

УДК 001.891.57::623.418.2

С.П. Ярош, К.В. Закутін, А.М. Савельєв, А.Ф. Макаров

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків

РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ ВОГНЕВИХ ПІДРОЗДІЛІВ ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК, ОЗБРОЄНИХ ЗЕНІТНИМИ РАКЕТНИМИ КОМПЛЕКСАМИ ІНОЗЕМНОГО ВИРОБНИЦТВА

У статті проведено аналіз просторових характеристик зон виявлення та поразення зенітних ракетних комплексів іноземного виробництва. З урахуванням отриманих результатів на основі геоінформаційної системи "Аргумент-2015" розроблені моделі вогневих підрозділів зенітних ракетних військ, озброєних досліджуваними комплексами.

Ключові слова: зенітний ракетний комплекс, радіолокаційна станція, зона виявлення, зона поразення, модель.

Вступ

Постановка проблеми. Створення імітаційних моделей для визначення ефективності підрозділів протиповітряної оборони пов'язано з необхідністю максимально точно відобразити процеси виявлення та знищення цілей. Це у свою чергу потребує адекватного моделювання зон виявлення та поразення зенітних ракетних комплексів (ЗРК). Для комплексів, які стоять на озброєнні ЗРВ Повітряних Сил (ПС) Збройних Сил (ЗС) України, це завдання успішно вирішене в багатьох імітаційних моделях [4]. Інша ситуація складається коли необхідно створити модель іноземного ЗРК.

Аналіз літератури. Аналіз доступних джерел показав, що в них у явному вигляді відсутні описи просторових характеристик зон виявлення та поразення зенітних ракетних комплексів, пропозиції щодо яких присутні на світовому ринку озброєння [10]. Разом з цим в окремих виданнях присутні відомості щодо окремих показників, які зазначені зони характеризують [1, 2, 5 – 7, 9]. Найчастіше це дальня та ближня, верхня та нижня межі зон виявлення та поразення, набагато рідше вказується максимальний параметр руху цілі. При цьому, як правило, показники, що характеризують зону поразення, наводяться для умов ведення стрільби на зустрічних курсах і без зазначення швидкості цілі та залежності відповідних дальностей від висоти польоту цілі.

Тобто, проаналізовані роботи кожна окремо не дають можливості створення адекватної моделі вогневого підрозділу, озброєного визначеним зенітним ракетним комплексом. Хоча в рамках певних припущень і гіпотез на основі проаналізованої сукупності інформаційних джерел [3, 8] зазначені моделі можуть бути створені та застосовані для моделювання процесу бойового застосування підрозділів ЗРВ, озброєних перспективними типами ЗРК.

Метою статті є висвітлення результатів розробки на основі геоінформаційної системи моделей вогневих підрозділів зенітних ракетних військ, озброєних зенітними ракетними комплексами іноземного виробництва.

Основна частина

Оцінювання ефективності бойових дій підрозділів ЗРВ, озброєних різнотипними ЗРК, за розробленими тактичними ситуаціями може бути проведене з використанням комплексу моделей, реалізованих на основі геоінформаційної системи (ГІС) [11] (рис. 1).

Однією з основних складових даного комплексу моделей є модель вогневого підрозділу ЗРВ (військ ППО СВ), озброєного одним із ЗРК (ЗРГК), що аналізується як претендент для включення до складу перспективного парку зенітного ракетного озброєння країни.

Головним елементом даної моделі є процедури побудова зон виявлення та поразення ЗРК у залежності від висоти польоту цілей.

Враховуючи відсутність точних даних про характеристичні точки зон виявлення та поразення для іноземних комплексів через конфіденційність даної інформації побудову апроксимованих зон можливо здійснити за наявними у відкритих джерелах презентаційними даними та даними за результатами полігонних випробувань і бойового застосування ЗРК у ході локальних війн і збройних конфліктів. Схема апроксимації зон виявлення та поразення ЗРК для стрільби по цілях, що рухаються з нульовим параметром на зустрічному курсі, наведена на рис. 2.

У ЗРК великої дальності (ВД) FD-2000 (HQ-9) виявлення цілей здійснюється радіолокатором підсвічування та наведення (РПН) НТ-233 і низьковисотним виявлювачем (НВВ) Тип-120. Характеристики зони виявлення РПН наведені у табл. 1, зона виявлення представлена на рис. 3.

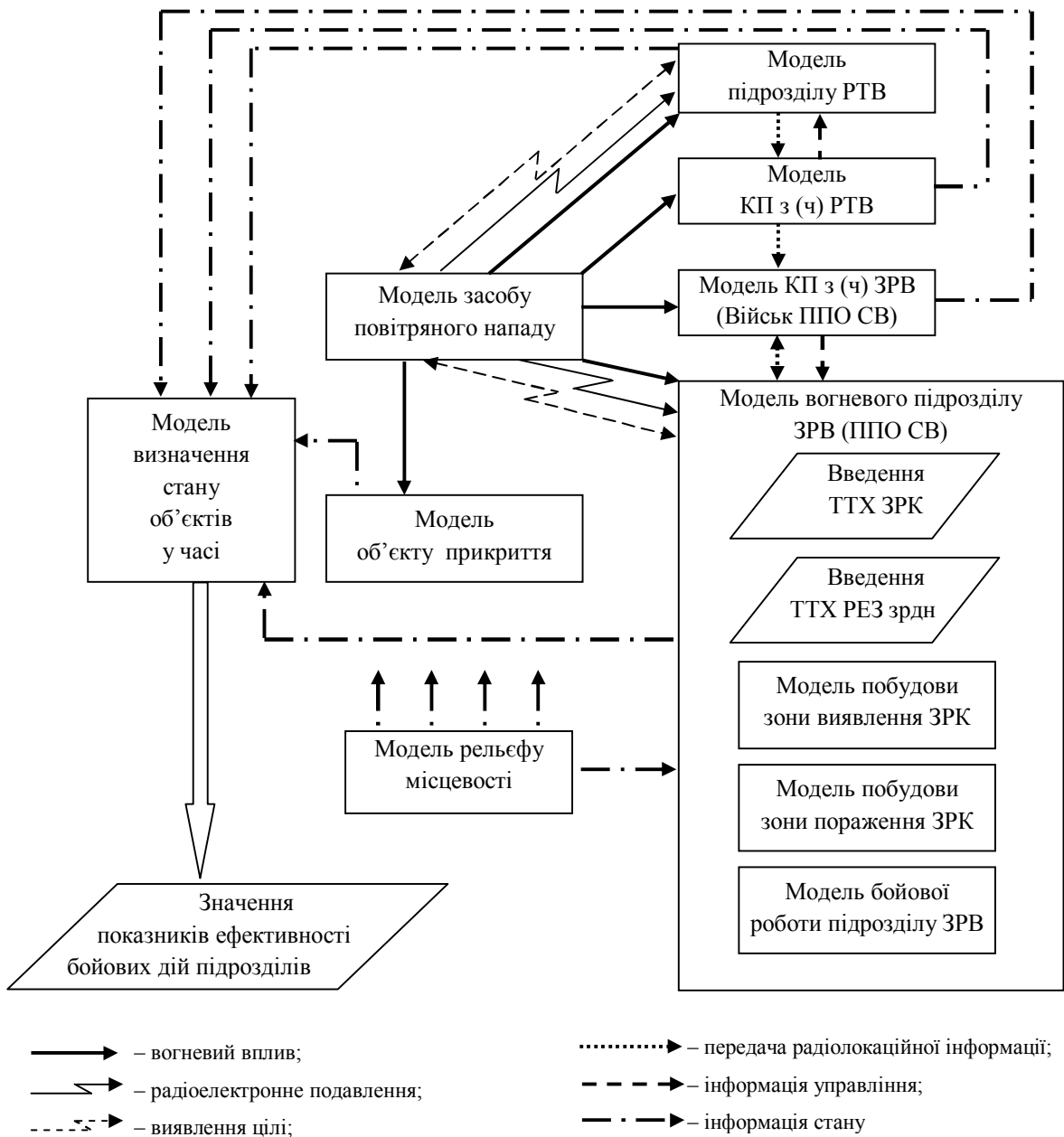


Рис. 1. Модель оцінювання ефективності бойових дій зенітних ракетних підрозділів

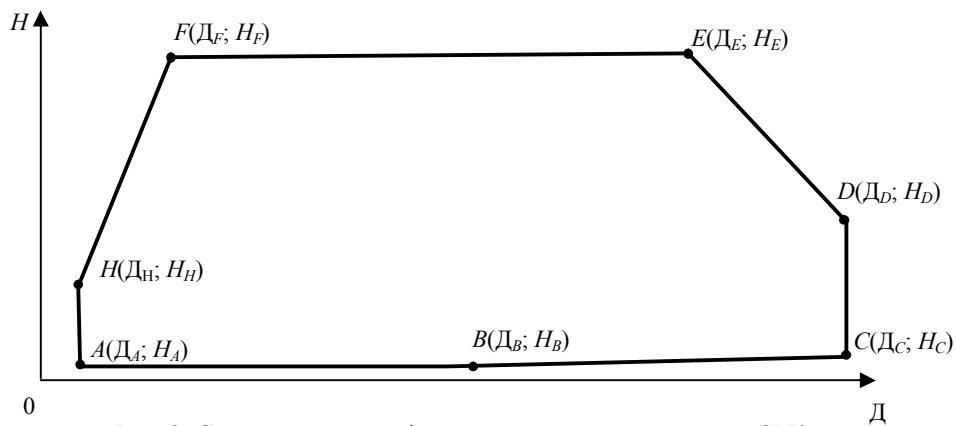


Рис. 2. Схема апроксимації зон виявлення та поразення ЗРК

У табл. 2 представлені характеристики зони поразення ЗРК FD-2000 (HQ-9), а на рис. 4 відображений вертикальний переріз зони поразення даного комплексу для ракети-копії російської зенітної керованої ракети (ЗКР) 48Н6Е.

У ЗРК середньої дальності (СД) "Patriot" (МІМ-104С) виявлення цілей, як і їх супроводження через ракету здійснюється радіолокаційною станцією (РЛС) AN/MPQ-53. Характеристики зони виявлення даної РЛС наведені в табл. 3, зона виявлення представлена на рис. 5.

У табл. 4 представлені характеристики зони поразення ЗРК "Patriot" (РАС-2), а на рис. 6 відображений вертикальний переріз зони поразення даного комплексу для ракети МІМ-104С фірми "Raytheon".

Таблиця 1

Характеристика зони виявлення цілей для РПН НТ-233

Характеристики	Значення характеристик									
	$h_{ц}, м$	25	25	150	1 000	10 000	22 000	27 000	30 000	28 000
$D_{вияв}, км$	5	30	59	140	145	145	140	80	13	5

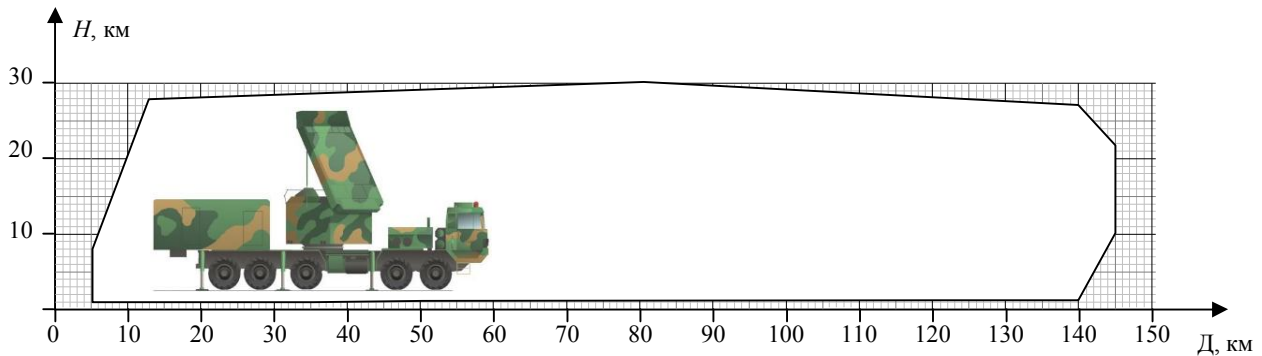


Рис. 3. Вертикальний переріз зони виявлення РПН НТ-233 ЗРК FD-2000 (HQ-9)

Таблиця 2

Характеристика зони поразення ЗРК FD-2000 (HQ-9)

Характеристики	Значення характеристик								
	$h_{ц}, м$	25	150	1 000	10 000	16 000	17 000	18 000	20 000
$D_{д}, км$	22	50	120	125	124,2	124	115	60	
$D_{б}, км$	6	6	2,5	3,2	4	5	7	—	

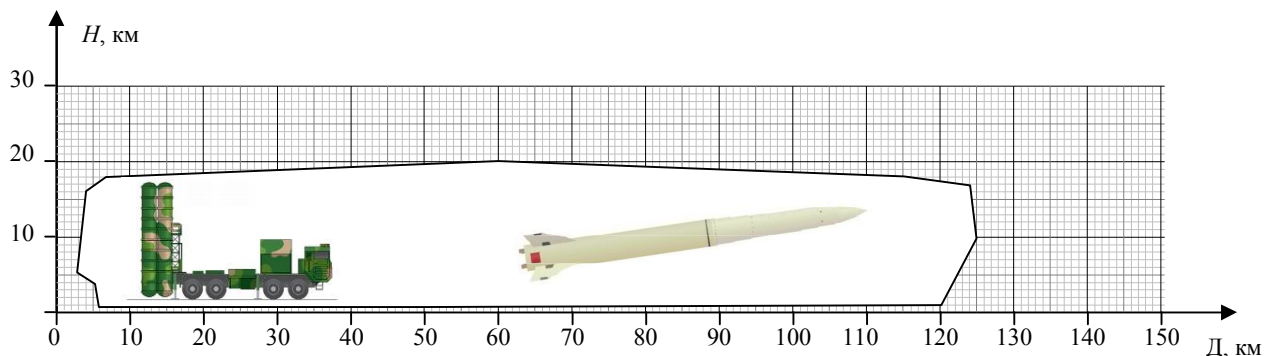


Рис. 4. Вертикальний переріз зони поразення ЗРК FD-2000 (HQ-9) аеродинамічних цілей

Таблиця 3

Характеристика зони виявлення цілей для РЛС AN/MPQ-53

Характеристики	Значення характеристик									
	$h_{ц}, м$	60	100	1 000	2 000	10 000	21 000	27 000	30 000	28 000
$D_{вияв}, км$	35	50	140	165	170	170	160	80	7	2

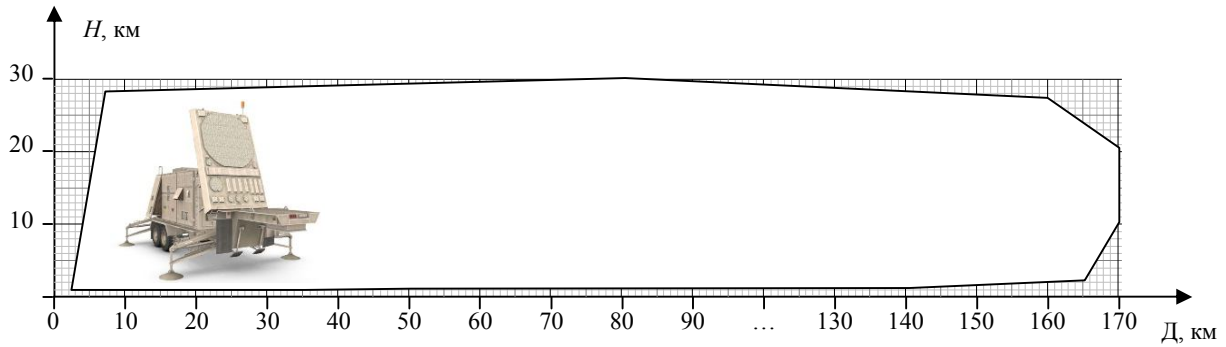


Рис. 5. Вертикальний переріз зони виявлення багатofункціональної РЛС AN/MPQ-53 ЗПК “Patriot”

На рис. 7 представлені зони виявлення і зовнішній вигляд РЛС ЗПК СД. При цьому у ЗПК “Kai Shan-1” виявлення цілей, як і їх супроводження через ракету здійснюється РЛС SJ-231, у ЗПК “Spyder-MR” – РЛС EL/M-2084, у ЗПК “Chu-SAM” виявлення цілей, як і їх супроводження здійснюється багатofункціональною РЛС фірми Toshiba. У табл. 5 наведені характеристики зон виявлення даних РЛС, які покладені в основу створення моделей ЗПК.

На рис. 8 відображений вертикальний переріз зон поразення ЗПК СД, зовнішній вигляд пускових установок комплексів і ЗПК, які в них застосовуються. Слід зазначити, що в ЗПК “Spyder-MR” застосовуються ракети двох типів з радіолокаційною (“Derby”) та інфрачервоною (“Python 5”) головками самонаведення фірми “Rafael”. На рис. 8 наведений переріз зони поразення для ракети з радіолокаційною головкою наведення.

На рис. 9 представлені зони виявлення і зовнішній вигляд РЛС ЗПК малої дальності (МД). При цьому в ЗПК NASAMS-HML виявлення цілей як і їх супроводження здійснюється багатofункціональною РЛС AN/TPQ-64, у ЗПК IRIS-T-SLM – багатofункціональною РЛС “Giraffe AMB”, у ЗПК “Сти-

лет” – станцією виявлення цілей бойової машини T381, у ЗПК VL MICA – станцією виявлення цілей TRML-3D, у ЗПК “Spyder-SR” – виявлення цілей, як і їх супроводження через ракету здійснюється РЛС EL/M 2106NG. У табл. 5 наведені характеристики зон виявлення даних РЛС, які покладені в основу створення моделей ЗПК МД.

На рис. 10 відображений вертикальний переріз зон поразення ЗПК МД, зовнішній вигляд пускових установок комплексів та зенітних керованих ракет, які в них застосовуються: ЗПК NASAMS-HML – ракета AIM-120A фірми “Hughes Aircraft Co”; ЗПК IRIS-T-SLM – ракета IRIS-T фірми “Diehl BGT Defence”; ЗПК “Стилет” – ракета T382 розробленої КБ “Луч”; ЗПК VL MICA – ракета MICA фірми MBDA. Слід зазначити, що в ЗПК “Spyder-MR” застосовуються ракети двох типів з радіолокаційною (“Derby”) та інфрачервоною (“Python 5”) головками самонаведення фірми “Rafael” (на рис. 10 наведений переріз зони поразення для ракети з радіолокаційною головкою наведення).

У табл. 5 представлені характеристики зони поразення ЗПК, які покладені в основу створення моделей ЗПК МД.

Таблиця 4

Характеристика зони поразення ЗПК “Patriot” (MIM-104C)

Характеристики	Значення характеристик						
	60	300	1 500	3 000	20 000	24 000	25 000
$h_{цб}$, м	60	300	1 500	3 000	20 000	24 000	25 000
D_d , км	40	80	80	80	80	70	40
D_b , км	3	3	2,5	2	2,9	3	

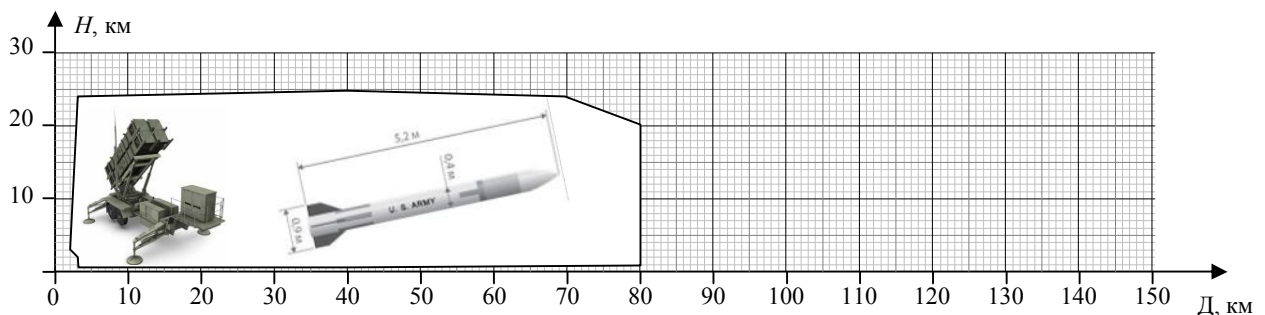


Рис. 6. Вертикальний переріз зони поразення ЗПК “Patriot” аеродинамічних цілей ЗПК MIM-104A

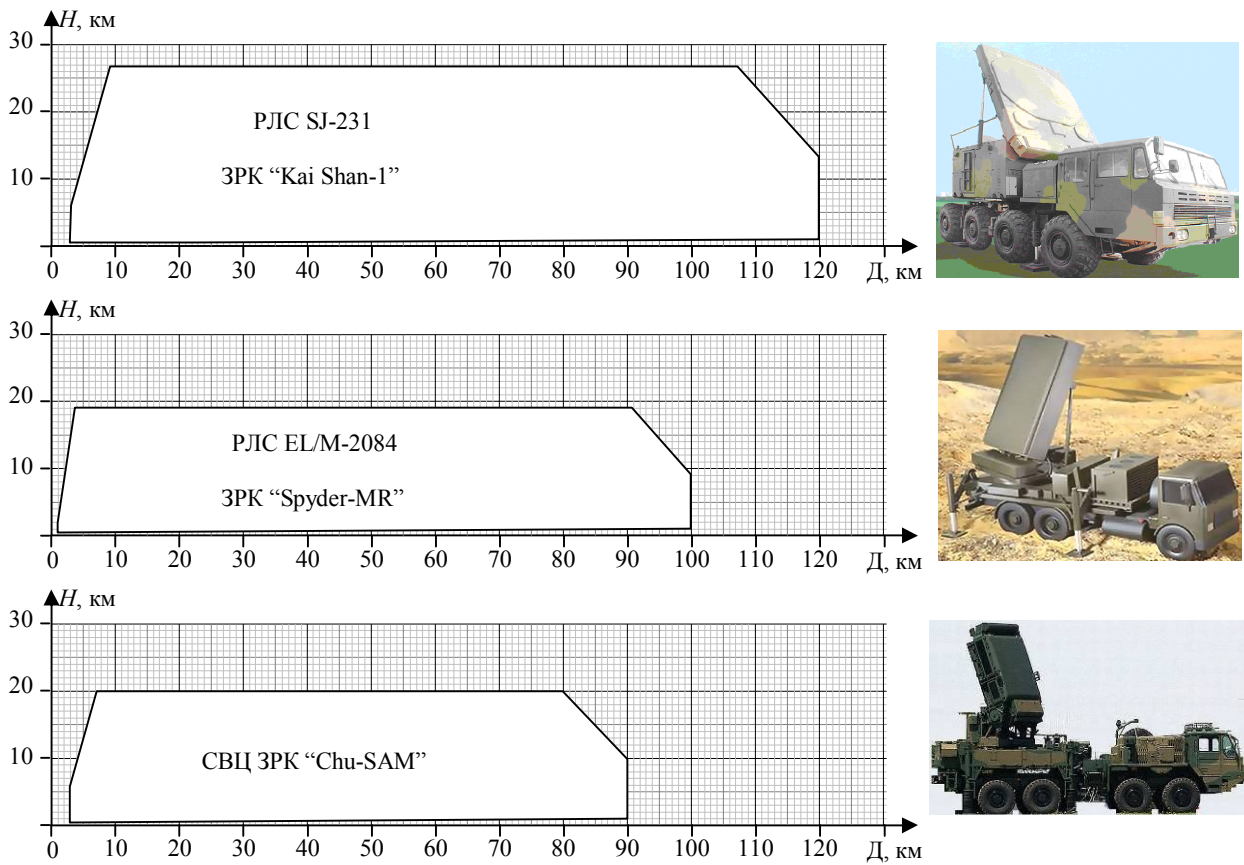


Рис. 7. Вертикальний переріз зон виявлення ЗПК СД

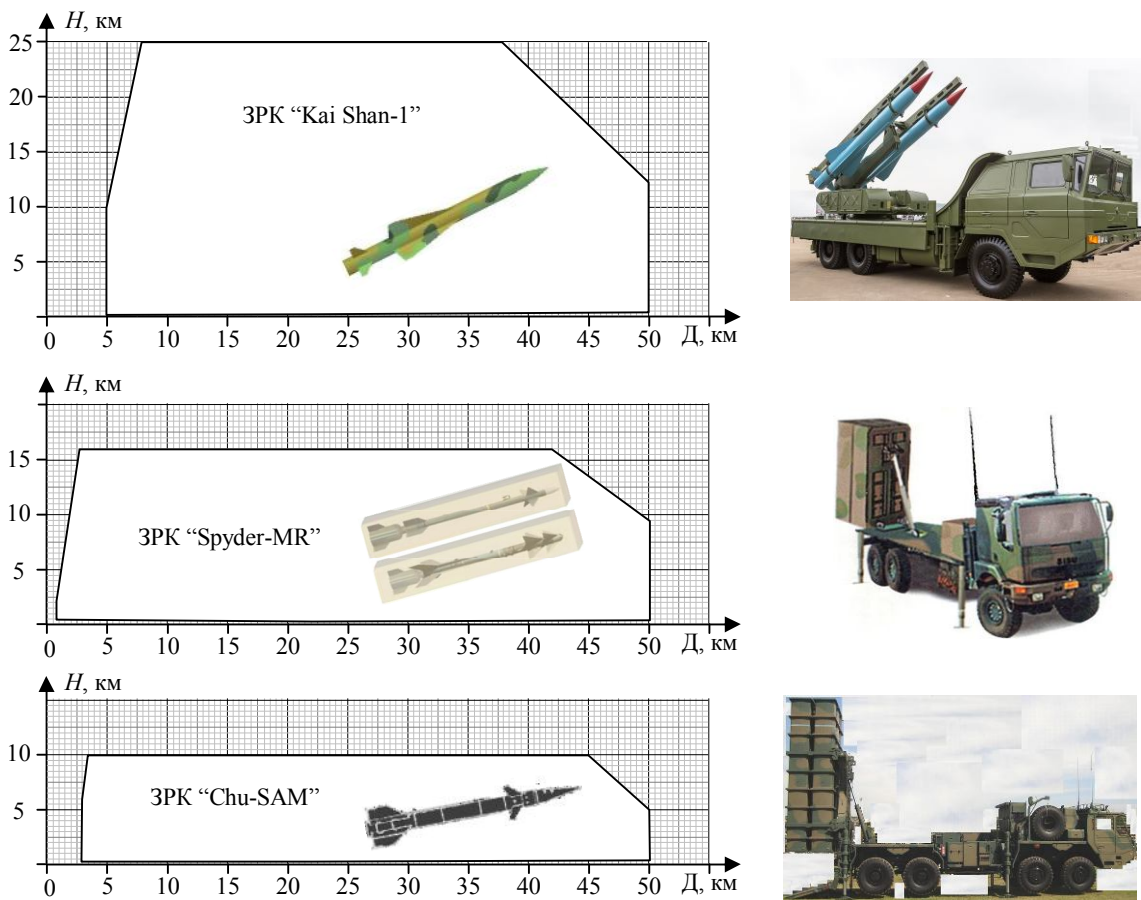


Рис. 8. Вертикальний переріз зон поразення ЗПК СД аеродинамічних цілей ($V_c = 300$ м/с)

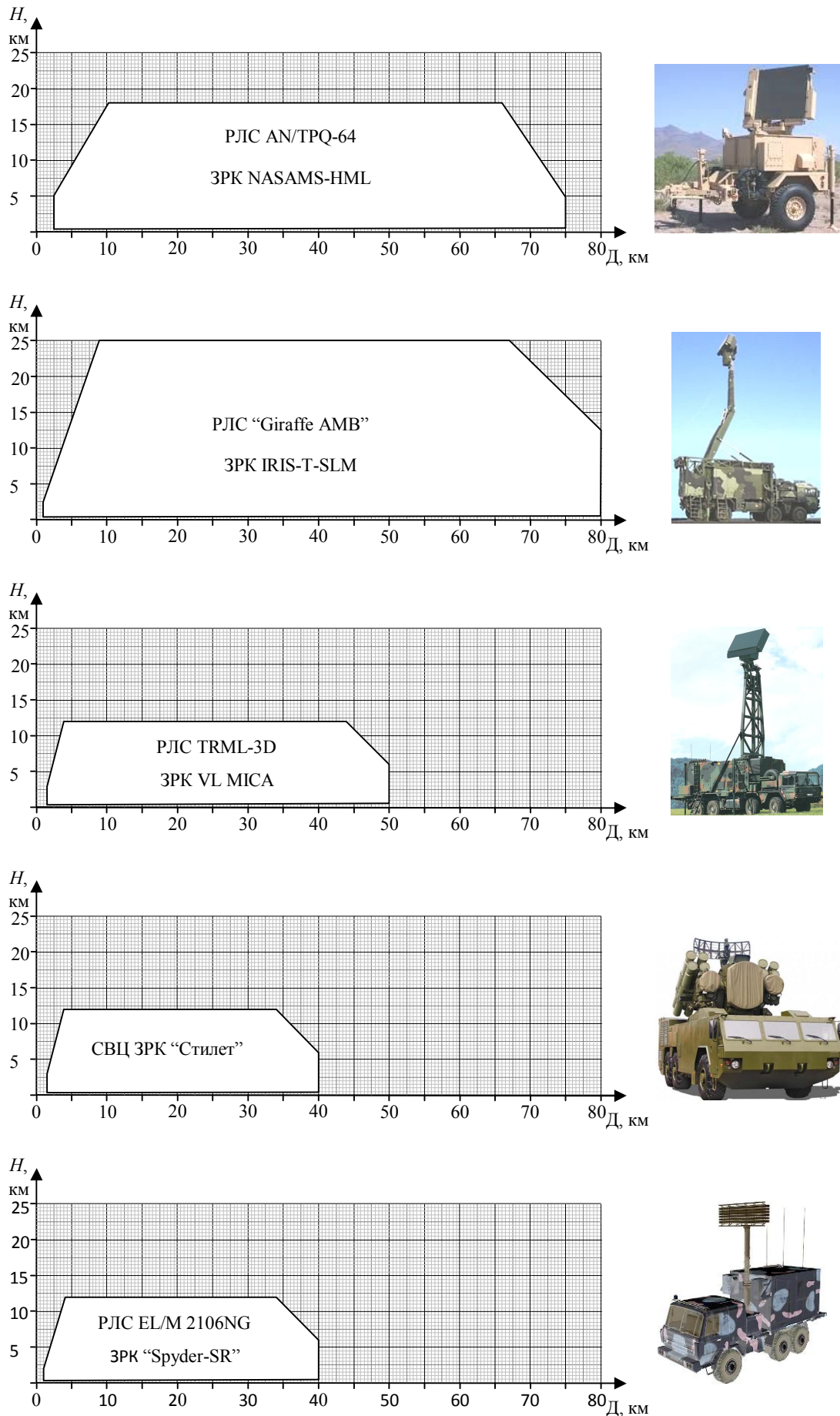


Рис. 9. Вертикальний переріз зон виявлення РЛС ЗРК МД

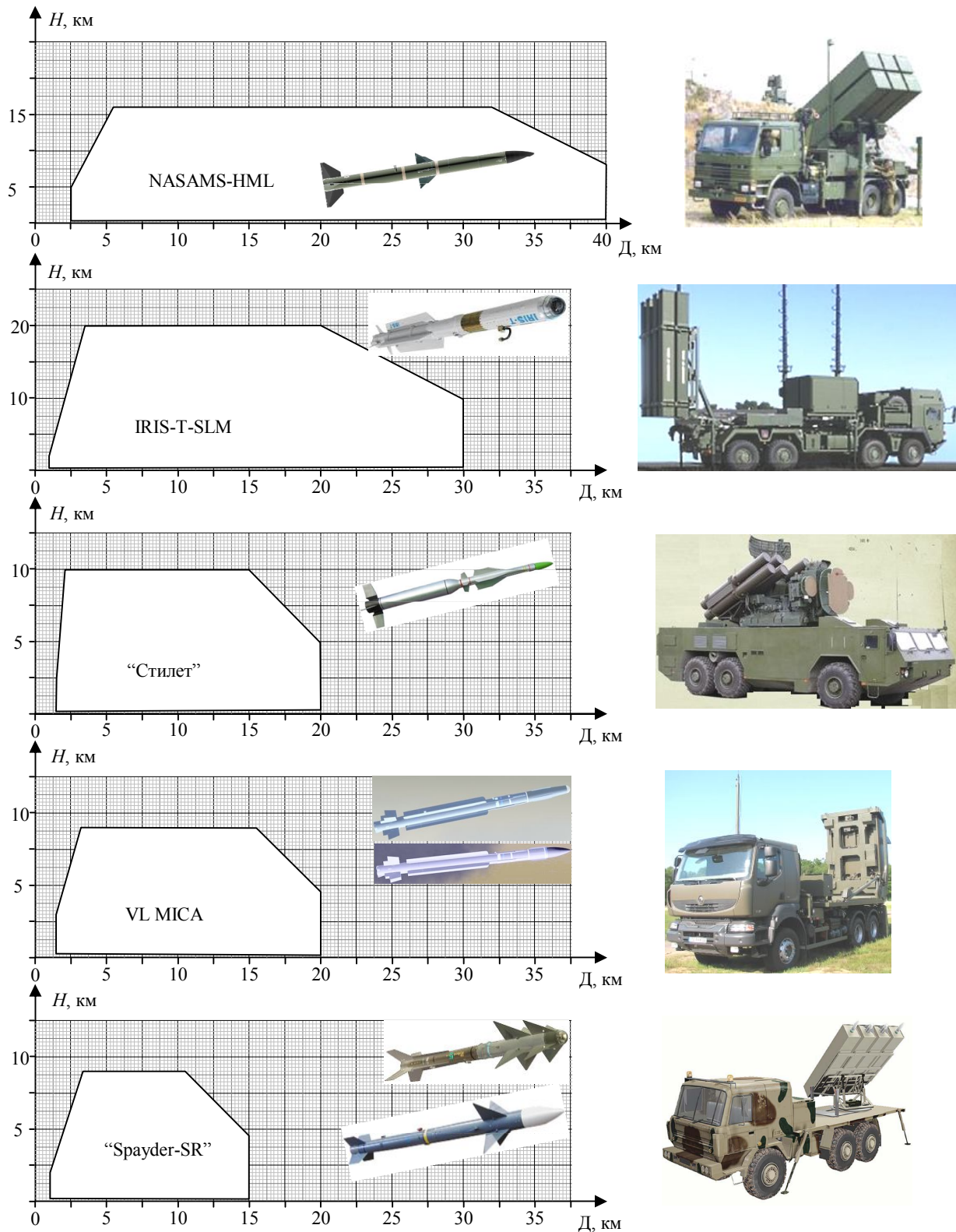


Рис. 10. Вертикальний переріз зон поразення ЗРК МД аеродинамічних цілей ($V_{ц} = 300$ м/с)

При побудові зон виявлення ЗРК прийняті такі припущення: ефективна площа розсіювання цілі прийнята рівною 1 м^2 ; швидкість цілей прийнята рівною 300 м/с ; для ЗРК, які заявлені як спроможні знищувати балістичні цілі у випадку відсутності даних про максимальну висоту виявлення цілей при її визначенні враховуються такі параметри: макси-

мальна висота зони поразення ЗРК; швидкість цілі – 1000 м/с ; робітний час обслуги при роботі по балістичних цілях – згідно тактико-технічних характеристик (ТТХ), швидкість польоту ракети комплексу – згідно ТТХ; апроксимація ліній, що з'єднують характеристичні точки зони виявлення здійснюється прямою.

При побудові зон поразення ЗРК прийняті такі припущення та обмеження: максимальний параметр, за якого можливий обстріл цілі, не змінюється в залежності від висоти; ефективна площа розсіювання цілі прийнята рівною 1 м^2 ; швидкість цілей прийнята рівною 300 м/с ; апроксимація ліній, що з'єднують характеристичні точки зони поразення здійснюється прямою; зона поразення навздогін будується як похідна від зон поразення назустріч з урахуванням забезпечення зустрічі ракети з ціллю після переслідування в межах зони поразення; дальня межа зони поразення навздогін залежить від висоти польоту

цілі ($h_{ц}$) і визначається для нульового параметра з урахуванням умови

$$D_{п.навзд}(h_{ц}) \leq D_{п.навзд \max}(h_{ц}) = D_{д.зустр \max}(h_{ц}) \cdot (V_p - V_{ц}) / (V_p - V_{ц}(t_{роб} + t_{м.п})),$$

де $D_{п.навзд}(h_{ц})$ – віддалення точки пуску при стрільбі навздогін; $D_{п.навзд \max}(h_{ц})$ – максимально можливе віддалення точки пуску при стрільбі навздогін; V_p , $V_{ц}$ – швидкості ракети та цілі відповідно; $t_{роб}$ – робітний час підрозділу ЗРВ; $t_{м.п}$ – інтервал між півсами ракет у черзі.

Таблиця 5

Значення характеристичних точок для побудови зон виявлення та поразення ЗРК

Значення характеристик дальності (Д) та висоти (Н) в характеристичних точках зон виявлення та поразення ЗРК (рис. 2)													
D_A	H_A	D_B	H_B	D_C	H_C	D_D	H_D	D_E	H_E	D_F Кут місця	H_F	D_H	H_H
"Kai Shan-1" зона виявлення РЛС SJ-231													
3 000	50	22 000	50	120 000	700	120 000	13 150	106 850	27 000	9 827 К.м.80	27 000	3 000	6 000
"Kai Shan-1" зона поразення													
5 000	100	22 000	100	50 000	140	50 000	12 430	37 570	25 000	7 600 К.м.73	25 000	5 000	10 000
"Spyder-MR" зона виявлення РЛС EL/M-2084													
1 000	20	16 000	20	100 000	500	100 000	9 250	90 750	19 000	3 350 К.м.80	19 000	1 000	2 000
"Spyder-MR" зона поразення													
1 000	20	16 000	20	50 000	105	50 000	7 948	42 053	16 000	2 821 К.м.80	16 000	1 000	2 000
"Chu-SAM" зона виявлення													
3 000	25	18 000	25	90 000	390	90 000	9 805	80 195	20 000	7 279 К.м.70	20 000	3 000	6 000
"Chu-SAM" зона поразення													
3 000	25	18 000	25	50 000	100	50 000	4 950	45 050	10 000	3 640 К.м.70	10 000	3 000	6 000
NASAMS-HML зона виявлення РЛС AN/TPQ-64													
2 500	30	14 000	30	75 000	280	75 000	8 860	66 140	18 000	10 392 К.м.60	18 000	2 500	5 000
NASAMS-HML зона поразення													
2 500	30	14 000	30	40 000	70	40 000	7 965	32 035	16 000	5 824 К.м.70	16 000	2 500	5 000
IRIS-T-SLM зона виявлення РЛС "Giraffe AMB"													
1 000	15	30 000	15	80 000	250	80 000	12 375	67 625	25 000	9 099 К.м.70	25 000	1 000	2 000
IRIS-T-SLM зона поразення													
1 000	15	30 000	15	30 000	15	30 000	9 993	20 008	20 000	7 279 К.м.70	20 000	1 000	2 000
"Стилет" зона виявлення													
1 500	25	27 000	25	40 000	60	40 000	5 970	34 030	12 000	4 368 К.м.70	12 000	1 500	3 000
"Стилет" зона поразення													
1 500	25	14 000	25	20 000	30	20 000	4 985	15 015	10 000	2 126 К.м.78	10 000	1 500	3 000
VL MICA зона виявлення РЛС TRML-3D													
1 500	10	29 000	10	50 000	75	50 000	5 963	44 038	12 000	4 368 К.м.70	12 000	1 500	3 000
VL MICA зона поразення													
1 500	10	2 000	10	20 000	10	20 000	4 495	15 505	9 000	3 276 К.м.70	9 000	1 500	3 000

ДА	НА	ДВ	НВ	ДС	НС	ДД	НД	ДЕ	НЕ	ДФ	НФ	ДН	НН
“Sprayder-SR” зона виявлення РЛС EL/M 2106NG													
1 000	20	26 000	20	40 000	45	40 000	5 978	34 023	12 000	4 368 К.м.70	12 000	1 000	2 000
“Sprayder-SR” зона поразення													
1 000	20	15 000	20	15 000	20	15 000	4 490	10 510	9 000	3 276 К.м.70	9 000	1 000	2 000

Отже, проведені дослідження дозволили в системі прийнятих припущень і обмежень побудувати моделі вогневих підрозділів ЗРВ, озброєних сучасними ЗРК, пропозиції щодо яких присутні на світовому ринку. Безумовно, отримані результати потребують уточнення і удосконалення на основі надходження нових даних про розвідувальні та вогневі можливості підрозділів, озброєних досліджуваними комплексами.

Авторський колектив буде вдячний всім хто може допомогти в проведенні такої роботи.

Висновки

1. У статті висвітлені результати розробки на основі геоінформаційної системи моделей вогневих підрозділів зенітних ракетних військ, озброєних зенітними ракетними комплексами іноземного виробництва.

2. Розроблені моделі можуть бути використані при оцінюванні ефективності вогневих підрозділів зенітних ракетних військ, озброєних іноземним зенітними ракетними комплексами при визначенні варіантів формування перспективного парку зенітного ракетного озброєння ПС ЗС України.

3. Напрямок подальших досліджень є уточнення наявних і створення нових моделей ЗРК і РЛС, реалізованих на основі ГПС “Аргумент-2015”.

Список літератури

1. Бастион :Военно-техн. сборник. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://bastion-karpenko.ru>.
2. Василиш Н.Я. Зенитные ракетные комплексы : справочное издание / Н.Я. Василиш, А.Л. Гуринович. – Мн.: Попурри, 2001. – 463 с.

3. Довідник з протиповітряної оборони / А.Я. Торочин, І.О. Романенко, Ю.Г. Даник та ін. – Х.: ВАТ „Видавництво „Харків”, 2003. – 368 с.

4. Моделирование боевых дій зенитного ракетного підрозділу : підручник / С.П. Ярош, М.О. Єрмошин, Г.А. Дробаха та ін. – Х.: ХУПС, 2014. – 380 с.

5. Ракетная техника / Информационно-новостная система [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://rbase.new-factoria.ru/news/>.

6. Офіційний сайт компанії Rafael Advanced Defense Systems Ltd [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.rafael.co.il/Marketing/186-704-en/Marketing.aspx>.

7. Сайт Deagel.com [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.deagel.com/Air-Defense-Systems>.

8. Справочник офіцера воздушно-космической обороны / Ю.Г. Аношко, И.Р. Аиурбейли, О.Р. Балаян и др.; под ред. С.К. Бурмистрова. – Тверь: ВА ВКО, 2006. – 564 с.

9. Федосеев С. ЗРК “Патриот” (МІМ-104) в ходе войны в персидском заливе / С. Федосеев // Вооруженные силы стран мира. – М.: “Иглосс Эдишинс”, 2013. – № 7. – С. 3–4.

10. Ярош С.П. Обґрунтування підходу до розробки методики порівняльного оцінювання зенітних ракетних комплексів / С.П. Ярош // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Х.: ХУПС, 2014. – Вип. 4 (41). – С. 3–7.

11. Ярош С.П. Оцінювання ефективності бойових дій підрозділів ЗРВ, озброєних іноземними ЗРК, з використанням імітаційних моделей, реалізованих на основі геоінформаційної системи “Аргумент-2015”: тези допов. XI наук. конф. [Новітні технології – для захисту повітряного простору], (Харків, 08 – 09 квітня 2015 р.) / С.П. Ярош, А.Ф. Макаров, А.М. Савельєв // Збірник тез доповідей Харківського університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба. – Х.: ХУПС, 2015. – С. 111.

Надійшла у редколегію 05.08.2015

Рецензент: д-р військ. наук, проф. Г.А. Дробаха, Національна академія Національної гвардії України, Харків.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ОГНЕВЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ЗЕНИТНЫХ РАКЕТНЫХ ВОЙСК, ВООРУЖЕННЫХ ЗЕНИТНЫМИ РАКЕТНЫМИ КОМПЛЕКСАМИ ИНОСТРАННОГО ПРОИЗВОДСТВА

С.П. Ярош, К.В. Закутин, А.Н. Савельев, А.Ф. Макаров

В статье проведен анализ пространственных характеристик зон обнаружения и поражения зенитных ракетных комплексов иностранного производства. С учетом полученных результатов на основе геоинформационной системы “Аргумент-2015” разработаны модели огневых подразделений зенитных ракетных войск, вооруженных исследуемыми комплексами.

Ключевые слова: зенитный ракетный комплекс, радиолокационная станция, зона обнаружения, зона поражения, модель.

MODELLING UNITS FIRING ANTI-AIRCRAFT MISSILE TROOPS ARMED ANTI-AIRCRAFT MISSILE COMPLEXES FOREIGN PRODUCTION

S.P. Yarosh, K.V. Zakutin, A.N. Savelyev, A.F. Makarov

In article analysis of the spatial characteristics of zones of detection and destruction of anti-aircraft missile complexes for foreign production. In view of the results based on of geoinformation system “Argument-2015”, developed models firing units of anti-aircraft missile troops armed with complexes that were examined.

Keywords: anti-aircraft missile complex, radar, detection zone, affected area, model.