засоби РЕП та вогневі засоби. Ймовірність ураження таких цілей складала – 0,26, але для періоду з 1982 по 1994 рік вона зросла до 0,45. Ці бойові кораблі були спроможні збити або відвести засобами РЕП три з чотирьох ПКР. При цьому засоби невогневої протидії ПКР (пасивні та активні радіоелектронні завади) показали високу ефективність: в кожному бою, коли об'єкт ураження отримувал сповіщення про удар і своєчасно застосовував засоби РЕП, ПКР відводились від справжньої їх цілі.

Висновки

Аналіз результатів ураження бойових кораблів протикорабельними ракетами дозволяє зробити наступні висновки.

Для бойових кораблів водотонажністю до 1000 тон (довжиною до 80 м) доцільно прийняти одиничний закон ураження. Влучення в такий корабель одним ЕРН призводить до його знищення.

Знищення бойового корабля водотонажністю до 5000 тон досягається влученням в нього 2-3 ЕРН. Водночас влучення в такий НК навіть однієї ракети, менш потужною ніж ЕРН, причиняє йому значні пошкодження.

Виведення з ладу цивільних суден водотонажністю до 100000 тон досягається при влученні в них однієї ЕРН. Наявна на цей час обмежена вибірка ураження великих бойових кораблів ПКР не дає підтвердження прийнятого нами припущення, що закон їх ураження є експонентним, але вона доводить пропорційність ступеню їх ураження від кількості ЕРН, що влучили в корабель. Зазначене не заперечує для оцінювання ефективності ПКР застосовувати формулу (4).

Формула для визначення ω – середнього необхідного числа влучень ПКР “ЕРН” в ціль, що призводить до виведення її з ладу, з достатньою для обґрунтування наряду сил та способів застосування ПКР точністю, можливо сформулювати наступним чином: середнє необхідне число влучень ЕРН для виведення з ладу бойового корабля дорівнює одній ЕРН на перші 80 м його довжини плюс додаткову ЕРН на кожні наступні 40 м його довжини, рис. 3.

Таким чином, аналіз досвіду застосування ПКР в сучасних збройних конфліктах доводить їх досить високу ефективність у разі влучення в вибрану для ураження ціль.

Рис. 3. Залежність середнього необхідного числа влучень ПКР "ЕРН" в ціль, що призводить до виведення її з ладу або знищення
Джерело: розроблено авторами.

Маса бойової частини в 150 кг є достатньою для нанесення значних пошкоджень сучасним бойовим кораблям. Запропонована формула для визначення ω для ураження бойових кораблів ПКР з БЧ масою 150 кг дозволяє її використовувати для обґрунтування наряду сил та способу застосування

таких ракет.

Перспективою подальших досліджень є визначення та оцінювання чинників, які впливають на ймовірність влучення ракет в ціль та мають бути враховані при плануванні застосування ПКР.

Список літератури

1. Hura M., Miller D. Cruise Missile Warfare. *Proceedings*. 1985. Vol. 111. URL: <https://www.usni.org/magazines/proceedings/1985/october/cruise-missile-warfare> (accessed 10.05.2021).
2. Корендович В. С., Коваленко С. В. Стрельба залпом противокорабельных ракет по групповой морской цели. *Морской сборник*. 1986. № 12. С. 80–81.
3. Tiah Y. M. An analysis of small navy tactics using a modified Hughes' Salvo Model. Monterey : Naval Postgraduate School Monterey, 2007. 113 p. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/36697339.pdf> (accessed 10.05.2021).
4. Beall T. R. The development of a naval battle model and its validation using historical data. Monterey : Naval Postgraduate School Monterey, 1990. 153 p. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/36727457.pdf> (accessed 10.05.2021).
5. Schulte J. An analysis of the historical effectiveness of anti-ship cruise missile in littoral warfare. Monterey : Naval Postgraduate School Monterey, 1994. 72 p. URL: <https://calhoun.nps.edu/handle/10945/27962> (accessed 10.05.2021).
6. Волгин Н. С., Махров Н. В., Юровский В. А. Исследование операций: учеб. пособие. Ленинград : ВМА, 1979. 399 с.
7. Hughes W. P., Salvo Jr. A model of warships in missile combat used to evaluate their staying power. *Naval Research Logistics*. 1995. Vol. 42. P. 267–289. URL: https://calhoun.nps.edu/bitstream/handle/10945/60793/A_Salvo_Model.pdf?sequence=1&isAllowed=y (accessed 10.05.2021).
8. Костриченко В. В., Айзенберг Б. А. ВМФ СССР и России. Аварии и катастрофы. Ч. 3. Харьков : ГАЛЕЯ-ПРИНТ, 1998. 46 с.
9. Гибель БПК "Отважный" в 1974 г. *KCHF.RU - информационный ресурс* : веб-сайт. URL: <https://www.kchf.ru/history/otvazhnyi.htm> (дата звернення: 10.05.2021).
10. Werner B. Navy Punishes Negligence At Sea But Rarely Secures Criminal Convictions. *U.S. Naval Institute* : веб-сайт. URL: <https://news.usni.org/2018/01/22/30725> (accessed 10.05.2021).
11. Rogoway T. Here's all that's left of Iranian navy ship struck by missile in friendly fire tragedy. *The Drive* : веб-сайт. URL: <https://www.thedrive.com/the-war-zone/33395/heres-all-thats-left-of-iranian-navy-ship-struck-by-missile-in-friendly-fire-tragedy> (accessed 10.05.2021).
12. Герцог Х. Арабо-израильские войны: от войны за независимость до Ливанской кампании. Т. 2 / пер. с англ. И. Шамир. Лондон : Nina Karsov, 1986. 306 с.
13. Доценко В. Д. Флоты в локальных конфликтах второй половины XX века. Москва : Terra Fantastica, 2001. 512 с.
14. What you don't know about the 1971 Bangladesh war. *Economictimes* : веб-сайт. URL: <https://economictimes.indiatimes.com/news/defence/what-you-dont-know-about-the-1971-bangladesh-war/as-much-a-navel-battle/slideshow/58082074.cms> (accessed 10.05.2021).
15. Карнаевич В. Латакия 1973 г. *Obozrnk.ru* : веб-сайт. URL: <http://www.obozrnk.ru/?p=34072> (дата звернення: 10.05.2021).
16. Морской бой при Дамьетте. *Guide-israel.ru* : веб-сайт. URL: <https://bitly.su/0yF8Xuo> 34072 (дата звернення: 10.05.2021).
17. McConoly R. Operation Moravid. *Naval Post* : веб-сайт. URL: <https://navalpost.com/operation-moravid/> (accessed 10.05.2021).
18. Вудворд С. Фолклендская война. Симферополь : Доля, 2005. 416 с.

19. Perkins III J. B. The surface view: Operation Praying Mantis. *Proceedings*. 1989. Vol. 115/5. URL: <https://www.usni.org/magazines/proceedings/1989/may/surface-view-operation-praying-mantis> (accessed 10.05.2021).
20. Roblin S. The Navy's Largest Sea Battle Since World War II Was With Iran Mantis. *Nationalinterest.org* : веб-сайт. URL: <https://bitly.su/aGCRcLca> (accessed 10.05.2021).
21. Цыганок А. Д. Война на море в XXI веке. Оценка применения военно-морских сил в конфликтах нового тысячелетия. *Независимое военное обозрение* : веб-сайт. URL: https://nvo.ng.ru/concepts/2019-04-05/1_1040_war.html (дата звернення: 10.05.2021).
22. Странности морского боя 10 августа 2008 года. *Mil.press Flot* : веб-сайт. URL: https://flot.com/blog/katastrofa/?print=y&PAGEN_1=22 (дата звернення: 10.05.2021).
23. Потопление украинского пограничного катера у Мариуполя. *Livejournal.com* : веб-сайт. URL: <https://bmpd.livejournal.com/975932.html> (дата звернення: 10.05.2021).

Надійшла до редколегії 17.05.2021

Схвалена до друку 13.07.2021

Відомості про авторів:**Корендович Віктор Сисойович**

кандидат технічних наук доцент
професор кафедри Військово-Морських Сил
Національного університету оборони
України ім. І. Черняховського,
Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-2949-1870>

Кіріакіді Максим Вікторович

тимчасово виконуючий обов'язки
начальника Інституту Військово-Морських Сил
Національного університету
"Одеська Морська Академія",
Одеса, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-4050-3377>

Вдовицький Євгеній Анатолійович

ад'юнкт
Національного університету оборони
України ім. І. Черняховського,
Київ, Україна.
<https://orcid.org/0000-0003-0930-525X>

Information about the authors:**Viktor Korendovych**

Candidate of Technical Sciences Associate Professor
Professor of the Department of the Naval Forces
of the National Defence University of Ukraine
named after Ivan Cherniakhovskyi,
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-2949-1870>

Maksym Kiriakidi

Acting Chief
of the Naval Institute
of the National University
"Odesa Naval Academy",
Odesa, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-4050-3377>

Yevgenij Vdovitskyi

Doctoral Student
of the National Defence University of Ukraine
named after Ivan Cherniakhovskyi,
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-0930-525X>

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ПОРАЖАЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ ПРОТИВОКОРАБЕЛЬНЫХ РАКЕТ ПО МОРСКИМ ЦЕЛЯМ

В.С. Корендович, М.В. Кириакиди, Е.А. Вдовицкий

В работе на основе анализа опыта боевого применения противокорабельных ракет по надводным боевым кораблям в вооруженных конфликтах современности рассмотрена проблема оценки поражающего действия противокорабельных ракет и вероятность поражения ими. Предложена формула для определения среднего количества ракет эквивалентных ПКР типа "Нептун" попадание которых в корабль приводит к выводу его из строя.

Ключевые слова: противокорабельные ракеты, поражающие свойства, вероятность, поражение, корабль.

PRACTICAL ASPECTS OF EVALUATION OF EFFICIENCY OF ANTI-SHIP CRUISE MISSILES AGAINST SURFACE TARGETS

V. Korendovych, M. Kiriakidi, Ye. Vdovitskyi

Providing the Navy with anti-ship cruise missiles (ASCMs) remains the trend for most maritime powers. The missiles themselves, since the first cruise missile was fired in the Arab-Israeli War of 1967, have undergone a significant evolutionary path of development, in particular: their geometric dimensions and the warhead weight have decreased; the ability of homing system was improved; the missiles have the ability to be used in the big salvo against a strong enemy. At the same time, the experience of armed conflicts shows that the use even of a limited number of ASCMs in combat ensures the achievement of the purpose of a missile strike. The planners during the preparation of ASCM engagement continue to solve the problem of determining the number of missiles that should be fired at the enemy to ensure a guaranteed result. They take into account a set of factors that affect the solution of the problem. The factors can be divided into three main groups: determining the number of ASCMs that hit the target and put it out of action (or sink); determining the number of ASCMs that can be diverted from the main target by means of Counter-Electronic Warfare, camouflage, etc.; determining the number of ASCMs that may be affected by Air Defence. The article examines in detail the problem of assessing the missile's impact on the target, which it hit, based on a statistical analysis of the raw data of ASCM's used against surface warships in modern conflicts. The adoption of the Neptune cruise missile system by the Armed Forces of Ukraine highlights this problem. The authors substantiate the rationality of the missile warhead weight, the impact of which in a modern warship or civilian ship leads to out of action. A functional relationship between the average number of ASCM (normalized to Neptune missile equivalents - NME), the hit of which in the target leads to put it out of action, has been proposed.

Keywords: anti-ship missiles, striking properties, probability, defeat, ship.