

ПИТАННЯ РОЗВИТКУ ПЕРСПЕКТИВНИХ ЗАСОБІВ ПОВІТРЯНОГО НАПАДУ

[DOI 10.33099/2786-7714-2024-1-6-63-72](https://doi.org/10.33099/2786-7714-2024-1-6-63-72)

[УДК 623.46](#)

Каплюк Олександр Миколайович

<https://orcid.org/0000-0002-9449-5395>

Гончаренко Євген Володимирович (доктор філософії)

<https://orcid.org/0000-0001-7654-6083>

Печененко Олег Михайлович

<https://orcid.org/0009-0008-9925-3089>

Чернов Сергій Вікторович

<https://orcid.org/0009-0008-0187-1162>

Національний університет оборони України, Київ, Україна

АДАПТАЦІЯ ЛІТАКІВ ТАКТИЧНОЇ АВІАЦІЇ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ ДЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ ІНОЗЕМНИХ АВІАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ КЛАСУ “ПОВІТРЯ- ПОВЕРХНЯ”

Після надходження в Україну зразків авіаційних засобів ураження, що стоять на озброєнні країн-членів НАТО, постало завдання стосовно необхідності їхньої інтеграції в системи авіаційного озброєння наявного парку літаків Повітряних Сил Збройних Сил України радянського виробництва. Це викликало низку технічних і наукових завдань. Поступове їх вирішення у процесі адаптації літаків тактичної авіації для застосування зразків іноземних авіаційних засобів ураження класу “повітря-поверхня” підняло питання про подальше розширення номенклатури таких зразків авіаційних засобів ураження з метою підвищення спроможностей Повітряних Сил.

У статті визначено зразки іноземних авіаційних засобів ураження класу “повітря-поверхня”, обладнаних аеродинамічними комплектами із супутниковим наведенням різних модифікацій, некеровані авіаційні ракети, обладнані комплектами лазерного наведення та крилаті ракети повітряного базування, які доцільно інтегрувати в системи озброєння літаків тактичної авіації.

Отримані наукові результати дають змогу розширити та доповнити вже існуючі дані про способи адаптації повітряних суден радянського виробництва для застосування іноземних авіаційних засобів ураження та номенклатуру авіаційних засобів ураження, які здатні застосовувати літаки типів МіГ-29, Су-27, Су-25 та Су-24 для ураження наземних цілей.

Ключові слова: авіаційні засоби ураження, авіаційні засоби ураження класу “повітря-поверхня”, адаптація літаків, авіаційні бомби, некеровані авіаційні ракети, керовані авіаційні ракети, крилаті ракети.

Вступ

Для відбиття повномасштабного вторгнення збройних сил російської федерації на початку 2022 року були активно залучені підрозділи та частини Повітряних Сил Збройних Сил України (далі – ПС ЗС України) для виконання бойових завдань із прикриття повітряного простору та ураження наземних цілей противника. Парк літаків тактичної авіації ПС ЗС України складається з літаків типів МіГ-29, Су-27, Су-25 та Су-24, які для виконання зазначених завдань застосовували штатні авіаційні засоби ураження (далі – АЗУ) виробництва часів радянського союзу. Враховуючи, що російсько-українська війна триває з 2014 року запаси таких АЗУ потребують поповнення.

З метою підтримання і нарощення спроможностей ПС ЗС України з виконання бойових завдань, вищим керівництвом держави було прийнято рішення щодо пошуку шляхів поповнення запасів АЗУ.

Окрім АЗУ радянського виробництва в Україну почали надходити іноземні АЗУ, внаслідок чого постало завдання щодо необхідності їх інтеграції в систему авіаційного озброєння наявного парку літаків радянського виробництва, що зумовило появу низки технічних і наукових завдань. Поступове їх вирішення в ході адаптації літаків тактичної авіації для застосування зразків АЗУ класу “повітря-поверхня” іноземного виробництва, що станом на сьогодні надійшли в Україну, підняло питання про подальше розширення номенклатури таких зразків

АЗУ для підвищення спроможностей тактичної авіації ПС ЗС України.

Питанню інтеграції АЗУ іноземного виробництва в систему озброєння літаків тактичної авіації ПС ЗС України присвячена певна кількість наукових публікацій [1–3].

У статті [1] проведено аналіз основних тенденцій розвитку тактичних літаків-бомбардувальників, які знайшли відображення під час розроблення літаків 5-го покоління в передових авіаційних державах і визначено основні цілі модернізації літака Су-24М, зокрема, розширення номенклатури АЗУ (використання високоточних АЗУ іноземного виробництва).

У [2] визначено, що перспективним напрямом нарощування бойових можливостей і розширення умов бойового застосування літаків типів МіГ-29 та Су-27 є заміна застарілого озброєння й розширення номенклатури АЗУ. Стверджується, що проведення таких заходів забезпечить підвищення ефективності ураження цілей завдяки застосуванню керованих авіаційних ракет та корегованих авіабомб, що діють за принципом “пустив-забув”.

У джерелі [3] здійснено аналіз існуючих зразків іноземних баражуючих боеприпасів, розглянуті їх потенційні можливості у процесі використання на сучасному театрі бойових дій.

У [4–6] наведено спосіб адаптації літаків типів МіГ-29 та Су-27 для застосування ракет класу “повітря-поверхня” AGM-88 HARM та їх основні характеристики.

У [7–11] розглянуто спосіб адаптації літаків типів МіГ-29 та Су-27 для застосування авіаційних бомб обладнаних комплектом JDAM-ER для керованих авіаційних бомб GBU (Guided bomb Unit та характеристики авіаційних бомб серії Mark.

У [12, 13] висвітлено спосіб адаптації літаків типу Су-24 для застосування крилатих ракет (далі – КР) повітряного базування Storm Shadow і SCALP EG, їх основні характеристики та особливості роботи.

У [14–16] означено спосіб адаптації літаків типу Су-25 та вертольотів типу Мі-24 для застосування некерованих авіаційних ракет (далі – НАР) типів Zuni та Hydra-70, їх основні характеристики.

У [17] подано основні характеристики НАР типів С-13, С-8 та РС-80.

У [18–21] розглянуто основні характеристики і особливості бойового застосування крилатих ракет повітряного базування TAURUS, JASSM-ER та AGM-84K SLAM-ER.

У [22, 23] подано основні характеристики НАР типу CRV7.

У [24, 25] наведено основні характеристики та особливості роботи НАР типу Zuni оснащених комплектом лазерного наведення WGU-58/B.

У [26–28] описано основні характеристики та особливості роботи НАР типу Hydra-70, оснащених комплектом лазерного наведення APKWS.

У зазначених роботах окреслені перспективи інтеграції АЗУ іноземного виробництва в систему озброєння літаків ПС ЗС України, проте, не вказані можливі способи адаптації повітряних суден для застосування іноземних АЗУ та не визначені конкретні зразки АЗУ іноземного виробництва, які

доцільно застосовувати під час бойових дій.

Викладений аналіз наукових публікацій свідчить, що дослідження способів адаптації повітряних суден для застосування іноземних АЗУ та визначення зразків іноземних АЗУ класу “повітря-поверхня”, які доцільно інтегрувати в системи озброєння літаків тактичної авіації ПС ЗС України, є актуальним науковим завданням.

Метою статті є визначення зразків іноземних авіаційних засобів ураження класу “повітря-поверхня”, які доцільно інтегрувати в системи озброєння літаків тактичної авіації Повітряних Сил Збройних Сил України з урахуванням відпрацьованих конструктивних рішень.

Матеріали та методи

Під час написання статті застосовано загальнонаукові теоретичні методи наукового пізнання. Зокрема, контент-аналіз дав змогу поглиблено вивчити джерельну базу, теоретичний аналіз був спрямований на розкриття сутності й висвітлення найсуттєвіших проблемних питань адаптації повітряних суден ПС ЗС України для застосування іноземних авіаційних засобів ураження. Синтез використовувався для об’єднання виділених під час аналізу елементів досліджуваного процесу з метою визначення основних способів адаптації повітряних суден стосовно застосування іноземних авіаційних засобів ураження. Порівняльний аналіз застосовувався для встановлення схожих і відмінних характеристик зразків іноземних авіаційних засобів ураження порівняно зі штатними зразками ПС ЗС України та для визначення придатних до інтеграції зразків іноземних авіаційних засобів ураження класу “повітря-поверхня” в системи озброєння літаків тактичної авіації ПС ЗС України.

Результати

З серпня 2022 року авіація ПС ЗС України почала застосовувати для ураження наземних цілей високошвидкісні протирадіолокаційні ракети AGM-88 HARM (Air-to-Ground Missile, High-speed Anti-Radar Missile) виробництва США (рис. 1) [4, 5].



Рисунок 1. Ракета класу “повітря-поверхня” AGM-88 HARM під крилом літака типу МіГ-29

AGM-88 HARM високошвидкісна протирадіолокаційна ракета, що здатна наводитися на радіолокаційні станції. Вона стійка до традиційних способів протидії, таких як вимикання радіолокаційної станції при виявленні пуску ракети. Вона обчислює розташування цілі і здатна її вразити, навіть якщо радіолокаційна станція була вимкнена.

Максимальна дальність пуску AGM-88 HARM при дотриманні необхідних умов пуску та відповідних характеристиках прицільно-навігаційного комплексу літака-носія може досягати 150 км, мінімальна – 25 км. Її максимальна швидкість

становить близько 2 М. Вага ракети – 355 кг (бойової частини – 66 кг), довжина 4,1 м. В цілому, AGM-88 HARM має пасивну радіолокаційну головку самонаведення в носовій частині та лазерний детонатор, що підриває бойову частину на оптимальній відстані від цілі. Адаптувати літаки типів МіГ-29 та Су-27 під застосування AGM-88 HARM вдалося шляхом кріплення на точки підвіски літаків пускових пристроїв іноземного виробництва LAU-118/A, з яких даний тип ракет застосовується штатно [5, 6].

Проведемо аналіз питання адаптації повітряних суден ПС ЗС України для застосування авіаційних бомб оснащених комплектами JDAM-ER (Joint Direct Attack Munition - Extended Range). З березня 2023 року авіація ПС ЗС України почала застосовувати авіаційні бомби BLU-111 (Bomb Live Unit) марки МК-82 (Mark) обладнані комплектами JDAM-ER (рис. 2) [7, 9].



Рисунок 2. Авіаційна бомба BLU-111/МК-82 обладнана комплектом JDAM-ER під крилом літака типу Су-27

JDAM-ER – це комплект обладнання, яке виготовляє американська компанія Boeing. Він дає змогу перетворювати некеровані авіаційні бомби на високоточну зброю з системою глобального позиціонування GPS (Global Positioning System). Модифікація JDAM-ER робить некеровані авіаційні бомби не лише високоточними, а й крилатими. Крила, що після відділення бомби розкриваються, збільшують максимальну дальність їх застосування до 72 км.

До передачі JDAM-ER, на озброєнні ПС ЗС України перебували керовані авіаційні бомби типу КАБ-500, (загальна вага яких складає 520 кг та маса вибухової речовини – 100 кг). А саме, КАБ-500Л із лазерною головою наведення і КАБ-500КР з телевізійною. Вони значно програють керованим бомбам обладнаним комплексом JDAM-ER у максимальній дальності застосування – близько 9 км.

Технічно комплект JDAM-ER складається з хвостового блоку з рухомим оперенням та крил, розташованих у середній частині бомби. Він кріпиться до бомб сімейства Mark вагою від 227 кг (комплект JDAM GBU-38) до 910 кг (комплект JDAM GBU-31). В хвостовому блоці знаходиться інерційна система наведення, GPS-приймач підвищеної точності та цифрова система керування.

У процесі адаптації, спочатку літаків типу МіГ-29, а потім і типу Су-27 до застосування комплектів JDAM-ER [5] виникла низка проблемних питань.

Комплекти JDAM не пристосовані для встановлення на авіаційні бомби радянського

виробництва типу ФАБ-250 та ФАБ-500. Проблему було вирішено передачею разом із комплектами JDAM-ER (GBU-38) некерованих авіаційних бомб виробництва США BLU-111/МК-82 масою 227 кг (вага вибухової речовини – 89 кг).

Балкові тримачі літаків тактичної авіації ПС ЗС України конструктивно не сумісні з авіаційними бомбами західного виробництва, система управління озброєнням літаків функціонально не поєднується з системою управління комплекту JDAM. Тому, підприємствами промисловості були виготовлені спеціальні балкові тримачі, які забезпечили підвіску та конструктивне і функціональне поєднання авіаційних бомб BLU-111/МК-82 обладнаних комплектом JDAM-ER GBU-38 з літаками [8-10].

Огляд особливостей адаптації повітряних суден ПС ЗС України для застосування крилатих ракет (далі – КР) повітряного базування. Передача Великою Британією у травні 2023 року КР повітряного базування Storm Shadow, а згодом і Францією багаточільових високоточних КР великої дальності з автономним наведенням SCALP EG серйозно посилила спроможності ПС ЗС України, адже досі, такого типу керованих АЗУ як КР авіація України не мала взагалі [7].

Storm Shadow/SCALP EG – англо-французька малопомітна КР повітряного базування великої дальності (від 250 до 560 км), що виготовляється компанією MBDA (Matra BAE Dynamics Aerospatiale). Французький та британські варіанти ракети в цілому ідентичні, різниця виявляється лише в програмному забезпеченні та літаках-носіях ракет (рис. 3) [13].



Рисунок 3. Крилата ракета SCALP EG під крилом літака Су-24М

Політ ракети здійснюється в режимі проходження рельєфу місцевості за задалегідь обраним маршрутом. Ракети мають чотирьохрівневу систему наведення, яка, окрім супутникової навігації GPS, також використовує інерційну навігаційну систему, систему відстеження відповідності рельєфу місцевості TERCOM (Terrain Contour Matching) та теплову головку наведення з функцією розпізнавання цілі.

На кінцевій ділянці траєкторії, перед наближенням до цілі, ракета виконує маневр “тірка” з подальшим пікіруванням на об’єкт ураження. Бойова частина масою 450 кг тандемна, на підльоті “вистрілює” в ціль суббоєприпас, що пробиває отвір у стіні споруди, в який потім проникає основний боєприпас.

Труднощі у процесі адаптації літаків типу

Су-24 для застосування Storm Shadow/ SCALP EG були схожі з питаннями адаптації літаків для застосування AGM-88 HARM та JDAM-ER. Неможливість штатних балкових тримачів літаків типу Су-24 забезпечити підвіску, конструктивне і функціональне спряження ракети з літаком, зокрема з системою управління озброєнням.

Процес адаптації, який на думку деяких експертів міг тривати до шести місяців, насправді, зайняв набагато менше часу [12]. Він був здійснений шляхом виготовлення перехідних пристроїв, з використанням балкових тримачів літаків типу Tornado які забезпечили можливість підвіски і спряження ракет Storm Shadow / SCALP EG з літаками типу Су-24 [10].

Розглянемо основні аспекти адаптації повітряних суден ПС ЗС України для застосування НАР іноземного виробництва. У 2023 році країнами-партнерами для потреб ЗС України були передані НАР іноземного виробництва типу Zuni та Hydra-70 [14–16].

Zuni – 127 мм НАР, яка має модульну конструкцію і може складатися з двигунів різних модифікацій і різних бойових частин (маса ракети – 46 ... 61 кг, маса

бойових частин – 20 ... 25 кг) (рис. 4) [14].

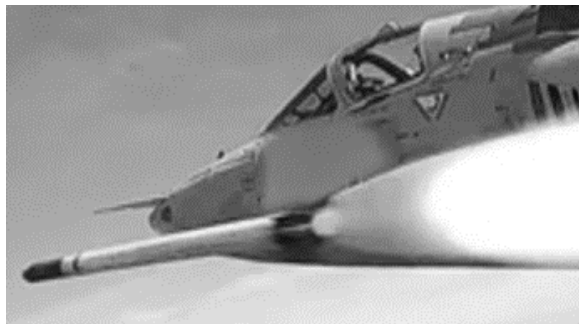


Рисунок 4. Пуск некерованої авіаційної ракети типу Zuni з літака Су-25

Оскільки ці ракети за тактико-технічними характеристиками схожі на НАР радянського виробництва типу С-13, передбачають такі ж способи застосування, тому зрозуміло, що саме цю нішу й зайняли НАР типу Zuni в системі авіаційного озброєння авіації ПС ЗС України. Порівняння технічних характеристик НАР типів Zuni та С-13 наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Порівняння технічних характеристик некерованих авіаційних ракет типів Zuni та С-13 [14–17]

Назва характеристики	Тип НАР	
	Zuni	С-13
Калібр (мм)	127	122
Довжина (мм)	2790	2540–3120
Вага (кг)	46,3–61,6	57–75
Швидкість польоту (м/с)	725	500–650
Вага бойових частин (кг)	20–25	21–38
Основні типи бойових частин	Уламково-фугасна, фугасна, бронейізна, освітлювальна, димова, з дипольними відбивачами, практична	Уламково-фугасна, бетонобійна, об’ємно-детонуюча, проникаюча-уламково-фугасна
Пускові блоки	LAU-10 (4 пускові направляючі)	Б-13Л (5 пускових направляючих)

З аналізу табл. 1 можна припустити, що тактичними перевагами НАР типу Zuni є їхня легкість і вища максимальна швидкість польоту, ніж у НАР типу С-13. Крім того, максимальна дальність їх застосування є більшою.

Hydra – 70 мм НАР американського виробництва має модульну конструкцію з великою кількістю модифікацій двигунів і бойових частин (маса ракети – від 10,1 кг до 13,9 кг, маса бойових частини – від 3,9 кг до 7,7 кг). На рис. 5 зображено процес спорядження блоку некерованого ракетного озброєння (далі – НРО) М261 НАР типу Hydra – 70 [15].



Рисунок 5. Спорядження блоку некерованого ракетного озброєння М261 некерованими авіаційними ракетами типу Hydra-70

Авіацією ПС ЗС України Hydra-70 застосовується як аналог НАР українського виробництва типу РС-80 та радянських ракет типу С-8. Проблемними питаннями адаптації повітряних суден для застосування отриманих НАР були неможливість їх застосування з існуючих на озброєнні блоків НРО, призначених для пуску НАР типу С-13 (блоки НРО Б-13Л) та типу С-8/РС-80 (блоки НРО Б8В20-А, Б8В20-МСБ). Представниками промисловості було здійснено роботи з адаптації існуючого парку літаків штурмової авіації та вертольотів армійської авіації. Для застосування НАР типу Zuni були адаптовані літаки типу Су-25, для застосування НАР типу Hydra-70 вертольоти типу Мі-24. Адаптація була здійснена шляхом кріплення на точках підвіски повітряних суден блоків НРО іноземного виробництва. Блок НРО Lau-10 для НАР типу Zuni [14, 16] та блок НРО М 261 для НАР типу Hydra-70 [15].

Аналіз досвіду адаптації повітряних суден для застосування АЗУ іноземного виробництва класу “повітря-поверхня” показує, що основними проблемним питанням є неможливість конструктивного та функціонального поєднання зразків озброєння країн-членів НАТО зі штатними

балковими тримачами чи пусковими пристроями повітряних суден радянського виробництва, які стоять на озброєнні ПС ЗС України. Це проявляється у нестиківці місць силових вузлів кріплення, їх особливостей конструкційного виконання, кабельних з'єднань (різні типи штепсельних роз'ємів), неможливості поєднання систем управління озброєнням літаків із системами управління керування АЗУ. Вирішувалися ці питання шляхом виготовлення представниками промисловості спеціальних перехідних пристроїв та використанням іноземних штатних, для зразків озброєння, балкових тримачів чи пускових пристроїв.

Комплекс проведених робіт, відпрацьовані технічні рішення та набутий досвід відкрили ряд перспектив подальшого розширення номенклатури зразків АЗУ іноземного виробництва класу “повітря-поверхня” які доцільно залучити для підвищення спроможностей тактичної авіації ПС ЗС України.

Сімейство некерованих авіаційних бомб типу

Mark, зокрема BLU-110/МК 83 (маса 454 кг) з комплектом JDAM-ER GBU-32, які можна застосовувати з повітряних суден вже адаптованих під комплекс JDAM-ER і некерованих авіаційних бомб BLU-109/МК 84 (маса 907 кг) з комплектом JDAM-ER GBU-31 під застосування яких, необхідна адаптація літаків типу Су-24. Загальний вигляд авіаційної бомби серії Mark з комплектом JDAM-ER у польоті наведено на рис. 6 [8].

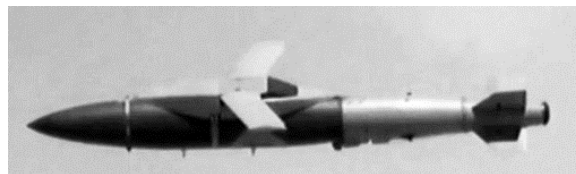


Рисунок 6. Авіаційна бомба серії Mark з комплектом JDAM-ER у польоті

Порівняння технічних характеристик авіаційних бомб серії Mark наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Порівняння технічних характеристик авіаційних бомб серії Mark [7-11]

Назва характеристики	Тип авіаційної бомби		
	BLU-111/МК 82	BLU-110/МК 83	BLU-109/МК 84
Тип бойової частини	Фугасна	Уламково-фугасна	Проникаюча
Вага вибухової речовини (кг)	89	202	429
Діаметр (мм)	273	357	458
Довжина (мм)	2220	3000	3280
Вага (кг)	227	460	925

З табл. 2 робимо висновок, що зі збільшенням ваги вибухової речовини, збільшуються і масово-габаритні показники бомб. Найбільшого руйнівного ефекту на ціль можливо досягнути використавши авіаційну бомбу BLU-109/МК 84. Проте, через її велику вагу за однакових умов скидання, дальність польоту означеної авіаційної бомби буде меншою ніж у легших бомб цієї серії.

Німецькі КР великої дальності TAURUS KEPD-350 (Target Adaptive Unitary & Dispenser Robotic Ubiquity System, Kinetik Energy Penetrating Destroyer) мають стартову масу – 1400 кг, масу бойової частини – 481 кг, дальність пуску, залежно від модифікації, може становити більше 500 км. Загальний вигляд КР TAURUS KEPD-350 наведено на рис. 7 [18].



Рисунок 7. Крилата ракета повітряного базування TAURUS KEPD-350

TAURUS – німецько-шведська крилата ракета що розроблена і виготовляється Taurus Systems GmbH і використовується Німеччиною, Іспанією та Південною Кореєю з літаків Tornado, Eurofighter-18 та F-15K. За будовою, характеристиками і

принципом дії подібна до Storm Shadow/SCALP EG, що вже використовуються ПС ЗС України. Як згадувалося вище, вона застосовується з літаків Tornado, тому її можна підвісити на адаптовані літаки типу Су-24.

КР класу “повітря-поверхня” JASSM (Joint Air-to-Surface Standoff Missile) та модифікація JASSM-ER – це малопомітна КР вагою 1020 кг з радіусом дії від 370 км (JASSM) до 980 км (JASSM-ER). Загальний вигляд КР JASSM наведено на рис. 8 [19].



Рисунок 8. Крилата ракета повітряного базування JASSM

Її можливості схожі з можливостями ракет Storm Shadow/SCALP EG/TAURUS. У складі системи наведення, поряд з інерційною системою управління з корекцією від приймача сигналів супутникової системи GPS з високим ступенем радіоелектронного захисту, використовується сучасна інфрачервона головка самонаведення, встановлена система розпізнавання цілей. Застосовується з літаків типу В-1, В-52, F-16, F-15

та В-2 [20], тому використовувати в українсько-російській війні їх можна буде або після надходження літаків типу F-16, або після проведення робіт по адаптації літаків типу Су-24, яка, очевидно, буде виконана з використанням схожих конструктивних рішень, як і за адаптації для застосування Storm Shadow/SCALP EG.

Іншою КР класу “повітря-поверхня” американського виробництва є ракета розширеного діапазону SLAM-ER (Standoff Land Attack Missile - Extended Range) глибока переробка AGM-84 Harpoon, яка призначена саме для знищення наземних цілей. Загальний вигляд КР AGM-84K SLAM-ER наведено на рис. 9 [21].



Рисунок 9. Крилата ракета повітряного базування AGM-84K SLAM-ER

За дальності польоту до 270 км та 360-кг бойовій частині вона забезпечує високоточне ураження цілі завдяки здатності самостійно ідентифікувати ціль за попередньо закладеними в бортовий комп'ютер ракети даними. Адаптацію літаків ПС ЗС України для застосування цих ракет можливо виконати шляхом кріплення на їх точки підвіски, через спеціально виготовлені перехідники, пускових пристроїв літака F/A-18C/D “Hornet” (F/A-18E/F “Super Hornet”), з яких AGM-84K SLAM-ER застосовується штатно. Порівняння основних тактико-технічних характеристик КР повітряного базування наведено в табл. 3.

Як бачимо з табл. 3, КР Storm Shadow / SCALP EG та КР TAURUS KEPD-350 мають майже однакові характеристики. КР JASSM через малу загальну вагу за такої ж ваги бойової частини, дещо поступається в максимальній дальності застосування. КР JASSM-ER має найкращий показник дальності застосування. Перевагою КР AGM-84K SLAM-ER є її порівняно низька загальна вага.

Таблиця 3

Порівняння тактико-технічних характеристик крилатих ракет повітряного базування [12–13, 18–21]

Назва характеристики	Назва крилатих ракет			
	Storm Shadow/SCALP EG	TAURUS KEPD-350	JASSM/JASSM-ER	AGM-84K SLAM-ER
Вага (кг)	1300	1360	1020	635
Вага бойової частини (кг)	450	481	450	360
Довжина (м)	5,1	5,1	4,27	4,37
Діаметр (м)	0,7	1,08	0,55	0,34
Швидкість польоту (М)	0,8	0,6-0,9	0,65-0,85	0,7
Максимальна дальність (км)	560	500	370/980	270

Порівняння максимальної дальності застосування запропонованих КР повітряного базування наведено на рис. 10.

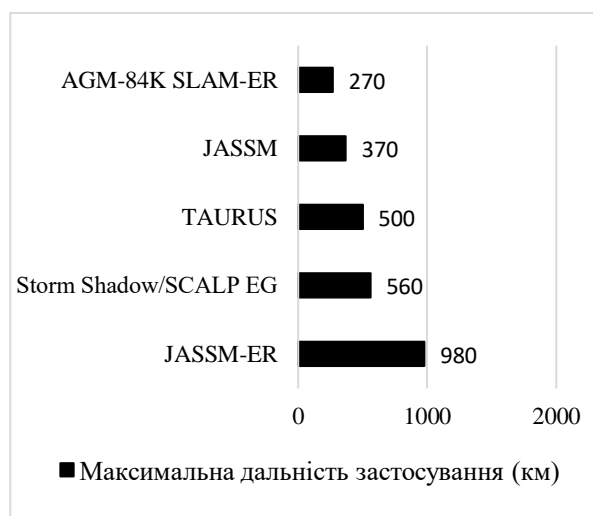


Рисунок 10. Порівняння максимальної дальності застосування крилатих ракет повітряного базування

НАР CRV7 (Canadian Rocket Vehicle 7) – 70 мм НАР що являє собою модернізовану версію НАР типу Hydra-70 [22]. Загальний вигляд НАР типу CRV7 наведено на рис. 11 [23].



Рисунок 11. Некеровані авіаційні ракети типу CRV7

Через потужніший двигун досягається більша точність та дальність польоту ніж в оригінальній НАР типу Hydra-70.

Адаптації повітряних суден ПС ЗС України для застосування цього типу НАР не потребуватиме розробки нових конструктивних рішень, адже вони були створені під час інтеграції НАР типу Hydra-70. Порівняння технічних характеристик НАР типів С-8/РС-80, Hydra-70 та CRV7 наведено в табл. 4.

Порівняння технічних характеристик НАР типів С-8/РС-80, Hydra-70 та CRV7 [15, 17, 23]

Назва характеристики	Тип НАР	
	С-8/РС-80	Hydra-70/CRV7
Калібр (мм)	80	70
Довжина (мм)	1540–1700	1060
Вага (кг)	11,3–15,2	10,1–13,9
Швидкість польоту (м/с)	450–610	739
Вага бойових частин (кг)	3,6–7,41	3,9–7,7
Основні типи БЧ	Кумулятивно-уламкова, бетонобійна, об'ємно-детонуюча, освітлювальна, з дипольними відбивачами	Фугасна, уламково-фугасна, кумулятивна, стержнева, освітлювальна, димова, практична
Пускові блоки	Б-8М1, Б-8В20А, Б-8В20-МСБ, (20 пускових направляючих) Б-8В8 МСБ (8 пускових направляючих)	М-261 (19 пускових направляючих) М-260 (7 пускових направляючих)

Аналізуючи табл. 4 можна припустити, що НАР типу Hydra-70/CRV7 має більшу максимальну дальність застосування порівняно з НАР типу С-8/РС-80, завдяки їхній меншій вазі та вищій максимальній швидкості польоту.

Адаптація повітряних суден авіації ПС ЗС України для застосування НАР іноземного виробництва дає змогу використовувати ці ракети, оснащені комплектами лазерного наведення, які перетворюють порівняно дешеві НАР на високоточну зброю, що забезпечує необхідну точність ураження цілей.

Можливості оснащення комплектом лазерного наведення піддаються як НАР типу Zuni так і типу Hydra-70. Це забезпечується простотою модульної конструкції таких НАР. Практично без зусиль і спеціального інструменту можна від'єднати бойову частину від двигуна і інтегрувати комплект лазерного наведення.

Розробкою комплекту з напівактивним лазерним наведенням для НАР типу Zuni (WGU-58/B) займається Французька компанія MBDA missile systems, яка ще у 2009 році заявила про успішні випробування таких систем з літака по стаціонарним і рухомих цілям [24, 25].

Значно далі просунулася компанія BAЕ (British Aerospаce systems), яка займається розробкою комплекту з напівактивним лазерним наведенням для НАР типу Hydra-70 – АРКWS (Advanced Precision Kill Weapon System). Вони інтегрували свій комплект наведення в системи озброєння як наземних, так і повітряних платформ, зокрема, семи типів вертольотів і дев'яти типів літаків. Загальний вигляд комплекту лазерного наведення АРКWS для НАР типу Hydra-70 наведено на рис. 12 [26].

За заявленими виробником тактико-технічними характеристиками, ракета споряджена комплектом наведення, пущена з літака, може вражати ціль на дальності до 14 кілометрів з імовірністю влучання 80 % у коло радіусом 2 м від центру лазерної плями. Вагомим фактом є те, що такі комплекти лазерного наведення вже присутні в Україні й мали досвід

бойового застосування однією з бригад морської піхоти з наземних колісних платформ, під час якого підтвердили свою високу ефективність [27]. Поставлялися вони можуть як вже змонтовані з ракетою, так і окремо.

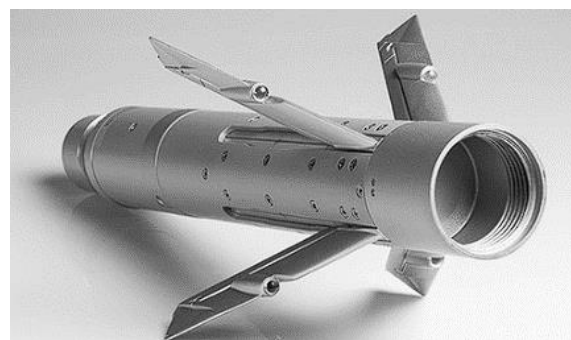


Рисунок 12. Комплект лазерного наведення АРКWS для некерованої авіаційної ракети типу Hydra-70

З метою не допущення входження носія в зону дії ворожої протиповітряної оборони застосування НАР оснащених комплектом лазерного наведення необхідно здійснювати з кадрування, “підсвіт” цілі може здійснюватися як наземними станціями лазерної цілевказівки, так і з використанням безпілотних авіаційних комплексів.

У контексті передачі Україні винищувачів типу F-16 у майбутньому, використання комплектів лазерного наведення для НАР передбачає вирішення проблеми малих повітряних цілей, таких як безпілотні літальні апарати та крилаті ракети противника. Так, у 2019 році були успішно проведені випробування із застосуванням НАР типу Hydra-70 оснащеної комплектом АРКWS з літака F-16С по безпілотному літальному апарату [28]. Перевага такого засобу боротьби з малими повітряними цілями в тому, що на один і той же вузол підвіски літака типу F-16 можна підвісити або одну ракету повітряного перехоплення AIM-120 (Air Intercept Missile) або

цілий блок НАР типу Hydra-70 на 7 чи 19 ракет з секціями лазерного наведення. Крім того, для підвіски НРО необхідно значно менше часу, порівняно з AIM-120.

Обговорення

Адаптація повітряних суден для застосування іноземних АЗУ виконувалася шляхом використання штатних для зразків озброєння балкових тримачів і пускових пристроїв іноземного виробництва. Їх кріплення на точки підвіски повітряних суден здійснювалося через спеціально виготовлені перехідні пристрої. Використання таких технічних прийомів дало змогу забезпечити конструктивне та функціональне поєднання іноземних авіаційних засобів ураження з повітряними суднами ПС ЗС України.

Висновки

З урахуванням наявності відпрацьованих конструктивних рішень, визначено доцільність інтеграції в системи озброєння літаків тактичної авіації ПС ЗС України таких зразків іноземних авіаційних засобів ураження класу “повітря-поверхня”:

некеровані авіаційні бомби BLU-110/МК 83 з комплектами JDAM-ER GBU-32 в системи озброєння літаків типів МіГ-29 та Су-27;

некеровані авіаційні ракети типів CRV7 і Zuni з комплектами лазерного наведення WGU-58/B та типу Hydra-70 з комплектами лазерного наведення APKWS в систему озброєння літаків типу Су-25.

авіаційні бомби BLU-109/МК 84 з комплектом JDAM-ER GBU-31, КР AGM-158 JASSM/JASSM-ER, TAURUS KEPD-350, та AGM-84K SLAM-ER в систему озброєння літаків типу Су-24.

Інтеграції в системи озброєння літаків тактичної авіації запропонованих зразків іноземних авіаційних засобів ураження класу “повітря-поверхня” призведе до підвищення спроможності ПС ЗС України в ході російсько-української війни.

Таким чином, мета статті була досягнута.

Перспективними напрямками подальших досліджень є визначення зразків іноземних авіаційних засобів ураження класу “повітря-повітря”, які доцільно інтегрувати в системи озброєння винищувачів ПС ЗС України та радянських зенітних ракетних комплексів.

Список використаних джерел

1. Сорокін Д. М., Ковальов В. О. Шляхи модернізації бойового авіаційного комплексу тактичних літаків-бомбардувальників. *Збірник наукових праць ДНДІА*. 2018. Вип. 14(21). С. 64.
2. Байдак Ю. А., Дроздов С. С., Коваль В. В., Жарик О. М. Сучасний стан і перспективи розвитку винищувальної авіації Збройних Сил України. *Наука і оборона*. 2013. Вип. 4. С. 18.
3. Серяков І. І., Ракунова М. А., Коліко В. Р. Застосування комплексів озброєння з авіаційними баражуючими боеприпасами у сучасних та майбутніх військових конфліктах. *Збірник наукових праць ДНДІА*. 2022. Вип. 18(25). С. 227–232. DOI:10.54858/dndia.2022-18-34.
4. Адаптували під винищувачі”. *Повітряні Сили*

підтвердили, що українські пілоти використовують ракети HARM на МіГ-29. 2022. URL: <https://nv.ua/ukr/ukraine/events/harm-raketi-vzhe-vikoristovuyutsya-na-ukrajinskikh-mig-29-novini-ukrajini-50265720.html> (дата звернення: 30.01.2024).

5. Пілон LAU-118/A, зовнішній акумулятор, кабель і допомога Raytheon – як ЗСУ інтегрували ракети AGM-88 HARM у винищувачі МіГ-29.: 2022. URL: <https://gadaget.com/uk/167353-pilon-lau-118a-zovnishnii-akumulator-kabel-i-dopomoga-raytheon-iak-zsu-integruvali-raketi-agm-88-harm-u-vinishchuvachi-m/> (дата звернення: 30.01.2024).

6. Український Су-27 отримав нове озброєння: буде в парі з МіГ-29 кошмарити окупантів. 2022. URL: https://defence-ua.com/news/ukrajinskij-su_27_otrimav_nove_ozbrojennja_bude_v_pari_z_mig_29_koshmariti_okupantiv-8858.html (дата звернення: 30.01.2024).

7. Поки F-16 на підході: як ЗСУ адаптують західні ракети до радянських літаків, щоб бити росіян. 2023. URL: <https://novynarnia.com/2023/05/29/rocket-adopt/> (дата звернення: 30.01.2024).

8. Українські Су-27 застосовують високоточні JDAM-ER. 2023. URL: <https://mil.in.ua/uk/news/ukrajinski-su-27-zastosovuyut-vysokotochni-jdam-er/> (дата звернення: 30.01.2024).

9. Ukrainian MiG-29's Mysterious JDAM-ER Pylon: Our Best Look Yet. 2023. URL: <https://www.twz.com/ukrainian-mig-29s-mysterious-jdam-er-pylon-our-best-look-yet> (дата звернення: 30.01.2024).

10. Як під JDAM-ER адаптували наші МіГ-29, і що цікаве можуть вішати під Су-25. 2023. URL: https://defence-ua.com/army_and_war/jak_pid_jdam_er_adaptuvali_nashi_mig_29_i_scho_dlja_samooboroni_mozhut_vishati_pid_su_25-12645.html (дата звернення: 30.01.2024).

11. Енциклопедія озброєння. JDAM, що роблять бомби розумними. 2023. URL: <https://www.dsnews.ua/ukr/encyklopedia-zbroi/encyclopedia-ozbrojennya-jdam-shcho-roblyat-bombi-rozumnimi-23022023-474912/amp>. (дата звернення: 30.01.2024).

12. Storm Shadow на українські Су-24 інтегрували за кілька тижнів, - гендиректор MBDA. 2024 URL: <https://focus.ua/uk/voennye-novosti/619637-storm-shadow-na-ukrajinski-su-24-integruvali-za-kilka-tizhniv-gendirektor-mbda> (дата звернення: 30.01.2024).

13. З'явилося перше відео з ракетою SCALP-EG під крилом Су-24, і запускати їх допомагають пілони від Tornado. 2023. URL: https://defence-ua.com/weapon_and_tech/zjavilosja_pershe_video_z_raketoju_scalp_eg_pid_krilom_su_24_i_zapuskati_jih_dopomagajut_piloni_vid_ado-12445.html (дата звернення: 30.01.2024).

14. ЗСУ показали застосування ракет Zuni з Су-25. 2023. URL: <https://mil.in.ua/uk/news/zsu-pokazaly-zastosuvannya-raket-zuni-z-su-25/> (дата звернення: 30.01.2024).

15. Ukraine's Mi-24 Hinds Now Armed With U.S. 70mm Hydra Rockets. 2023. URL: <https://www.twz.com/ukraines-mi-24-hinds-now-armed-with-u-s-70mm-hydra-rockets> (дата звернення: 30.01.2024).

16. На українських Су-25 вже використовують ракети Zuni: відео і характеристики. 2023. URL: <https://apostrophe.ua/ua/news/society/2023-06-03/na-ukrajinskikh-su-25-uje-ispolzuyut-rakety-zuni-video-i-harakteristiki/298279> (дата звернення: 30.01.2024).

17. Герасименко В.В., Коротін С.М., Коровін І.П. та ін. Довідник з історії розвитку авіації та авіаційного озброєння. Київ: НУОУ, 2019. 176 с.

18. TAURUS KEPD 350E. MBDA: 2024. URL: <https://www.mbda-systems.com/product/taurus-kepd-350/>

(дата звернення: 30.01.2024).

19. Ukraine Is Getting F-16s. Now It Needs Cruise Missiles. 2023. URL: <https://www.forbes.com/sites/davidaxe/2023/08/21/ukraine-is-getting-f-16s-now-it-needs-cruise-missiles/?sh=28eb949a1515> (дата звернення: 30.01.2024).

20. JASSM: Reliable. Affordable. Proven. 2024. URL: <https://www.lockheedmartin.com/en-us/products/jassm.html> (дата звернення: 30.01.2024).

21. Компанія Boeing отримала додатковий контракт на модернізацію авіаційних ракет для Саудівської Аравії. 2021. URL: <https://mil.in.ua/uk/news/kompaniya-boeing-otrimala-dodatkovyj-kontrakt-na-modernizatsiyu-aviatsijnyh-raket-dlya-saudivskoyi-araviyi/> (дата звернення: 30.01.2024).

22. Conservatives call on Canada to donate rockets to Ukraine — but not all are battle-ready. 2024. URL: <https://www.cbc.ca/news/politics/crv7-rockets-ukraine-canada-1.7103798> (дата звернення: 12.02.2024).

23. Що це за тисячі ракет CRV7, які Канада збирається утилізувати, але може передати Україні. 2024. URL: https://defence-ua.com/weapon_and_tech/scho_tse_zatishjachi_raket_crv7_jaki_kanada_zbirajetsja_utilizuvati_ale_mozhe_peredati_ukrajini-14332.html (дата звернення: 12.02.2024).

12.02.2024).

24. Mbdainc's semi-active laser guided zuni rocket scores a direct hit during moving target demonstration. 2009. URL: <https://mbdinc.com/mbda-incorporateds-semi-active-laser-guided-zuni-rocket-scores-a-direct-hit-during-moving-target-demonstration/> (дата звернення: 30.01.2024).

25. Direct hit in moving target demonstration of the semi-active laser guided zuni rocket. 2009. URL: <https://www.mbdainc.com/press-releases/direct-hit-in-moving-target-demonstration-of-the-semi-active-laser-guided-zuni-rocket/> (дата звернення: 30.01.2024).

26. APKWS® laser-guidance kit. 2024. URL: <https://www.baesystems.com/en-us/product/apkws> (дата звернення: 30.01.2024).

27. ЗСУ застосовують ракети APKWS на передовій. 2023. URL: <https://mil.in.ua/uk/news/zsu-zastosovuyut-rakety-apkws-na-peredovij/> (дата звернення: 30.01.2024).

28. Air Force Tests Laser Guided Rockets In The Air-To-Air Role To Shoot Down Cruise Missiles. 2019. URL: <https://www.twz.com/31615/air-force-tests-laser-guided-rockets-in-the-air-to-air-role-to-shoot-down-cruise-missiles> (дата звернення: 30.01.2024).

Oleksandr Kapliuk

<https://orcid.org/0000-0002-9449-5395>

Yevhen Honcharenko (Doctor of philosophy)

<https://orcid.org/0000-0001-7654-6083>

Oleh Pechenko

<https://orcid.org/0009-0008-9925-3089>

Serhii Chernov

<https://orcid.org/0009-0008-0187-1162>

National Defense University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ANALYSIS OF THE EXPERIENCE OF ADAPTATION AIR FORCE AIRCRAFT OF THE ARMED FORCES OF UKRAINE FOR THE USE OF FOREIGN WEAPONS “AIR-TO-SURFACE” CLASS

The aim of the article is to determine the samples of foreign aircraft weapons of the “air-to-surface” class, which should be integrated into the armament systems of tactical aircraft of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine, taking into account the proven design solutions. During the writing of the article, general scientific theoretical research methods of scientific knowledge were used, such as: content analysis – for the purpose of in-depth study of the source base, theoretical analysis – to clarify the essence and disclosure of the most significant features of the problematic issues of adaptation of aircraft of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine for the use of foreign aviation weapons, synthesis – to combine the elements of the process under study selected during the analysis in order to determine the main ones methods of adaptation of aircraft for the use of foreign aircraft weapons, comparison – to establish similar and distinctive characteristics of samples of foreign aircraft weapons among themselves and with standard models of aircraft weapons of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine and to determine samples of foreign aircraft weapons of the “air-to-surface” class, which should be integrated into the weapons systems of tactical aircraft of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine.

A number of scientific publications are devoted to the issue of integration of foreign-made aircraft weapons not identify specific samples of foreign-made aircraft weapons that should be involved. Taking into account the above, the analysis of methods of adaptation of aircraft for the use of foreign aircraft weapons and the identification of samples of foreign aircraft weapons of the “air-to-surface” class, which should be integrated into the weapons systems of tactical aircraft of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine, is an urgent scientific task.

Keywords: *aviation weapons, air-to-surface weapons, aircraft adaptation, aerial bombs, unguided air missiles, guided air missiles, cruise missiles.*

References

1. Sorokin, D. M., Koval'ov, V. O., (2018). Ways to modernize the combat aviation complex of tactical bombers.

Zbirnyk naukovykh prats' DNDIA. 2018. 14(21), 64.

2. Bajdak, Yu. A., Drozdov, S. S., Koval', V. V., Zharyk, O. M., (2013). The current state and prospects for the development of fighter aircraft of the Armed Forces of Ukraine.

Nauka i oborona. 4, 18.

3. Sieriakov, I. I., Rakunova, M. A., Koliko, V. R., (2022). Application of weapon complexes with aviation barrage ammunition in modern and future military conflicts. *Zbirnyk naukovykh prats' DNDIA*. 18 (25), 227–232. DOI: 10.54858/dndia.2022-18-34.

4. “Adapted for fighter jets”. The Air Force has confirmed that Ukrainian pilots use HARM missiles on the MiG-29 [online], (2022). *Nev voice*. Available at: <https://nv.ua/ukr/ukraine/events/harm-raketi-vzhe-vikoristovuyutsya-na-ukrajinskih-mig-29-novini-ukrajini-50265720.html> [Accessed : 30 January 2024].

5. The LAU-118/A pylon, external battery, cable and assistance from Raytheon as the Air Force integrated AGM-88 HARM missiles into the MiG-29 fighter [online], (2022). *Gadget*. Available at: <https://gadget.com/uk/167353-pylon-lau-118a-zovnishnii-akumuliator-kabel-i-dopomoga-raytheon-ia-k-zsu-integruvali-raketi-agm-88-harm-u-vidishchuvachi-m/> [Accessed : 30 January 2024].

6. The Ukrainian Su-27 received new weapons: it will be paired with the MiG-29 to nightmare the occupiers [online], (2022). *Defence Exspress*. Available at: https://defence-ua.com/news/ukrajinskij_su_27_otrimav_nove_ozbrojennja_bude_v_pari_z_mig_29_koshmariti_okup_antiv-8858.html [Accessed : 30 January 2024].

7. While the F-16 is on the way: how the Armed Forces of Ukraine adapt Western missiles to Soviet aircraft to beat the Russians [online], (2023). *Novynarnia*. Available at: <https://novynarnia.com/2023/05/29/rocket-adopt/> [Accessed : 30 January 2024].

8. Ukrainian Su-27s use high-precision JDAM-ER [online], (2023). *Militaryni*. Available at: <https://mil.in.ua/uk/news/ukrayinski-su-27-zastosovuyut-vysokotochni-jdam-er/> [Accessed : 30 January 2024].

9. Ukrainian MiG-29's Mysterious JDAM-ER Pylon: Our Best Look Yet [online], (2023). *The War Zone*. Available at: <https://www.twz.com/ukrainian-mig-29s-mysterious-jdam-er-eylon-our-best-look-yet> [Accessed : 30 January 2024].

10. How our MiG-29s were adapted for JDAM-ER, and what interesting things can be hung under the Su-25 [online], (2023). *Defence Exspress*. Available at: https://defence-ua.com/army_and_war/jak_pid_jdam_er_adaptuvali_nashi_mig_29_i_scho_dlja_samooboroni_mozhut_vishati_pid_su_25-12645.html [Accessed : 30 January 2024].

11. Encyclopedia of weapons. JDAM, what makes bombs smart [online], (2023). *Dsnews.ua*. Available at: <https://www.dsnews.ua/ukr/encyklopedia-zbroi/encyklopedia-ozbrojennya-jdam-shcho-roblyat-bombi-rozumnimi-23022023-474912/amp>. [Accessed : 30 January 2024].

12. Storm Shadow on Ukrainian Su-24s integrated in a few weeks, MBDA CEO [online], (2024). *Fokus*. Available at: <https://fokus.ua/uk/voennye-novosti/619637-storm-shadow-na-ukrajinski-su-24-integruvali-za-kilka-tizhniv-gendirektor-mbda> [Accessed : 30 January 2024].

13. The first video of the SCALP-EG missile under the wing of the Su-24 has appeared, and pylons from Tornado help launch them [online], (2023). *Defence Exspress*. Available at: https://defence-ua.com/weapon_and_tech/zjavilosja_pershe_video_z_raketoju_scalp_eg_pid_krilom_su_24_i_zapuskati_jih_dopomagajut_piloni_vid_tornado-12445.html [Accessed : 30 January 2024].

14. The Armed Forces showed the use of Zuni missiles from the Su-25 [online], (2023). *Militaryni*. Available at: <https://glavcom.ua/country/incidents/ukrajina-otrimaje-vid-ssha-novi-raketi-jak-jikh-vikoristovuvatimut-zsu-900699.html>

[Accessed : 30 January 2024].

15. Ukraine's Mi-24 Hinds Now Armed With U.S. 70mm Hydra Rockets [online], (2023). *The War Zone*. Available at: <https://mil.in.ua/uk/news/zsu-pokazaly-zastosuvannya-raket-zuni-z-su-25/> [Accessed : 30 January 2024].

16. Zuni missiles are already used on Ukrainian Su-25s: video and specifications [online], (2023). *Apostrof*. Available at: <https://apostrophe.ua/ua/news/society/2023-06-03-na-ukrajinskih-su-25-uje-ispolzuyut-rakety-zuni-video-i-harakteristiki/298279> [Accessed : 30 January 2024].

17. Gerasimenko, V. V., Korotin, S. M., Korovin, I. P. et., (2019). Reference on the history of the development of aviation and aviation weapons. Kyiv : National Defense University of Ukraine.

18. TAURUS KEPD 350E. MBDA [online], (2024). MBDA. Available at: <https://www.mbda-systems.com/product/taurus-kepd-350/> [Accessed : 30 January 2024].

19. Ukraine Is Getting F-16s. Now It Needs Cruise Missiles [online], (2023). *Forbes*. <https://www.forbes.com/sites/davidaxe/2023/08/21/ukraine-is-getting-f-16s-now-it-needs-cruise-missiles/?sh=28eb949a1515> [Accessed : 30 January 2024].

20. JASSM: Reliable. Affordable. Proven [online], (2024). *Lockheedmartin*. Available at: <https://www.lockheedmartin.com/en-us/products/jassm.html> [Accessed : 30 January 2024].

21. Boeing has received an additional contract for the modernization of aircraft missiles for Saudi Arabia [online], (2024). *Militaryni*. Available at: <https://mil.in.ua/uk/news/kompaniya-boeing-otrymala-dodatkovyj-kontrakt-na-modernizatsiyu-aviatsijnyh-raket-dlya-saudijskoyi-araviji/> [Accessed : 30 January 2024].

22. Conservatives call on Canada to donate rockets to Ukraine – but not all are battle-ready [online], (2024). *CBC*. Available at: <https://www.cbc.ca/news/politics/crv7-rockets-ukraine-canada-1.7103798> [Accessed : 30 January 2024].

23. What are the thousands of CRV7 missiles that Canada is going to dispose of, but can transfer to Ukraine. [online], (2024). *Defence Exspress* Available at: https://defence-ua.com/weapon_and_tech/scho_tse_za_tisjachi_raket_crv7_ja_ki_kanada_zbirajetsja_utilizuvati_ale_mozhe_peredati_ukrajini-14332.html [Accessed : 30 January 2024].

24. Mbda incorporated's semi-active laser guided zuni rocket scores a direct hit during moving target demonstration, [online] (2009). MBDA. Available at: <https://mbdainc.com/mbda-incorporateds-semi-active-laser-guided-zuni-rocket-scores-a-direct-hit-during-moving-target-demonstration/> [Accessed : 30 January 2024].

25. Direct hit in moving target demonstration of the semi-active laser guided zuni rocket [online], (2009). MBDA. Available at: <https://www.mbda-systems.com/press-releases/direct-hit-in-moving-target-demonstration-of-the-semi-active-laser-guided-zuni-rocket/> [Accessed : 30 January 2024].

26. APKWS® laser-guidance kit [online], (2024). *Baesystems*. Available at: <https://www.baesystems.com/en-us/product/apkws> [Accessed : 30 January 2024].

27. The Armed Forces of Ukraine use APKWS missiles on the front line [online], (2023). *Militaryni*. Available at: <https://mil.in.ua/uk/news/zsu-zastosovuyut-rakety-apkws-na-peredovij/> [Accessed : 30 January 2024].

28. Air Force Tests Laser Guided Rockets In The Air-To-Air Role To Shoot Down Cruise Missiles [online], (2019). *The War Zone*. Available at: <https://www.twz.com/31615/air-force-tests-laser-guided-rockets-in-the-air-to-air-role-to-shoot-down-cruise-missiles> [Accessed : 30 January 2024].