

# Літальні апарати: аеродинаміка, силові установки, обладнання та озброєння

УДК 629.7.058

О.М. Шелякін, О.П. Борисюк, І.В. Шейн

*Державний науково-випробувальний центр Збройних Сил України, Чернігів*

## ОБҐРУНТУВАННЯ АЛГОРИТМИЧНИХ ЗАВДАНЬ СУЧАСНИХ АНАЛІТИЧНИХ ЗАСОБІВ БОРТОВОГО КОМПЛЕКСУ ОБОРОНИ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

*Проведено аналіз сучасних керованих засобів ураження літальних апаратів провідних у військовому відношенні країн світу та їх протидії – бортових комплексів захисту літальних апаратів, обґрунтування необхідності розробки сучасних аналітичних засобів для бортового комплексу оборони та їх алгоритмічних завдань.*

**Ключові слова:** сучасні керовані засоби ураження, бортові комплекси захисту літальних апаратів, інформаційні технології, алгоритмічні завдання.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Керуючись новітніми принципами у стратегічному плануванні щодо багатоваріантного характеру дій військ та багатофункціонального їх використання у можливих ситуаціях необхідно врахувати все зростаючу роль інформаційного аспекту при вирішенні поставлених завдань та передбачати при розгляді варіантів удосконалення літальних апаратів (ЛА) та способів їх дій постійне надходження, оновлення, акумулювання, автоматизовану обробку та аналіз на борту ЛА оточуючого інформаційного поля.

Застосування інформаційних технологій дозволяє підняти на новий якісний рівень системи озброєнь і змінити вигляд збройного протистояння. Звичайне озброєння (ЛА та ракетні комплекси, радіолокаційні засоби, різні ударні і вогневі засоби) поєднується в бойові системи, де системоутворюючим елементом є саме інформаційна складова.

Метою досліджень ставилось проведення аналізу створення і вдосконалення сучасних керованих засобів ураження провідних у військовому відношенні країн світу та їх протидії - бортових комплексів захисту ЛА, обґрунтування необхідності розробки сучасних аналітичних засобів для бортового комплексу оборони та їх алгоритмічних завдань.

### Викладення основного матеріалу

Досвід останніх збройних конфліктів, в тому числі на Південному Сході України показав, що застосування авіації без використання сучасних комплексів оборони ЛА не можливо.

Після перших загублених вертольотів стало зрозуміло, що їх захист від впливу зенітно-ракетних

комплексів (ЗРК) системи протиповітряної оборони незаконних збройних формувань (НЗФ) так званих ДНР та ЛНР недостатній. З метою посилення захисту на ЛА почали, в тому числі в польових умовах, проводити заміну систем завад на більш нові зразки. Але заходи були частковими, не забезпечували комплексного захисту.

З початком активного бойового застосування з подібними труднощами що і українські вертольоти зіткнулися штурмовики – протиповітряна оборона сепаратистів. Висока загроза з боку переносних ЗРК спонукала українських льотчиків діяти з великих висот. Це призвело до того, що точність ударів авіації значно знизилася. Все це призводило до неможливості надати дієву підтримку наземним силам. При зниженні штурмовиків, втрати зростали. Крім того НЗФ під час конфлікту широко застосовувалися ЗРК з різними типами голівок наведення, як радіолокаційного так оптикоелектронного.

Таким чином, як і у випадку з вертольотами, тільки за півтора місяці активного застосування збитими, пошкодженими і які вичерпали ресурс Збройні Сили, інші військові формування та правоохоронні органи України втратили майже половину своєї штурмової авіації. Застосування авіації в конфлікті було не можливо.

Актуальним залишається також захист літаків цивільної авіації від ПЗРК, багато яких було захоплено представниками різних терористичних організацій з розгромлених складів в Лівії та Сирії. За даними фахівців різних іноземних агентств в теперішній час різні терористичні угруповання мають на руках від 5000 до 15000 ПЗРК.

Якщо взяти до уваги, що провідними країнами світу здійснюються заходи щодо вдосконалення

засобів ураження, як повітряного так і наземного базування, особливо переносимих, які використовують все більші ділянки частотного спектру, структури сигналів та різні системи наведення можна зробити висновок, що застосування авіації без використання сучасних аналітичних засобів виявлення, контролю, обробки та прийняття рішення на застосування відповідних засобів захисту ні можливо. Для формування вимог до розробки такого автоматизованого бортового комплексу доцільно проаналізувати шляхи розвитку керованих засобів ураження та досвід провідних країн світу в розробці та модернізації засобів їх протидії – бортових комплексів оборони.

З основних шляхів з розробки та вдосконалення засобів ураження можна виділити такі:

вдосконалення координаторів голівок самонаведення (ГСН) керованих ракет;

використання ділянок спектру інфрачервоного діапазону ГСН ПЗРК, які раніше не застосовувались;

автоматизація процесів прийняття рішень щодо застосування засобів ураження та інші.

При цьому основними напрямками вдосконалення слідячих координаторів визначені:

створення тепловізійних ГСН, працюючих на ділянках ІЧ - діапазону хвиль, в тому числі з не потребуючими глибокого охолодження оптичними приймачами;

практичне використання активних лазерних локаційних приладів;

впровадження активно-пасивних радіолокаційних ГСН з плоскою або конформною антенною;

створення багатоканальних комбінованих ГСН та інші.

Не залишається на місці і розвиток ПЗРК. Так, останнім часом до Збройних Сил Російської Федерації надійшов на озброєння ПЗРК «Верба», який призначений для ураження низьколітятих повітряних цілей на зустрічних і догонних напрямках в умовах впливу хибних теплових завод та вже активно застосовувався бойовиками на сході України. Особливостями комплексу є те що він з високої вірогідністю уражає як ЛА, так і цілі з малим опромінюванням - крилаті ракети і БПЛА [5].

Ракета комплексу оснащена інфрачервоною трьохсмуговою голівкою самонаведення, твердопаливним двигуном, який має можливість уражати повітряні цілі на відстань більш ніж 6 км і на висоті більш ніж 4 км. До складу комплексу входить автоматизована система управління, яка спроможна визначати повітряні цілі, у тому числі групові, параметри їх польоту, здійснювати розподіл цілей між зенітниками з урахуванням їх розміщення.

Класифікація основних типів керованих ракет, які знаходяться на озброєнні провідних країн світу наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Класифікація основних типів керованих ракет

Діапазон хвиль	Тип загрози	Найменування ЗКР
Радіолокаційні голівки самонаведення		
12,0-18,0 ГГц	Авіаційні керовані ракети	P-77(PBB-AE)
	Зенітні ракетні комплекси	9K33M3 OCA-AKM, 9K331 Top-M1, Roland-2, Crotale-NG
	Зенітні ракетно-гарматні комплекси	2K22 Тунгуска
	Зенітні артилерійські комплекси	ЗСУ-23-4 Шилка, Gepard, Loara
8,0-12,0 ГГц	Бортові РЛС літаків	Су-27, Су-30, МиГ-29, МиГ-35, F-15, F-16, F-18, F-22, Mirage-2000, Rafale, Eurofighter, JAS-39 Gripen, Tornado
	Авіаційні керовані ракети	P-27, AIM-7 Sparrow, AIM-120 AMRAAM, MICA, Skyflash, Aspide, MATRA
	Зенітні ракетні комплекси	C-125, C-300, MIM-23 Improved Hawk
6,0-8,0 ГГц	Зенітні ракетні комплекси	2K12M3(4) Куб-М3(4), 9K37M1(2) Бук-М1(2)
4,0-6,0 ГГц	Зенітні ракетні комплекси	MIM-104 Patriot PAC-2(3)
Теплові (інфрачервоні, ультрафіолетові) голівки наведення		
Інфрачервоний діапазон	ПЗРК	9M37 Ігла, 9M39 Стрела-10, Верба, AIM -132 Asraam, EIM-92 Stinger
	Авіаційні керовані ракети	AIM -9B, AIM-9G, AIM-9H, AIM-9C Sidewinder
Ультрафіолетовий діапазон	ПЗРК	FIM-92 Stinger (спільно з ІЧ)
Оптико-електронні голівки наведення		
Оптичний діапазон	Авіаційні керовані ракети	Rafael Python 5, AIM-9R Sidewinder

Таким чином загальний потік інформації, який потребує аналізу і прийняттю рішення на застосування засобів захисту екіпажем ЛА можна поділити:

за характеристиками випромінювання керованих ракет: частотний діапазон, потужність, вид сигналу;

за напрямками польоту ракети: визначення факту пуску, поточними координатами, траєкторією польоту застосованих керованих ракет та іншими показниками.

Проаналізувавши наведені в таблиці дані, можна зробити висновок, що спектр застосування зенітних керованих ракет багатий та різноманітний і прийняття екіпажем ЛА вірного і швидкого рішення щодо застосування засобів захисту і відповідного маневру без використання сучасних бортових автоматизованих засобів практично не можливо. І як ми побачимо нижче, найкращі можливості самозахисту ЛА визначаються комбінацією підсистем, спроможних протидіяти радіочастотним, інфрачервоним і лазерним загрозам, об'єднаним в єдину автоматизовану систему, яка спроможна приймати рішення на застосування тих чи інших засобів захисту.

Розвиток технологій з одного боку і необхідність підвищення бойових можливостей ЛА з другого у сучасних умовах порушує питання про інтеграцію всіх окремих пунктів управління, підрозділів, обслуги засобів озброєння та льотних екіпажів ЛА у єдині бойові системи, пов'язані між собою в інформаційному плані, розробляти бортові комплекси захисту ЛА, оснащені сучасними автоматизованими приладами управління, які дозволять приймати рішення щодо виявлення опромінювання засобів ураження, визначення його параметрів, координат засобів ураження та формувати управляючі команди на відповідні пристрої захисту, в тому числі без участі екіпажу.

Так, останнім часом провідними країнами світу розроблено та прийняті на озброєння автоматизовані бортові комплекси захисту ЛА. Розглянемо деякі з них, технічні рішення в яких заслуговують на найбільшу увагу.

У останніх повітряних операціях над Лівією в минулому та Сирією у цьому році були перевірені можливості комплексу радіоелектронної боротьби (РЭБ) Praetorian винищувача Eurofighter Typhoon, який виготовляють чотири компанії консорціуму EuroDASS. Комплекс має у своєму складі повністю інтегрований комплект радіотехнічної розвідки/радіоелектронних перешкод всеракурсного покриття, з'єднаний з активним імпульсно-доплеровським приладом попередження про ракетну атаку, а також підсистему радіоелектронного придушення з технологією цифрової пам'яті високих частот (DRFM).

Весь комплекс являє собою повний набір когерентних і некогерентних засобів радіоелектронної боротьби з трансляцією сигналу з борту повітряного судна і з зовнішніх приладів, до останніх відносяться дві активні волоконно-оптичні буксируємі пастки.

Комплект радіоелектронної боротьби Praetorian разом з комп'ютером (DAC), системою викиду засобів РЭП (CMDS) на базі автомату викиду дипольних відбивачей і хибних теплових цілей і системою попередження про лазерне опромінювання складає підсистему захисних засобів (DASS) винищувача, яка забезпечує пілота ситуаційної усвідомленістю і активними засобами боротьби з радіокерованими загрозами.

Планується обладнання літака системою викиду радіочастотних пасток Brite Cloud з технологією цифрової пам'яті високих частот для реактивних літаків. Вона забезпечить зовнішні (за бортові) можливості швидкого реагування, які дозволять ввести в оману радіочастотні головки самонаведення ракет і радарів управління вогнем за рахунок великої дистанції промаху і зриву захвата цілі за рахунок автономної когерентної генерації частот і потужним акумуляторам.

Другою платформою, яка з успіхом застосовувалась у лівійському конфлікті був бойовий літак Dassault Rafale, який обладнаний радаром з активної фазованої антенної решіткою і вдосконаленим комплектом РЭБ Spectra. Він включає пасивний прилад попередження про ракетний напад нового покоління зі значним поліпшенням полем зору, дальністю визначення.

Система Rafale Spectra – це комплексний і повністю інтегрований комплект, який гарантує у найбільш складних умовах загроз електромагнітне визначення, попередження про лазерне опромінення, про ракетну атаку з використанням технології пасивного інфрачервоного визначення, глушення багатьох загроз за допомогою керованого проміню і викиду дипольних відбивачей і хибних теплових цілей (ХТЦ).

Заслуговує уваги і обладнання вантажного літака MD-10 протиракетної системою Guardian. Вона являє собою модернізовану і адаптовану для застосування в цивільних цілях систему військового призначення Nemesis, яка встановлюється на літаках і вертольотах ВПС США. Алгоритм роботи Guardian аналогічний розробленим. Датчики системи визначають ракету і відслідковують її політ з безперервним визначенням поточних координат, по цим даним вмикається лазер і наводиться на ГСН ракети, в результаті чого ціль губиться і ракета відводиться убік. Раніше система випробувалась на літаках типу MD-11 і Boeing 747. Недоліком системи є висока вартість, близько 1 млн. доларів за одиницю.

Компанія BAE Systems розробила систему захисту цивільних авіалайнерів від ПЗРК під назвою Jet Eye, робота якої також основана на використанні лазерного опромінювання для «засліплення» ІЧ-ГСН ракет. Поворотні лазерні установки розміщені під фюзеляжем і площинах літака. Система створена на базі засобів захисту бойових літаків Advanced Threat Infrared Countermeasures System. Поряд з лазерними системами захисту для протидії ракетам ПЗРК у США, як і в других країнах, продовжується використання і вдосконалення дипольних відбивачей і ІЧ-пасток.

За думкою російських і іноземних фахівців, найбільш ефективним засобом захисту від зенітних ракет з ІЧ-ГСН, в т.ч. і перспективних, вважаються гостронаправлені лазерні системи захисту. Останнім часом РФ були проведені випробування системи MANTA, яка призначена для захисту ЛА цивільного призначення від ракет ПЗРК. Ця система розроблена корпорацією російських підприємств за контрактом з європейською корпорацією Indra.

Лазерна система MANTA спроможна подавляти усі типи ІЧ-ГСН зенітних керованих ракет сучасних і перспективних ПЗРК.

Основа системи MANTA – автоматична бортова лазерна станція постановки завад ALJS, яка створює кодіроване багатоспектрально завадове опромінення у широкій ІЧ-смугі. Воно призводить до засвітці ІЧ-приемника ГСН ракети і формуванню хибного сигналу, якій відхиляє рулі ракет, що приводить до зриву наведення ракети на ціль, яка відібрана. Одночасно станція ALJS оцінює ефективність завади на ракету за фактом зникнення відбитого лазерного опромінювання від її ГСН, що засвідчує про втрату цілі. Повний цикл від виявлення атакуючої ракети до встановлення факту зриву самої атаки здійснюється автоматично без залучення екіпажу.

На озброєння Збройних Сил Російської Федерації останнім часом надійшов бортовий комплекс «Президент-С», який забезпечує повноцінний активний захист вертольотів від усіх типів ракет з тепловими голівками самонаведення. Комплекс працює в автоматичному режимі і лише повідомляє пілота про виконану роботу щодо захисту ЛА.

На авіасалоні «МАКС 2015» був представлений десантно-штурмовий вертоліт Ми-8АМТШ з автоматизованим бортовим комплексом оборони Л 370 Э8 «Витебск», до складу якого входять три станції оптико-електронних завад, чотири ультрафіолетових пеленгатори пуску ракет, а також два прилади викиду хибних теплових цілей.

Багатофункціональний комплекс РЭБ «Хибины» забезпечує індивідуальний захист літаків від ракетних атак винищувачів противника та назем-

них систем ППО. Розумна електроніка створює електронне облаво та літак, на якому встановлено обладнання, стає невидимим для радарів і голівок самонаведення противника. Комплекс «Хибины» був випробуваний на літаках Су-24 у 2014 році в акваторії Чорного моря у 2014, в даний час штатно встановлюється на фронтові бомбардувальники Су-34.

На цьому Російський військовий авіапром не планує зупинитись, винищувач п'ятого покоління Т-50 обладнується автоматизованим комплексом РЭБ новітнього покоління «Гімалай». Вмонтовано у фюзеляж і крила обладнання не тільки захищає літак від ворожих ракет, воно дозволяє «бачить» і обстрілювати літаки-«невидимки» противника.

У Республіці Білорусь прийнято на озброєння БКО «Талісман», якій забезпечує в автоматичному режимі захист літака від зенітних, авіаційних керованих ракет з ГСН різних типів випромінювань. Комплекс оснащений бар'єрним радіолокатором для визначення та попередження екіпажу про наближення авіаційної або зенітної керованої ракети з оптичної (теплової) ГСН.

Існують і інші програми у провідних в військовому відношенні держав світу щодо створення і модифікації бортових комплексів оборони ЛА, які аналогічні наведеним вище.

Підприємствами вітчизняного виробництва розроблено та вдосконалюється бортове обладнання для захисту ЛА. Так науково-виробничим підприємством "Адрон" розроблено комплекс захисту ЛА "Адрос" КТ-01АВ, до складу якого сплановано включити станції активних завад (до вертольотів і літаків вони декілька відрізняються), а також системи викиду хибних теплових цілей і зниження інфрачервоної помітності ЛА. Крім цього сплановано встановити датчики виявлення пуску ракет. Система ХТЦ і станція активних завад, яка забезпечує зрив наведення ракети, за суттю, доповнюють одна другу, підвищують ефективність захисту ЛА.

Станція "Адрос", у відмінність від інших систем захисту, забезпечує круговий захист вертольоту в умовах, коли потужність її опромінення нижче потужності теплового опромінення двигунів вертольоту, якій підлягає захисту. Крім того, вона не потребує інформації про тип та частоту роботи ІЧ-ГСН ракети, засобів виявлення пусків ракет і їх супроводження підчас польоту відносно проста за конструкцією і має високу ступень надійності. За інформацією розробників станція спроможна забезпечити круговий захист вертольотів від усіх типів керованих ракет з ІЧ-ГСН з вірогідністю зриву атаки ракети не менш ніж 0,8. Але комплексного захисту ЛА від ракет з різними типами ГСН, в особливості радіолокаційного, і автоматичного

прийняття рішення на застосування засобів захисту вона не вирішує.

## Висновки

Таким чином, проаналізував досвід провідних країн світу в створенні і вдосконаленні сучасних засобів ураження та їх протидії - бортових комплексів захисту застосування авіації можна зробити висновки:

останнім часом провідними країнами світу здійснюються заходи щодо вдосконалення систем голівок самонаведення, розширення ділянок застосування смуги спектру ГСН зенітних керованих ракет;

найкращі можливості самозахисту ЛА визначаються комбінацією підсистем, спроможних протидіяти радіочастотним, інфрачервоним і лазерним загрозам, об'єднаним в єдину автоматизовану систему, яка спроможна приймати рішення на застосування тих чи інших засобів захисту;

в умовах постійного зростання обсягу інформації, що підлягає обробці для прийняття ефективних рішень екіпажем, а також скорочення часу на вироблення рішення використання засобів автоматизації систем озброєння є необхідністю, та важливим елементом для захисту ЛА від ураження.

Алгоритмічними завданнями такої системи можуть бути:

робота в єдиному алгоритмі підсистем виявлення і протидії атакуючим ракетами з різними типами голівок самонаведення;

автоматичний пошук систем радіолокаційного, теплового та лазерного опромінення;

попередження екіпажу про опромінювання;

аналіз параметрів опромінювання та поточних координат його джерела, формування управляючих команд на постановку відповідних завад (пасток), в тому числі без участі екіпажу;

виявлення пуску зенітних ракет за сплеском інфрачервоного випромінювання, радіолокаційним або лазерним супроводженням та видача інформації екіпажу;

супроводження засобів ураження та формування команд на їх «засліплення» лазерним опроміненням або радіопідрів бойової частини ракети;

повідомлення екіпажу про прийняте рішення;

оцінка ефективності зриву атаки комплексом оборони і екіпажем;

переведення системи в режим автоматичного пошуку радіолокаційного, теплового та лазерного опромінення.

## Список літератури

1. Системы управления вооружением истребителей. Основы интеллекта многофункционального самолета / Под ред. Академика РАН Е. А. Федосова. – М. : Машиностроение. 2005. – 400 с.

2. Інформаційні системи нового покоління як чинник забезпечення національних інтересів / В.В. Балабін, І.В. Замаруєва, С.В. Ленков, Л.О. Рось // Наука і оборона, – 2007. – С. 40-45.

3. Казахов Б. Как обезвредить радар противника? Поражение радиоэлектронных объектов средств воздушного нападения в системе ПВО [Электронный ресурс] / Б. Казахов // [Интернет-журнал "Армейский Вестник"]. – 2014. – 9. – С. 46-50. – Режим доступа к материалу: [http://sc.mil.ru/files/morf/military/archive/AC\\_09\\_2014\\_0.pdf](http://sc.mil.ru/files/morf/military/archive/AC_09_2014_0.pdf)

4. Щербинин Р. Головки самонаведения перспективных зарубежных управляемых ракет и авиабомб / Р. Щербинин // Зарубежное военное обозрение. – 2009. – № 4. – С. 64-68.

5. Верба (переносной зенитный ракетный комплекс) [Электронный ресурс]. – Режим доступа к материалу: <https://ru.wikipedia.org/>...

Надійшла до редколегії 15.12.2015

**Рецензент:** канд. техн. наук, проф. Ю.І. Миргород, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

## ОБОСНОВАНИЕ АЛГОРИТМИЧНЫХ ЗАДАНИЙ СОВРЕМЕННЫХ АНАЛИТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ БОРТОВОГО КОМПЛЕКСА ОБОРОНЫ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

О.М. Шелякин, А.П. Борисюк, И.В. Шейн

*Проведен анализ современных управляемых средств поражения летательных аппаратов ведущих в военном отношении стран мира и их противодействия – бортовых комплексов защиты летательных аппаратов, обоснования необходимости разработки современных аналитических средств, для бортового комплекса обороны и их алгоритмических заданий.*

**Ключевые слова:** современные управляемые средства поражения, бортовые комплексы защиты летательных аппаратов, информационные технологии, алгоритмические задания.

## ALGORITHMIC TASKS GROUND FOR MODERN ANALYTICAL FACILITIES OF DEFENSIVE SIDE COMPLEX OF AIRCRAFTS

O.M. Shelyakin, O.P. Borisyuk, I.V. Shein

*The analysis of the modern guided decimators aircrafts of lead in a military relation countries of the world and their counteraction is conducted – side complexes of defence of aircrafts, ground of necessity of development of modern analytical facilities, for the side complex of defensive and their algorithmic tasks.*

**Keywords:** modern guided decimators, side complexes of defence of aircrafts, information technologies, algorithmic tasks.