

ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВА ТЕХНІКА

1(17)
2018

НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЖУРНАЛ

ЩОКВАРТАЛЬНИК
ВИДАЄТЬСЯ З СІЧНЯ 2014 РОКУ

Керівник проекту,
голова редакційної ради

І.Б. Чепков,

д-р техн. наук

Редакційна колегія:

С.В. Лапицький, д.т.н., гол. ред.
(ЦНДІ ОВТ ЗСУ)

М.І. Васьківський, д.т.н., заст. гол. ред.
(ЦНДІ ОВТ ЗСУ)

В.В. Глебов, д.т.н. (ХКБМ)

А.С. Довгополий, д.т.н. (ЦНДІ ОВТ ЗСУ)

В.В. Зубарев, д.т.н. (ЦНДІ ОВТ ЗСУ)

А.М. Зубков, д.т.н. (НАСВ)

О.П. Коростельов, д.т.н. (ДержККБ «Луч»)»

Д.Б. Кучер, д.т.н. (ІВМС НУОМА)

Д.П. Кучеров, д.т.н. (НАУ)

Б.М. Ланецький, д.т.н. (ХНУПС)

М.І. Луканін, д.т.н. (ЦНДІ ОВТ ЗСУ)

М.М. Мітрахович, д.т.н.

(ДП «Івченко-Прогрес»)

Б.О. Олійник, д.т.н. (ЛНДРТІ)

П.П. Чабаненко, д.в.н., (ЦНДІ ОВТ ЗСУ)

С.М. Гімбер, секр. (ЦНДІ ОВТ ЗСУ)

Редакційна рада:

Ю.А. Гусак, д.в.н. (ВНУ ГШ ЗСУ)

М.М. Шевцов (ОЗСУ)

Г.В. Певцов, д.т.н. (ХНУПС)

П.П. Ткачук, д.іст.н. (НАСВ)

І.В. Толок, к.пед.н. (ДВОН МОУ)

В.Б. Толубко, д.т.н. (ДУТ)

О.В. Харченко, д.т.н. (ДНДІА)

Розглянуто та схвалено до друку
науково-технічною радою
ЦНДІ ОВТ ЗС України
(протокол № 11 від 11.12.2017)
Оригінальний макет виготовлено
Видавничим домом Дмитра Буряго

Адреса редакції:

Україна, 03049, м. Київ,
пр-т Повітрофлотський, 28
Тел.: (044) 271-0966
Факс: (044) 520-12-84
E-mail: cndi_ovt@mil.gov.ua

Свідство про державну реєстрацію
друкованого засобу масової інформації
серія КВ №20209-10009Р від 20.08.2013

Журнал входить до переліку наукових видань
Міністерства освіти і науки України
(наказ №7-дск від 30.09.2014)



У НОМЕРІ

ВОЄННО-ТЕХНІЧНА ПОЛІТИКА

- Дихановський В.М., Русевич А.О., Еггінтон Б.* Концепція планування розвитку озброєння на основі євроатлантичних підходів 3
Дихановський В.М., Мironюк С.С. Розширення закупівель озброєння за рахунок зниження корупційних ризиків 13

АРТИЛЕРІЙСЬКЕ ТА СТРІЛЕЦЬКЕ ОЗБРОЄННЯ

- Шийко О.М., Полениця П.В., Сергієв С.В.* Розрахункове визначення деривації артилерійських снарядів 18
Сенаторов В.Н., Гурнович А.В., Сенаторов Н.В. Сетка коллиматорного прицела для пістолета-пулемета 21

АВТОМОБІЛЬНА ТЕХНІКА

- Крайник Л. В., Грубель М. Г.* Проблема оновлення автопарку Збройних Сил України та формування перспективного типуажу військової автомобільної техніки в аспекті сучасних тенденцій 24

ЗЕНІТНІ РАКЕТНІ КОМПЛЕКСИ

- Николаєв І.М.* Пропозиції щодо порядку використання іноземної елементної компонентної бази в радіоелектронній апаратурі зенітного ракетного озброєння, за яким не здійснюється авторський нагляд 32

РАКЕТНІ КОМПЛЕКСИ

- Ланецький Б.Н., Лукьянчук В.В., Николаєв І.М., Трофименко Ю.В.* Оцінка можливості та умовий застосування високоскоростної крилатої ракети противоракетного маневра і радіоелектронних помах для подолання зони протиповітряної оборони 38

ЛІТАКИ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

- Смирнов В.А., Нерубацький В.Е.* Методические аспекты проведения исследований по нормированию пилотажных характеристик самолетов: применение шкалы пилотажных оценок 46
Нор П. И. Современные тенденции развития реактивных учебно-тренировочных самолетов 53

ТЕХНІКА ТА ОЗБРОЄННЯ ВІЙСЬКОВО-МОРСЬКИХ СИЛ

- Лейко О. Г., Дереза А. В., Аверічев І. В., Кочарян О. О.* Особливості забезпечення енергетичної ефективності випромінювання гідроакустичних станцій 61

ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ

- Довгополий А. С., Пономаренко С. О., Твердохлібов В. В., Білобородов О. О.* Удосконалення систем супутникової навігації озброєння та військової техніки в умовах впливу навмисних перешкод 66

ВИРОБНИЦТВО, МОДЕРНІЗАЦІЯ, РЕМОНТ

- Любарєць А. А., Шатров А. М., Шишанов М. О., Павловський І. В.* Методологічні основи обґрунтування структури системи підтримання справності засобів ураження, за якими не здійснюється авторський нагляд 72

ІНФОРМАЦІЯ

- Комаров В.* Всеармійський конкурс «Кращий винахід року – 2017» 76
Слюсар В. И. Персональний хаб як елемент екіпіровки 79
Виставки озброєння 2018 85

- РЕЗЮМЕ 90

WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT

1(17)
2018

SCIENTIFIC JOURNAL

QUARTERLY
PUBLISHED SINCE JANUARY 2014

TABLE OF CONTENTS

MILITARY TECHNICAL POLICY

- Dykhanovskiy V. M., Rusevych A. O., Egginton B.* Concept of planning of weapons development on the Euro-atlantic approaches basis 3
Dykhanovskiy V. M., Myronyuk S. S. Expansion of armament procurement by means of corruption risks lowering 13

ARTILLERY WEAPONS & SMALL ARMS

- Shyiko O. M., Polenica P. V., Sergeev S. V.* Definition of the derivation of artillery shells by means of calculations. 18
Senatorov V. M., Gurnovych A. V., Senatorov M. V. Collimator sight reticle for submachine gun 21

TACTICAL WHEELED VEHICLES

- Krajnyk L., Hrubel M.* Problem of updating motor transport pool of the Armed Forces of Ukraine and formation of military automotive equipment of advanced type in the context of modern trends 24

AIR DEFENSE SYSTEMS

- Nikolaev I.* Suggestions on the usage of foreign component base in the radio electronics of the anti-aircraft missile armaments that are not subject to the authorial supervision. . . 32

MISSILE SYSTEMS

- Lanetskii B. N., Lukyanchuk V. V., Nikolaev I. M., Trofimenko Yu. V.* Estimation of possibility and terms of employment of anti-missile maneuver and radio electronic countermeasures by a high-speed cruise missile for breaking through the kill zones of air defenses 38

MILITARY AIRCRAFTS

- Smirnov V. O., Nerubatsky V. O.* Methodical aspects of research on aircraft handling qualities rationing: application of the scale of pilot rating 46
Nor P. I. Modern trends of the jet trainer development 53

NAVY ARMAMENT& EQUIPMENT

- Leiko O., Derepa A., Averichev I., Kocharian O.* Features of providing energy efficiency of radiation of hydroacoustic stations. 61

INFORMATION SYSTEMS

- Dovhopoliy A. S., Ponomarenko S. O., Tverdohlibov V. V., Biloborodov O. O.* Improvement of the satellite navigation systems of weapons and military equipment in conditions of jamming 66

PRODUCTION, MODERNIZATION, MAINTENANCE

- Lyubarets A. A., Shatrov A. M., Syshanov M. O., Pavlovskiy I. V.* Methodological base of the substantiation of structure of destruction facilities support system that are not subject to the authorial supervision. 72

INPUTS

- Komarov V.* All-Army Contest "Best Invention of the Year – 2017" 76
Slyusar V. I. Personal Hub as a Component of Gear. 79
Defence and Security International Exhibitions 2018 85

- RESUME 90

**Project Manager,
Editorial Director**
Chepkov I.B.,
DEng

Editorial Board:

Lapytskiy S.V., DEng, Chief Editor (CRI WME AFU)
Vaskivskiy M.I., DEng, (CRI WME AFU)
Glebov V.V., DEng (KMDB)
Dovhopoliy A.S., DEng (CRI WME AFU)
Zubariev V.V., DEng (CRI WME AFU)
Zubkov A.M., DEng (Hetman Petro Sahaidachnyi NAA)
Korostelyov O.P., DEng ("SKDB"Luch")
Kucher D.B., DEng (NI NU "OMA")
Kuchero D.P., DEng (NAU)
Lanetskiy B.M., DEng (KNUAF)
Lukhanin M.I., DEng (CRI WME AFU)
Mitrahovych M.M., DEng (SE Ivchenko-Progress)
Oliyarnyk B.O., DEng (SE LRERI)
Chabanenko P.P., DScMil, (CRI WME AFU)
Himber S.M., secretary, (CRI WME AFU)

Editors:

Husak Yu.A., DScMil (MSD GS AFU)
Shevtsov M.M. (AAFU)
Pyevtsov H.V., DEng (KNUAF)
Tkachuk P.P., DSc (Hetman Petro Sahaidachnyi NAA)
Tolok I.V., Cand. Sc. (DMES MoD of Ukraine)
Tolubko V.B., DEng (SUT)
Kharchenko O.V., DEng (SRIA)

Reviewed and approved for publication by
Science and Engineering Board
(record No.11 of 11.12.2017)

Original dummy copy was made
by Dmitry Burago Publishing House

Editorial address:

Ukraine, 03049, Kyiv
28, Povitroflotky Ave
tel.: (044) 271-0966
fax: (044) 520-12-84
E-mail: cndi_ovt@mil.gov.ua

Printed Medium State Registration Certificate
serial No. KB 20209-10009R of 20.08.2013

Journal is in the list of scientific professional
publications of the Ministry of Education and
Science of Ukraine
(order No.7-FOUO of 30.09.2014)



УДК 64.012.27

В. М. ДИХАНОВСЬКИЙ, доктор технічних наук,
старший науковий співробітник,

А. О. РУСЕВИЧ, старший науковий співробітник
(Центральний науково-дослідний інститут
озброєння та військової техніки Збройних Сил
України, м. Київ),

Б. ЕГГІНТОН, доктор наук
(Академія оборони Великої Британії, м. Шривенхам,
Уілтшир)

Концепція планування розвитку озброєння на основі євроатлантичних підходів

Розглянута доцільність використання євроатлантичних підходів у системі оборонного планування. Започатковане формування концепції планування розвитку озброєння та військової техніки, в основу якої покладено методологію ціннісно-орієнтованого управління проектами, програмами і портфелями, інтегровану до системи планування розробки і закупівлі озброєння та військової техніки в Україні. Найбільшу увагу приділено формулюванню поняття "цінність". Надано пропозиції щодо кількісної оцінки її величини.

Ключові слова: управління програмами і портфелями; поняття "проект", "програма", "портфель", "бачення", "місія", "цінність".

Рассмотрена целесообразность использования евроатлантических подходов в системе оборонного планирования. Положено начало формированию концепции планирования развития вооружения и военной техники, в основе которой методология ценностно-ориентированного управления проектами, программами и портфелями, интегрированная в систему планирования разработки и закупки вооружения и военной техники в Украине. Наибольшее внимание уделено формулированию понятия "ценность". Предложена количественная оценка ее величины.

Ключевые слова: управление программой и портфелями; понятие "проект", "программа", "портфель", "видение", "миссия", "ценность".

Останніми десятиліттями в системі державного управління України відбулися кардинальні зміни. У першу чергу це пов'язано з тим, що ми відмовились від визначальної ролі ідеології, а в центр уваги поставлена людина, її життя і здоров'я, честь і гідність, недоторканість і безпека. Ці зміни не можуть відбутися миттєво, що пов'язано з масштабністю державних реформ та їх впливу на всі сфери життєдіяльності держави. Зокрема, залишаються недосконалими процедури оборонного планування, їх недостатня узгодженість з бюджетним процесом, недосконалість механізмів програмного управління оборонними ресурсами [1]. Теперішні процедури оборонного планування побудовані на уламках, що залишилися після розпаду Радянського Союзу, вони ґрунтувалися на абсолютній централізації влади і суцільній державній власності на засоби виробництва. На відміну від радянських часів, в основу економіки сучасної України покладено ринкові умови, рівність перед законом всіх суб'єктів господарської діяльності. Ці обставини вимагають принципово інших підходів до оборонного планування. Доцільно використати досвід держав євроатлантичного союзу, де ефективність оборонного планування в умовах ринкової економіки підтверджена протягом десятиліть. Зокрема, планується впровадження ефективної уніфікованої системи планування та управління ресурсами з використанням сучасних європейських та євроатлантичних підходів [2].

Наразі в Україні триває реформування Міністерства оборони та Збройних Сил, основні заходи якого визначено Стратегічним оборонним бюлетенем України, введеним в дію Указом Президента України від 6 червня 2016 року № 240/2016 [1]. Тут важлива увага приділена впровадженню сучасних євроатлантичних підходів у систему оборонного планування. На виконання цих заходів рішенням Міністра оборони України проводиться цикл навчальних курсів з питань стратегічного (оборонного) планування за участю викладачів Академії оборони Великої Британії та представників Групи з розбудови оборонних інституцій Сполучених Штатів Америки.

Євроатлантичні підходи в системі оборонного планування ґрунтуються на методології ціннісно-орієнтованого управління проектами, програмами і портфелями (project, programme and portfolio management – P3M). Разом з тим, розпочато новий цикл робіт з розробки Державної цільової оборонної програми розвитку озброєння та військової техніки на період до 2026 року (ДЦОПР ОВТ – 2026). При цьому поставлене наукове завдання не лише сформулювати проект цієї програми, а й розробити науково-методичний апарат для її розробки і реалізації. Слід зазначити, що в Україні програми, аналогічні ДЦОПР ОВТ – 2026, з позицій євроатлантичних принципів та підходів до системи оборонного планування за своєю сутністю є портфелями, а не програмами. Тому в цій статті такі програми будуть називатися портфелями.

Цю статтю спрямовано на формування концепції планування розвитку озброєння та військової техніки на основі євроатлантичних підходів. В основу цієї концепції покладено методологію ціннісно-орієнтованого

управління проектами, програмами і портфелями, інтегровану до системи планування розробки і закупівлі озброєння та військової техніки в Україні.

У сучасному світі РЗМ стала загально визнаною професійною діяльністю. РЗМ широко використовується в усіх сферах цілеспрямованої й програмно-орієнтованої діяльності [3]. За останні десятиліття РЗМ сформувалась як нова культура управлінської діяльності і стала своєрідною культурною сполукою в цивілізованому діловому співробітництві різних країн. Сьогодні важко знайти хоча б одну успішну компанію, яка б не використовувала систему знань з РЗМ.

В умовах зростання тенденції до орієнтації організацій на проектне управління очевидна потреба розвитку методології управління не лише проектами, а й програмами і портфелями, а також адекватного відображення в ній специфіки ціннісно-орієнтованого управління. На формування методологій ціннісно-орієнтованого управління значно вплинули роботи Р. Д. Арчібальда, С. Д. Бушуєва, Ф. Грея Кліфорда, Др. З. Мілошевич, Х. Танаки, Дж. Р. Тернера та інших.

У світі після кризи з глобальним конкурентним оточенням розвиток організацій як складних систем залежить не лише від вироблення продуктів, але й від впровадження інноваційних проектів і програм. Керівники підприємств постійно шукають нові інструменти управління підприємствами і важелі для підвищення конкурентоздатності [4]. Завдяки своїй ефективності все більш популярним стає “портфельний підхід” до управління розвитком організацій. Зокрема, в США “портфельний підхід” запроваджено вже у 2007 році. У Великобританії “портфельний підхід” до управління розвитком організацій у державному секторі також використовувався в той же час, але у 2010 році нова адміністрація стала активніше працювати в цьому напрямі. Було започатковано так званий “Основний портфель проектів” (ОПП), який складав близько 40 найбільших державних інвестицій у розвиток усіх урядових відомств, у тому числі й міністерства оборони Великобританії [5, 6].

Для реалізації поточних заходів економії бюджетних коштів прем’єр-міністр Великобританії Д. Кameron (David William Donald Cameron) 25 січня 2011 року видав розпорядження, в якому було оголошено про створення нової функції, для здійснення якої в рамках кабінету міністрів було створено Головне управління проектами (ГУП) під керівництвом Ф. Моуда (Francis Anthony Aylmer Maude). Це розпорядження спрямовано на покращення обліку виконання державних проектів та забезпечення раціональної витрати грошей платників податків. Таким чином, глава уряду Великобританії фактично легітимізував використання слова “портфель” у своїй діяльності та по суті почав процес впровадження підходу до інвестицій у розвиток ефективності роботи уряду Великобританії на основі РЗМ [5].

Керівній групі, яка була створена у 2010 році під головуванням лорда Левена (Peter Keith Levene), було доручено повномасштабно вивчити структуру та управління Міністерства оборони Великобританії та

сформулювати рекомендації з підвищення ефективності його роботи [7, 8]. У цих рекомендаціях повною мірою відбилися підходи до управління портфелем: посилення стратегічного корпоративного управління, більш ефективне визначення пріоритетів, краще узгодження інвестицій із стратегічними цілями з більшим розширенням можливостей та підвітності, що є підставою для покращення управління ефективністю. Принципи РЗМ з того часу сформували багато змін, внесених в рамках оборонної реформи. Вважається, що завдяки цьому стало можливим підтримувати кращий баланс інвестиційних рішень, чітко пов’язаний із цілями, пріоритетами та наявними ресурсами.

Оборонні проекти є складними. Їх виконують із суворими вимогами, неминучими обмеженнями часу та обмеженими бюджетами. Крім того, вони містять не тільки питання вироблення озброєння та військової техніки (ОВТ), а також узгодження інших важливих аспектів, які разом формують певну спроможність Збройних Сил України (ЗСУ). У Великобританії вони називаються “плани розвитку оборони” (defence lines of development – DLODs) і передбачають все необхідне: навчання, людей, інфраструктуру, доктрину, інформацію та логістику (Training, People, Infrastructure, Doctrine, Information and Logistics – TEPIDOIL) [9, 10]. Кожен із цих елементів має важливе значення для успішної реалізації проекту.

Спектр оборонних проектів величезний. Вони включають інвестиції від декількох мільйонів гривень (дуже маленький проект за стандартами оборони) до декількох мільярдів. У Великобританії існує понад 900 “проектів”, що становлять план міністерства оборони Великобританії з оснащення військ (UK Ministry of Defence equipment plan). У США це число у 5 або навіть 10 разів більше. Важливість знань, навичок та досвіду управління проектами визнана як міністерством оборони США та і міністерством оборони Великобританії, і це є частиною стандартної системи корпоративної компетенції. Останні роки характеризуються досягненням значного прогресу в покращенні ефективності проектів.

Разом з тим, спостерігається значний опір впровадженню РЗМ у систему оборонного планування Великобританії. Сам факт необхідності легітимізації головою уряду Великобританії використання слова “портфель” у діяльності державних органів влади свідчить про недостатнє розуміння чиновниками важливості застосування підходів РЗМ. З огляду на це у Великобританії були досліджені результати роботи міністерства оборони за підсумками перших років. Дослідження показало, що всі переваги від впровадження РЗМ в систему оборонного планування Великобританії були на рівні особистостей та включали обізнаність про РЗМ, вільне володіння технічною мовою та розвиток основних навичок. Відзначалося, що є потреба удосконалювати методи навчання персоналу в галузі РЗМ. Зокрема, більше уваги приділяти принципу “науково-дослідного навчання” [11]. Є потреба в більш глибокому усвідомленні загальної картини системи РЗМ посадовими особами всіх рівнів оборонного відомства. Слід зазначити, що

універсальних формулювань основних понять системи РЗМ не існує. Навіть в межах однієї держави одне й те ж поняття трактується по-різному, залежно від сфери, в якій застосовується РЗМ.

Метою цієї статті є формування концепції планування розвитку озброєння та військової техніки на основі євроатлантичних підходів, на яку можна буде спиратися при побудові нової системи оборонного планування в Україні. В основу цієї концепції покладено методологію ціннісно-орієнтованого управління проектами, програмами і портфелями, інтегровану до системи планування розробки і закупівлі озброєння та військової техніки. Для її формування буде надано визначення таких понять, як “проект”, “програма”, “портфель”, “бачення”, “місія”, “цінність” та інших понять, що становитимуть основу цієї методології. Необхідно побудувати підходи до формування показників, на ґрунті яких буде визначатись ефективність виконання проектів, програм і портфелів, а також здійснюватись управління їх виконанням за принципами ціннісно-орієнтованого управління.

Важливими складовими елементами концепції планування розвитку озброєння та військової техніки на основі євроатлантичних підходів є поняттями “бачення” і “місія”. З їх урахуванням формулюються поняття “проект”, “програма” і “портфель”. Особливе місце належить поняттю “цінність”, оскільки євроатлантичні підходи в системі оборонного планування ґрунтуються на методології ціннісно-орієнтованого управління проектами, програмами і портфелями.

Універсальних стандартних визначень для цих понять не існує, оскільки різні держави можуть мати свій національний стандарт у сфері РЗМ. Організації, що працюють у цій сфері, можуть користуватися одним з цих стандартів або власними підходами з урахуванням своєї специфіки. Тому для формування методології ціннісно-орієнтованого управління проектами, програмами і портфелями, інтегрованої до системи планування розробки і закупівлі озброєння та військової техніки в Україні, було б доцільно надати власну інтерпретацію визначальних понять на основі опублікованих стандартів та визначень.

“Місія” – це загальне поняття для ділової активності, що використовується як підґрунтя для визначення чи фіксування мети організації. Наприклад, організація може визначити свою місію так: “Наша місія – бути кращим виробником у світі високотехнологічних рішень”. Іншим поняттям є “бачення”. Часто поняття “місія” і “бачення” плутають, але їх змістовне навантаження різне. “Бачення” – це твердження, що висловлює майбутні наміри, наприклад: “Ми стоїмо на цьому пагорбі, але ми повинні першими бути на вищому пагорбі”. Потім формулювання поняття “місія” описує підхід, який буде вжито для досягнення цього бачення. У даному випадку доречне таке формулювання: “Наша місія – бути найсильнішим і найшвидшим у переході від цього пагорба до іншого пагорба”.

З погляду РЗМ, формулювання бачення висловлює майбутні наміри: де ми хочемо бути, тоді як місія – це підхід, який буде використаний для досягнення

цього бачення. Наприклад, “Наше бачення – стати більш ефективним та кваліфікованим відділом”, “Наша місія полягає у гнучкості, адаптивності та швидкості в зміні наших способів роботи та сприйнятті нових ідей”. Отже, “портфельне” бачення може бути використане для досягнення стратегічного плану інвестицій у цей портфель. Важливо бути в змозі поєднати портфельне бачення зі стратегічними цілями організації, а це загальне бачення.

Для ДЦОПР ОВТ – 2026 формулювання поняття “бачення” і “місія” повинні ґрунтуватися на визначальному положенні Конституції України, що міститься в статті 17: “Захист суверенітету і територіальної цілісності України, забезпечення її економічної та інформаційної безпеки є найважливішими функціями держави, справою всього українського народу”. Оборона України, захист її суверенітету, територіальної цілісності і недоторканності покладаються на ЗСУ. Виходячи з цього, бачення ДЦОПР ОВТ – 2026 полягає в забезпеченні оборони України, захисті її суверенітету, територіальної цілісності і недоторканності. Відповідно до цього місія ДЦОПР ОВТ – 2026 полягає в комплексному переоснащенні структурних одиниць ЗСУ сучасним озброєнням та військовою технікою.

Формулювання понять “проект”, “програма” і “портфель”, не дивлячись на їх різницю у стандартах різних держав і організацій, мають схожі підходи щодо їх змістовного навантаження. А саме, відповідно до британського стандарту 6079 поняття “проект” трактується так: “проект – унікальний пакет узгоджених заходів із зазначенням початкового та завершального етапів, що вживаються особою або організацією з метою реалізації певних завдань у межах встановленого часу, фінансових ресурсів та показників продуктивності”. Деяко інше формулювання надано Асоціацією управління проектами Великобританії: “проект – унікальний перехідний захід, що спрямовано на реалізацію спланованих завдань”. Формулювання Інституту управління проектами США (американський національний стандарт ANSI / PMI 08-003-2008): “проект – тимчасовий захід, що спрямовано на створення унікального продукту, послуги або результату”. Формулювання Асоціації управління проектами Японії: “проект – унікальний, тимчасовий, невизначений та плідний захід, що ґрунтується на певній місії”.

Діапазон формулювань поняття “проект” не обмежується згаданими організаціями, але саме вони є найбільш авторитетними в системі РЗМ, тому інші так чи інакше беруть до уваги їхні формулювання. У всіх чотирьох формулюваннях є спільними деякі ключові поняття: унікальність (присутнє слово “унікальний”), плановість (характеризується словом “захід”), тимчасовість (про це свідчать слова “тимчасовий”, “перехідний”, “в межах встановленого часу”), спрямованість на результат (про це свідчать слова “реалізація завдань”, “створення результату”, “місія”).

Для формування методології РЗМ, інтегрованої до системи розробки і закупівлі озброєння та військової техніки в Україні, було враховано відомі формулювання поняття “проект” і на їх підґрунті пропонується таке

формулювання: “проект – пакет узгоджених заходів, спрямованих на створення унікального продукту”.

Протягом 2000-х років відбулося переосмислення процесу управління проектом із збільшенням пріоритету управління програмою та портфелем.

Розглянемо формулювання поняття “програма”. Відповідно до британського стандарту 6079 воно формулюється так: “програма – це пакет взаємопов’язаних проектів”. Управління державної торгівлі Великобританії дає інше формулювання: “програма – тимчасова організація із гнучкою структурою, створена з метою координації, управління та контролю над реалізацією низки (або пакета) взаємопов’язаних проектів та заходів, спрямованих на досягнення результату та отримання переваг з огляду на стратегічні завдання організації”. Формулювання Інституту управління проектами США (американський національний стандарт ANSI / PMI 08-003-2008): “програма – пакет взаємопов’язаних проектів із узгодженим управлінням, реалізація яких дозволяє отримати певні переваги та контроль, що є недосяжними в разі управління окремими проектами”. Формулювання Асоціації управління проектами Японії: “програма – підприємництво, в якому органічно поєднується пакет проектів, спрямованих на реалізацію глобального завдання”.

Тут також є спільними деякі ключові поняття в усіх чотирьох формулюваннях. Формулювання британського стандарту 6079 надто обмежене, але воно містить основні поняття: “програма”, “пакет проектів” і “взаємопов’язаність проектів”. Спільним є поняття масштабності завдань, визначених програмою, про що свідчать слова “стратегічне завдання”, “глобальне завдання”, “недосяжність в разі управління окремими проектами”.

Для формування методології РЗМ, інтегрованої до системи розробки і закупівлі озброєння та військової техніки в Україні, було враховано ці формулювання поняття “програма” і на їх підґрунті пропонується таке: “програма – органічне поєднання пакета проектів, спрямованих на реалізацію глобального завдання, що недосяжне в разі управління поодинокими проектами”.

Надамо порівняння характерних властивостей двох розглянутих понять.

Програмний підхід має певні переваги у порівнянні з іншими формами досягнення стратегічних завдань, зокрема такі:

дозволяє зберегти стратегічне бачення відносно низки проектів;

створює раціональну структуру для вирішення конкуруючих запитів на отримання ресурсів;

зближує взаємопов’язані проекти: незалежні ініціативи управляються як єдине ціле;

надає структурований “організаційний прошарок” між “проектами” та “стратегією”, що дозволяє отримати “контекст” та “контроль”;

сприяє ухваленню рішень незалежно від організаційних обмежень;

дозволяє налагодити послідовну роботу серед розрізнених складових підприємства;

скеровує запровадження рішень в економічні операції; забезпечує підтримку керівництва на відповідному рівні.

Наступним розглянемо формулювання поняття “портфель”. Управління державної торгівлі Великобританії дає таке формулювання: “портфель – сукупність інвестицій організації у зміни, необхідні для виконання стратегічних завдань”. Асоціація управління проектами Великобританії дає більш коротке формулювання: “портфель – сукупність проектів та програм організації”, при цьому зазначається, що управління портфелем може здійснюватися на організаційному або функціональному рівнях. Формулювання Інституту управління проектами США (американський національний стандарт ANSI / PMI 08-003-2008): “портфель – сукупне поєднання всіх проектів та/або програм та/або інших робіт з метою забезпечення ефективного управління такою роботою задля вирішення стратегічних цілей підприємства”.

Спільним для всіх формулювань є поняття “сукупність”, яке означає не поєднання, а перелік не пов’язаних між собою проектів і програм. Спільним також є поняття масштабності завдань, про що свідчать слова “стратегічне завдання”, “стратегічні цілі”. Портфель не передбачає взаємопов’язаності його складових: проектів і програм. Портфель формується для забезпечення ефективного управління ресурсами при урахуванні пріоритетів організації. У процесі реалізації портфеля окремі проекти і програми можуть бути виключеними або доданими до нього в разі зміни обсягів наявних ресурсів або пріоритетів організації.

Для формування методології РЗМ, інтегрованої до системи розробки і закупівлі озброєння та військової

Проект:	Програма:
<p>коротка тривалість; встановлений початок/завершення; інтенсивність/зосередженість; один/декілька результатів; встановлений перелік сподіваних результатів; певна бізнес-операція; передача після завершенні проекту; може бути частиною програми або портфеля.</p>	<p>взаємодоповнюючий підхід; більша тривалість, менш чіткий шлях реалізації; широке охоплення та різноманіття; проекти в програмі започатковують, реалізують та закривають; знаходиться “під егідою” для забезпечення співпраці; ґрунтується на результатах всіх складових; ширше та більш динамічне середовище; складна система управління ризиками; лежить в основі контрольованого середовища реалізації програми.</p>

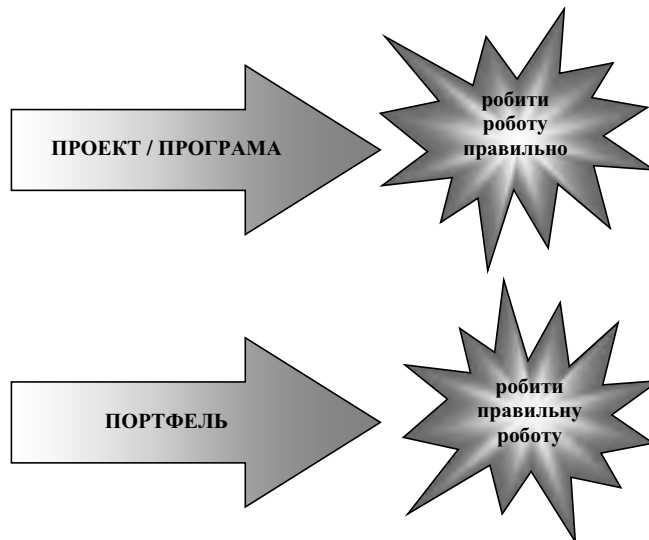


Рис. 1. Інтегральні особливості понять “проект”, “програма”, “портфель”

техніки в Україні, було враховано ці формулювання поняття “портфель” і пропонується взяти за основу формулювання Управління державної торгівлі Великобританії: “портфель – сукупність інвестицій організації у зміни, необхідні для виконання стратегічних завдань”.

Узагальнюючи формулювання понять “проект”, “програма” і “портфель”, можна окреслити їх найбільш характерні риси:

проект забезпечує досягнення конкретного, точно визначеного результату та має порівняно короткий, чітко визначений термін виконання;

програма об’єднує пакет пов’язаних між собою проектів і має тенденцію бути більш тривалою з менш ясним шляхом, спрямованим на досягнення стратегічних результатів;

портфель відображає загальні інвестиції в стратегічні зміни організації за визначеними пріоритетами.

Загальну спрямованість управління проектом, програмою, портфелем в інтегральному вигляді часто описують формулою, зображеною на рис. 1.

Заслугує уваги методологія РЗМ Кренфілдського університету Академії оборони Великобританії (Cranfield University, Defence Academy of the United

Kingdom, Shrivenham), оскільки вона була розроблена на замовлення міністерства оборони Великобританії для ґрунтовного реформування управління ресурсами під час стратегічного оборонного планування [11]. Кренфілдський університет є “академічним партнером” міністерства оборони Великобританії у сфері практичного використання РЗМ в інтересах стратегічного оборонного планування. У рамках цього партнерства міністерство оборони Великобританії як замовник науководослідного вивчення визначає напрями досліджень, і Кренфілдський університет як виконавець запрошується до надання відповідних пропозицій щодо обсягів досліджень і пов’язаних з ними витрат.

Корисним є узагальнений опис понять “проект”, “програма”, “портфель” в їхньому порівнянні, запропонований Кренфілдським університетом і поданий у табличній формі.

Кренфілдським університетом запропоновані до використання в Міністерстві оборони Великобританії для управління ресурсами під час стратегічного оборонного планування рекомендації з управління портфелями:

1. Залучення вищого керівництва: вище керівництво має публічно підтримувати та відстоювати користь

ПРОЕКТ	ПРОГРАМА	ПОРТФЕЛЬ
Зосередження на отриманні окремого або кількох результатів	Єдине бачення змін з метою отримання певних результатів з урахуванням одного або кількох завдань / переваг стратегічного характеру	Загальні (або частка) інвестиції організації в проведення змін з метою досягнення стратегічних завдань
Тимчасовий (може тривати відносно короткий період часу)	Тимчасовий (може тривати кілька років)	Постійний (постійно змінюється та відповідає процесу стратегічного планування)
Проектні плани, що зосереджуються на детальному досягненні результатів з використанням поетапних планів	Плани високого рівня, що доповнюються детальними планами	Поточний процес встановлення пріоритету та адаптування портфеля для досягнення стратегічних завдань
Чітко визначений перелік заходів, без змін	Широкий спектр, що змінюється з часом у міру визначення вимог та можливих рішень	Загальна стратегічна перспектива організації в цілому
Офіс має знаходитись при відповідній сфері діяльності	Офіс має знаходитись при відповідній сфері діяльності або у відділі корпоративних послуг	Офіс має перебувати у відділі реорганізації підприємницької діяльності (формування стратегії або фінансовому відділі) та підпорядковуватись правлінню

управління портфелем, а також активно долучатись до відповідних процесів.

2. Координування системи управління: необхідно забезпечити існування чіткої вертикалі та структури прийняття рішень, що поєднується із корпоративними процесами прийняття рішень.

3. Координування стратегії: портфель має містити певні інвестиції, що сприятимуть досягненню стратегічних завдань організації.

4. Офіс управління портфелем: до складу офісу управління портфелем, що звітує на рівні правління, мають входити експерти з РЗМ, які опікуються питаннями стандартів, аналізу, а також покращення взаємодії між управліннями, зокрема фінансовим та операційної діяльності.

5. Культура прагнення до активних змін: організація має створити культуру, що мотивує співробітників до кращої роботи, сприйняття цілей організації та відчуття себе частиною команди.

Кренфільдським університетом рекомендовано “портфельний” підхід до стратегічного оборонного планування як найбільш адекватний в сучасних умовах, що характеризуються надзвичайно складними і розгалуженими процедурами планування та їх реалізації. Протягом 10 років використання “портфельного” підходу в США і Великобританії спостерігається підвищення ефективності діяльності в оборонному секторі. Зазначаються такі переваги застосування підходів з використанням портфеля:

створює цілісну картину загального обсягу необхідних інвестицій;

формує стратегічне бачення щодо обсягу змін, що відбуваються в певний момент часу або на постійній основі;

сприяє визначенню пріоритетності проектів та програм;

дозволяє розподіляти обмежені ресурси для досягнення максимальної комерційної вигоди;

дозволяє керівництву сформулювати повноцінне бачення та виявити нестачу / важливі елементи взаємозв'язку;

створює структуру управління аби пов'язує “бачення” з “практичними результатами”;

формує структуровану “функцію управління”, що дозволяє побудувати зв'язок між “проектами”, “програмами” та “стратегією”;

заохочує до узгодженого стилю роботи з боку різних складових оборонного сектору.

Чільне місце в концепції планування розвитку озброєння та військової техніки на основі євроатлантичних підходів належить поняттю “цінність”, оскільки євроатлантичні підходи в системі оборонного планування ґрунтуються на методології ціннісно-орієнтованого управління проектами, програмами і портфелями. Люди сперечаються про визначення цінності протягом тисячоліть. Найбільш поширеною є утилітарна концепція цінності – це уявлення про цінність вперше було сформульовано в 4 столітті до н. е. Арістотелем: значення чогось не є внутрішньою властивістю цієї речі, а визначається його користю для тих, кому це потрібно

[12]. Предмет вважається корисним тією мірою, якою він сприяє досягненню поставлених цілей. Іншими словами, цінність програми – це те, за що хтось готовий платити. Чим більше ви готові платити за програму, тим краще буде результат.

Цінність програми визначається вигодами, що вона створює і надає продукту, виконуючи умови, які містяться в місії програми. У практиці РЗМ відзначають цінність продукту програми і цінність управління програмою. Обидва ці активи можуть бути використані для отримання певних вигод [13].

Ціннісно-орієнтоване управління – це підхід до управління, що забезпечує послідовність управління цінністю компанії (як правило, максимізація акціонерної вартості). Базовими принципами ціннісно-орієнтованого управління є: орієнтація на створення цінності й результат; балансування інтересів зацікавлених сторін; функціональність; компетентність; розвиток у часі; структурованість; організація [13].

Утилітарний погляд пояснює організаційний інтерес до програм. Організації реалізують програми, оскільки вони вважають, що їх результати або наслідки будуть корисними. Чим корисніші будуть наслідки програми, тим більш цінною буде програма. Природні наслідки програми залежать, звичайно, від цілей організації. В управлінні програмою цінність повинна розглядатися на глобальному рівні, оскільки програма впливає на багатьох. Найперша і пріоритетна причина для виконання програми полягає в тому, що це вигідно для організації та її діяльності.

Виходячи з утилітарної концепції цінності можна сплутати поняття “цінність” і “зацікавленість”. Але виходячи з робіт у галузі РЗМ, можна зробити висновок, що цінність – поняття вищого порядку, ніж зацікавленість. Наприклад, у кожного стейкхолдера є своя зацікавленість в реалізації ДЦОПР ОВТ – 2026 (stakeholder – сторона, зацікавлена в реалізації програми). Зацікавленість може мати негативний характер, зокрема, існують фізичні і юридичні особи, зацікавленість яких спрямовано на розкрадання бюджетних коштів через ДЦОПР ОВТ – 2026. Очевидно, що таку зацікавленість не можна вважати цінністю.

Щоб не сплутати поняття “цінність” і “зацікавленість” і більш точно визначити цінність програми чи портфеля, визначимо характерні ознаки для поняття “цінність”:

цінність – це те, заради чого розробляється і реалізовується програма чи портфель. Зокрема, ДЦОПР ОВТ – 2026 розробляється не для отримання прибутку стейкхолдерів, тому прибуток не може бути цінністю;

цінність – це те, за що ми готові платити. За реалізацію ДЦОПР ОВТ – 2026 платять громадяни України – платники податків, і вони не готові платити за прибуток підприємств оборонно-промислового комплексу;

цінність – це єдине, що дасть можливість замовнику програми чи портфеля досягти мети. Прибуток підприємств оборонно-промислового комплексу може бути отриманий не лише через ДЦОПР ОВТ – 2026;

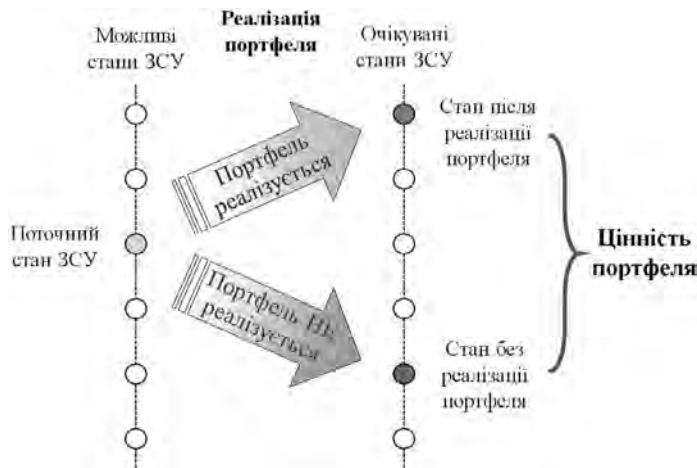


Рис. 2. Цінність портфеля як зміна стану Збройних Сил України

цінність – це єдине, що потрібне всім стейкхолдерам;

цінність є спільною для всіх стейкхолдерів.

У контексті програми чи портфеля поняття “цінність” може, як правило, означати одну з двох речей. Воно може бути використане для повідомлення про “вартість” інвестицій або його можна використати для відображення “вигоди” інвестицій. Як правило, другий з них ми використовуємо, коли говоримо про “цінність”, тобто про користь програми або портфеля. Один із способів визначення цінності полягає в тому, щоб скласти витрати. Інший і більш складний спосіб полягає в тому, щоб скласти всі переваги. З огляду на переваги, “цінність”, як правило, інтерпретується як фінансові та нефінансові, прямі та непрямі вигоди, деякі з яких можуть бути важко обґрунтованими та навіть важкими для вимірювання. Управління вигодами – це окрема дисципліна, що має самостійне значення, і вона зараз застосовується в системі стратегічного оборонного планування Великобританії.

На рис. 2 показано раціональний спосіб думати про цінність портфеля. На момент, коли організація розглядає новий портфель, вона дійсно стикається з вибором між двома альтернативними наслідками. Якщо портфель реалізується, імовірно, що його результати змінять організацію на деякий бажаніший стан. Якщо портфель не реалізується, станеться інший, очевидно менш бажаний результат.

Зміна стану ЗСУ (рис. 2) дає іншу основу для обчислення цінності портфеля, що полягає в різниці між значеннями двох можливих майбутніх станів ЗСУ:

$$V_{\text{пф}} = S_{\text{пф}} - S_{\text{бпф}}, \quad (1)$$

де $V_{\text{пф}}$ – цінність портфеля, $S_{\text{пф}}$ – стан ЗСУ після реалізації портфеля, $S_{\text{бпф}}$ – стан ЗСУ без реалізації портфеля.

Насправді, різниця між двома можливими майбутніми станами організації дорівнює чистій вартості портфеля, оскільки без його реалізації вартість портфеля може бути використана в іншому місці. Однак люди рідко зважають на можливі витрати при оцінці наслідків реалізації портфелів.

Рівняння (1) являє собою альтернативний і часто корисний спосіб думати про цінність портфелів, але це особливо корисно для портфелів, що здійснюють зміни в способі організації діяльності. На основі рис. 2 і рівняння (1) можна отримати деякі важливі висновки щодо вартості портфеля.

1. Щоб оцінити цінність портфеля, необхідно враховувати, що станеться, якщо портфель не буде реалізований, а також що станеться, якщо портфель буде реалізований. Більшість портфелів, що оцінюють систему, ігнорують наслідки невиконання портфелів.

2. Один і той же проект може мати різні значення для різних організацій. Наприклад, якщо в науковій установі Національної академії наук України в результаті реалізації проекту 1 виявлене нове фізичне явище, що дозволяє збільшити пробивну здатність артилерійського снаряда, очевидним наступним кроком буде реалізація проекту 2 з розробки артилерійського снаряда. Але проект 2 було б доцільно доручити не науковій установі, що виконала проект 1, а іншій установі, яка краще підходить для розробки снаряда, наприклад, профільному конструкторському бюро. Надалі, для інтеграції нового снаряда в систему бойових спроможностей ЗСУ необхідно реалізувати проект 3. Цей проект доцільно доручити профільному підрозділу Міністерства оборони України, який краще підходить для формування бойових спроможностей ЗСУ.

Таким чином, для оцінки цінності проекту недостатньо розглядати лише характеристики самого проекту, також необхідно враховувати особливості оборонної промисловості щодо їх можливості з розробки і виробництва нових снарядів. Разом з тим, для оцінки цінності проекту необхідно враховувати особливості ЗСУ стосовно їх потреби у нових снарядах та можливості їх використовувати для розвитку бойових спроможностей. Отже, кожний проект програми чи портфеля необхідно розглядати щодо можливості реалізації кінцевого продукту і щодо його корисності для кінцевого споживача.

3. Цінність портфеля може змінюватися в залежності від інших портфелів, наприклад, за рахунок синергії та економії масштабу. Така ситуація виникає, зокрема,

у випадку реалізації портфелів розвитку оборонно-промислового комплексу, боєприпасної галузі і фундаментальної науки, що спрямовано на розвиток озброєння та військової техніки. Якщо існують такі залежності, оптимізація портфеля програм і проектів вимагає визначення цінності різних груп програм і проектів у взаємозалежних портфелях. Отже, необхідно визначити групи проектів так, щоб вони були незалежними від інших проектів, а потім встановити пріоритети для цих груп.

Ці міркування корисні для розуміння цінності портфеля, але для її формулювання необхідно визначити низку показників, що надають кількісну оцінку різних аспектів портфеля і характеризують його з погляду цінності. Ці показники потрібні для рейтингової оцінки і виявлення високоцінних проектів у портфелі з метою визначення пріоритетів. Оскільки проект, що є цінним для командування Сухопутних військ, може бути взагалі непривабливим для командування Повітряних Сил, очевидно, неможливо буде знайти якісь окремі кількісні характеристики проекту або їх будь-яку комбінацію, що покажуть, наскільки цінність цього проекту буде сприйматися кожною організацією. Іншими словами, показники цінності проекту повинні характеризувати не лише сам проект, а й організацію, для якої він реалізується. Оскільки багато чинників впливають на цінність проекту, цілком імовірно, що методика для обчислення цінності проекту на основі характеристик проекту та характеристик організації буде складною.

Альтернативний підхід до визначення показників цінності портфеля показаний на рис. 2 і відображено у рівнянні (1). Оскільки чиста цінність портфеля полягає в різниці між станом ЗСУ з портфелем та без нього, то методи, що використовуються для вимірювання стану ЗСУ, потенційно можуть бути використані для визначення цінності програми або портфеля. Дослідники з менеджменту прикладають значні зусилля, щоб визначити, як оцінювати стан організації. Стан ЗСУ полягає у їх здатності виконувати вимогу Конституції з оборони України, захисту її суверенітету, територіальної цілісності і недоторканності (далі – оборона України). Отже існує потреба у визначенні поточної цінності ЗСУ, визначенні її достатності для виконання вимоги Конституції з оборони України, а у випадку такої недостатності – визначення портфеля програм і проектів для збільшення цінності ЗСУ до рівня, визначеного Конституцією України. Цінність такого портфеля полягатиме в різниці між станом ЗСУ після реалізації портфеля і станом без його реалізації. Як стан ЗСУ можна розглядати їх оборонний потенціал або сукупність наявних спроможностей. Отже цінність такого портфеля, як ДЦОПР ОВТ – 2026, може бути визначена як різниця між рівнями оборонного потенціалу ЗСУ до його реалізації і після. Цінність ДЦОПР ОВТ – 2026 також може бути визначена як сукупність спроможностей ЗСУ, що додаються в результаті її реалізації. Цінність портфеля повинна бути такою, щоб його реалізація забезпечувала поліпшення стану ЗСУ до рівня, достатнього для виконання вимог Конституції з оборони України.

Загальновизнаним є те, що цінність проекту, програми чи портфеля, визначеного таким способом і за цими припущеннями, не залежить від його вартості. “Вартість – це те, що ви платите, цінність – те, що ви отримуєте” [14]. Вартість та цінність портфеля є окремими та виразними поняттями. Проекти, що дорожче коштують, як правило, досягають вагоміших результатів, але цінність проекту визначається на підставі вартості його наслідків, незважаючи на те, скільки коштувало їх досягнення. Рішення про те, чи слід реалізовувати проект, звичайно, залежить від його вартості. Зокрема, недоцільно реалізовувати проект, вартість якого перевищує вартість його наслідків. Хоча чиста вартість проекту залежить від його вартості, цінність від цього не залежить.

Виятком з правила, згідно з яким цінність проекту не залежить від вартості проекту, буде випадок, коли плата за проведення проекту вплине на здатність організації скористатися проектом або іншими проектами. Наочним прикладом може стати проект, який передбачає вагомий результат, але його вартість може викликати банкрутство компанії. Наприклад, реалізація програми “корвет” для Військово-Морських Сил України вимагала залучення практично всього бюджету Міністерства оборони України, що спричинило б критичні наслідки для стану ЗСУ. Це і стало причиною призупинення цієї програми.

Якщо проекти в портфелі є незалежними один від одного, їх цінність може бути підсумована, і таким чином можна визначити портфелі проектів, що максимізують цінність. Оптимальний портфель можна знайти саме за допомогою обмеженої оптимізації, і портфель, який є близьким до оптимального, може бути знайдений більш просто, класифікуючи проекти відповідно до співвідношення цінності та вартості проекту. Побудова рейтингу проектів за відношенням їх цінності до вартості буде коректною за умови, що проекти є незалежними один від одного. Такий рейтинг дає можливість сформувати портфель проектів, який або максимізує цінність, або максимально наближається до того, що є максимізацією цінності портфеля програм і проектів. Отже, щоб врахувати вартість проектів у процесі побудови рейтингу, рейтинг проектів повинен базуватися на відношенні цінності проекту до його вартості. Ця вимога вважається критичною [15] імовірно тому, що оцінка переваги на одиницю вартості є складнішою процедурою, ніж просте визначення переваг проекту.

Останнє зауваження полягає в тому, що фінансові показники для вимірювання цінності проекту забезпечують, у кращому випадку, лише частину уявлення того, що важливо для визначення цінності портфеля. Відповідно до дослідження Research Technology Management, компанії, що покладаються переважно на фінансові показники, отримують “незбалансовані портфелі”, які не відповідають стратегії фірми [16].

Обмежена інформативність фінансових показників є ще більш очевидною, коли мова йде про оцінку проектів, програм і портфелів у суспільному секторі.

Тут, на відміну від сфери виробництва, ефективність результату не завжди вимірюється прибутком. Кількісні показники мають відображати специфічний характер суспільних послуг при виконанні окремої програми і формуватися залежно від мети програми та сфери її реалізації. Таким чином, фінансові показники не дають можливості визначити цінність проекту, програми чи портфеля, призначених для досягнення нефінансових цілей. Розробка методики оцінки ефективності ДЦОПР ОВТ – 2026 та визначення кількісних показників для цього є окремим науковим завданням, що потребує негайного вирішення. Про складність цього наукового завдання свідчить інформація Міністерства економічного розвитку і торгівлі України щодо відсутності методик оцінки ефективності виконання державних цільових програм, що повинні розроблювати всі державні замовники цих програм з урахуванням специфіки програми та кінцевих результатів.

Висновки. В Україні залишаються недосконалими процедури оборонного планування, їх недостатня узгодженість з бюджетним процесом, недосконалість механізмів програмного управління оборонними ресурсами. Оборонне планування все ще ґрунтується на абсолютній централізації влади і суцільній державній власності на засоби виробництва, хоча в основу економіки сучасної України покладено ринкові умови, рівність перед законом всіх суб'єктів господарської діяльності. Ці обставини вимагають принципово інших підходів до оборонного планування. Вважається доцільним використати євроатлантичні підходи в системі оборонного планування. Тому в цій статті започатковане формування концепції планування розвитку озброєння та військової техніки, в основу якої покладено методологію ціннісно-орієнтованого управління проектами, програмами і портфелями, інтегровану до системи планування розробки і закупівлі озброєння та військової техніки в Україні.

Показано, що в державах НАТО завдяки своїй ефективності все більш популярним стає “портфельний підхід” до управління розвитком організацій. Найбільша увага приділена методології РЗМ Кренфілдського університету Академії оборони Великобританії.

Для формування концепції надано визначення понять “проект”, “програма”, “портфель”, “бачення”, “місія”, “цінність” та інших понять, на основі яких пропонується розроблювати ДЦОПР ОВТ – 2026:

бачення полягає в забезпеченні оборони України, захисту її суверенітету, територіальної цілісності і недоторканності. Відповідно до цього місія полягає в комплексному переоснащенні структурних одиниць ЗСУ озброєнням та військовою технікою;

проект – пакет узгоджених заходів, спрямований на створення унікального продукту;

програма – органічне поєднання пакета проектів, спрямованих на реалізацію глобального завдання, що недосяжне в разі управління поодинокими проектами;

портфель – сукупність інвестицій організації в зміни, необхідні для виконання стратегічних завдань.

Чільне місце в концепції планування розвитку озброєння та військової техніки на основі євроатлантичних

підходів належить поняттю “цінність”, оскільки євроатлантичні підходи в системі оборонного планування ґрунтуються на методології ціннісно-орієнтованого управління проектами, програмами і портфелями. Тут використовується утилітарна концепція цінності. Визначено характерні ознаки для поняття “цінність” – це те, заради чого розробляється і реалізовується програма чи портфель; це те, за що ми готові платити; це єдине, що дасть можливість замовнику програми чи портфеля досягти мети.

Запропоновано обчислювати цінність портфеля як різницю величин, що характеризують стан ЗСУ після реалізації портфеля і без його реалізації. Як стан ЗСУ можна розглядати їх оборонний потенціал або сукупність наявних спроможностей. Отже цінність такого портфеля, як ДЦОПР ОВТ – 2026, може бути визначена як різниця між рівнями оборонного потенціалу ЗСУ після реалізації портфеля і без його реалізації. Цінність ДЦОПР ОВТ – 2026 також може бути визначена як сукупність спроможностей ЗСУ, що додаються в результаті реалізації цієї програми. Цінність портфеля повинна бути такою, щоб його реалізація забезпечувала поліпшення стану ЗСУ до рівня, достатнього для виконання вимог Конституції з оборони України.

У подальшому необхідно розробити методику визначення стану ЗСУ як необхідний елемент визначення цінності портфеля.

Розробка методики оцінки ефективності ДЦОПР ОВТ – 2026 та визначення кількісних показників для цього є окремим науковим завданням, що потребує негайного виконання.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Стратегічний оборонний бюлетень України : введений в дію Указом Президента України від 6 червня 2016 року № 240/2016.
2. Концепція розвитку сектору безпеки і оборони України : затверджено Указом Президента України від 14 березня 2016 року № 92/2016.
3. Арчибальд Р. Управление высокотехнологичными программами и проектами : пер. с англ. М. : Компания АйТи; ДМК Пресс, 2004. 472 с.
4. Rogozina V. B. Принципы ценностно-ориентированного управления проектами // Управление проектами: стан та перспективи : матеріали X Міжнародної наук.-практ. конфер. Миколаїв, 16–19 вересня 2014. С. 243–244.
5. Egginton B. Defence reform. Part 1: From whence it came // Defence Business. URL: <http://defencebusiness.net/features/defence-reform-part-1-whence-it-came>.
6. Romano L. 2013, How to evolve a project portfolio using balanced scorecards. URL: <https://www.pmi.org/learning/library/project-portfolio-using-balanced-scorecards-5964>.
7. Egginton B. Defence Reform: Part 2: The here and now // Defence Business. URL: <http://defencebusiness.net/features/defence-reform-part-2-here-and-now>.

8. Ministry of Defence. 2012. The MOD Architecture Framework (MODAF) is a set of rules that support defence planning and change management activities. URL: <https://www.gov.uk/guidance/mod-architecture-framework>.
9. Egginton B. Project Management in Defense – not for the Feint Hearted // Journal of Defense Management. URL: <https://www.omicsonline.org/open-access/project-management-in-defense-not-for-the-feint-hearted-2167-0374.1000e101.php?aid=3253>.
10. Clive K., Robert P., David P. A Framework For Strategic Military Capabilities In Defense Transformation. URL: http://www.dodccrp.org/events/11th_ICCRTS/html/papers/061.pdf.
11. Egginton B. The Journey of UK Defence Reform: The Story of One Contribution from Research, Education & Training // Public Policy and Administration Review. June 2014. V. 2. No 2. Published by American Research Institute for Policy Development.
12. Barry G. & Lewis J. Aristotle and the Development of Value Theory // Quarterly Journal of Economics 78 (1). 1964. P. 115–128.
13. Куценко М. М. Ценностно-ориентированное управление инновационными программами развития организаций при переходе к экономике знаний : дис. ... канд. техн. наук. К. : КНУБА, 2016.
14. Buffet M. & Clark D. The Tao of Warren Buffett: Warren Buffett's Words of Wisdom: Quotations and interpretations to Help Guide you to Billionaire Wealth and Enlightened Business, 2006.
15. Search done July 7, 2016. The quotes are from the Rothman Consulting Group webpage. URL: <http://www.jrothman.com/articles/2012/02/selecting-a-ranking-method-for-your-project-portfolio/>.
16. Cooper R. G., Edgett S. J. and Kleinschmidt E.J. R&D Portfolio Management Best Practices: Methods Used & Performance Results Achieved : report prepared for the Industrial Research Institute, Jan. 1998.

Рецензент М. І. Луханін, д-р техн. наук, проф.
(Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України)

УДК 351.864.52

В. М. ДИХАНОВСЬКИЙ,*доктор технічних наук, старший науковий співробітник**(Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ),***С. С. МИРОНЮК,** *керівник інвестиційної компанії, м. Київ*

Розширення закупівель озброєння за рахунок зниження корупційних ризиків

Показано, що кількісні і якісні показники закупленого озброєння та військової техніки внаслідок корупції значно погіршуються. Пропонується активніше залучати антикорупційний потенціал громадянського суспільства, а саме, впливати на державних службовців, які не відповідають стандартам доброчесності. Громадські організації з подібними повноваженнями повинні формуватися опозиційними політичними силами і мають бути підзвітними лише відповідним органам Групи держав проти корупції (GRECO).

Ключові слова: закупівлі озброєння; розвиток Збройних Сил; корупційні ризики; антикорупційний потенціал; громадянське суспільство.

Показано, что количественные и качественные показатели закупленного вооружения и военной техники вследствие коррупции значительно ухудшаются. Предлагается активнее привлекать антикоррупционный потенциал гражданского общества, а именно, влиять на государственных служащих, которые не отвечают стандартам добропорядочности. Общественные организации с подобными полномочиями должны формироваться оппозиционными политическими силами и быть подотчетными лишь соответствующим органам Группы государств против коррупции (GRECO).

Ключевые слова: закупки вооружения; развитие Вооруженных Сил; коррупционные риски; антикоррупционный потенциал; гражданское общество.

Відомо, що рівень корумпованості органів державної влади вважається одним з індикаторів розвитку суспільства. Корупція як явище поширена в усьому світі, але в нашій державі вона негативно впливає на всі сфери суспільного життя, все глибше укорінюючись у повсякденному житті як основний, швидкий та найбільш дієвий протиправний засіб розв'язання питань, досягнення певних цілей. Загальновизнано, що масштаби поширення корупції загрожують національній безпеці України [1]. Корупція в політиці, у судах, у бізнесі і державному управлінні викликає загальну зневіру пересічних українців у тому, що правовим шляхом можна вирішити хоч якийсь питання, і, у свою чергу, взагалі підриває їхню віру в легітимність існування такої дуже “специфічної” держави [2].

Корупція в Україні має всі ознаки системного явища, яке суттєво впливає на життєдіяльність як суспільства, так і держави в цілому. Діяльність державних органів у сфері боротьби з корупцією упродовж останніх 20 років мала імітаційний та несистемний характер, що обумовлювало її низьку ефективність. На сьогоднішньому етапі еволюції країни, у сучасних реаліях виникає питання про спроможність держави самостійно здійснювати свої функції на якісному рівні. Проте феномен “подвійних стандартів” спостерігається і з боку інститутів громадянського суспільства. Корупція засуджується як суспільна проблема, однак допускається як спосіб вирішення певних особистих ситуацій.

У світовому Індексі сприйняття корупції за 2016 рік (Corruption Perceptions Index 2016) Україна отримала лише 29 балів зі 100 можливих [3]. Хоча цей показник на 2 бали краще за показник 2015 року, він залишається критично низьким. Аналогічні тенденції відображені в результатах досліджень інших рейтингових систем рівня корупції: World Justice Rule of Law Index, World Competitiveness Yearbook. Разом з тим, негативні тенденції було виявлено дослідженнями World Economic Forum Executive Opinion Survey та Economic Intelligence Unit Country Risk Ratings, що зазначили деяке погіршення стану запобігання корупції в Україні. Виявлено значну корупцію при розподілі державних коштів, а судову систему визнано нездатною зашкодити цьому.

Проблема корупційних проявів під час закупівель озброєння залишається надзвичайно серйозною. Міжнародна антикорупційна мережа Transparency International, оцінюючи Індекс антикорупційної політики в оборонному секторі (The Government Defence Anti-Corruption Index), який визначає рівень корупційних ризиків у державних органах оборонного сектору по всьому світу, класифікує Україну як країну, що «має високий ризик» [4]. Служба безпеки України надала кількісну оцінку фінансових втрат від корупційних оборудок під час проведення процедур державних закупівель, що становить 10–15 відсотків (35–52,5 млрд гривень) видаткової частини державного бюджету щороку [5].

Головна мета реформування сектору безпеки – це кількісне і якісне його оснащення при демократичному контролі, відповідальному управлінні, збереженні демократії і дотриманні прав людини [6]. Зниження рівня корупційних ризиків у державних органах оборонного сектору є важливою передумовою створення сприятливих воєнно-економічних умов будівництва і розвитку Збройних Сил. Ефективність заходів з питань їх розвитку напряму залежить від зниження рівня цих корупційних ризиків. Оцінка Служби безпеки України втрат від корупційних оборудок під час проведення процедур державних закупівель свідчить про фактичне зниження фінансування, спрямованого на розвиток Збройних Сил, до 15 відсотків щороку. Отже рівень корупційних ризиків у державних органах оборонного сектору України залишається високим. Але розкрадання державних коштів під час державних

закупівель в інтересах оборони не лише зменшує кількість матеріальних засобів для Збройних Сил України. Корупційні оборудки приводять до зниження якості закупленого озброєння та військової техніки. У сукупності зменшення кількості закуплених матеріальних засобів і зниження якості озброєння та військової техніки призводять до суттєвого погіршення бойових спроможностей Збройних Сил України в цілому.

Основні заходи в боротьбі з корупцією ініціюють і виконують державні органи. Разом з тим, важливою є роль інституцій громадянського суспільства України: засобів масової інформації (ЗМІ), неурядових організацій (НУО), громадськості тощо, – що традиційно мають контролювати владу. Серед заходів, визначених Законом України “Про засади державної антикорупційної політики в Україні (Антикорупційна стратегія) на 2014–2017 роки” [5], є залучення громадськості до формування, реалізації та моніторингу антикорупційної політики, а також поширення інформації про корупцію, вжиття заходів щодо формування світогляду несприйняття корупції. Позитивну роль у цій сфері відіграють системи ProZorro та Dozorro, завдяки яким випадки порушень у державних закупівлях в інтересах оборони стали більш очевидними для громадськості та бізнесу порівняно з паперовими тендерами. Отже, ми отримали новий інструмент, через який громадськість має впливати на владу з метою запобігання корупції в системі державних закупівель в інтересах оборони.

Важливу роль у протидії корупції в системі державних закупівель в інтересах оборони відіграє Стратегічний оборонний бюлетень України [7]. Тут серед проблем функціонування сил оборони в умовах існуючих та потенційних загроз названо наявність корупційних проявів у системі забезпечення військ (сил), що знижує спроможності сил оборони щодо виконання покладених завдань. Вказано також на те, що процес викоренення корупції в системі державних закупівель в інтересах оборони є складним, тому з метою зменшення корупційних ризиків у цій сфері ставиться завдання з підвищення ефективності не лише існуючих антикорупційних органів, а й незалежних контролюючих інституцій, до яких відносяться інституції громадянського суспільства України.

Боротьба з корупцією вийшла з формальних меж, стала предметом постійної уваги керівництва держави, громадських організацій, світової спільноти. Слід зазначити, що цей процес може відбуватися лише в умовах свободи засобів масової інформації та активізації громадянської позиції населення [8]. Важко переоцінити роль ЗМІ в системі інституцій громадянського суспільства. Публічна комунікація через ЗМІ повинна здійснювати взаємодію різних джерел інформації для створення так званої “суспільної думки” [9].

Засоби масової інформації є одним з головних суб’єктів антикорупційної боротьби. Водночас ефективність їхньої діяльності досить сильно залежить від їх прозорості та незалежності. Відповідно міжнародному рейтингу свободи преси (World Press Freedom Index) за 2016 рік, що публікується міжнародною недержавною організацією “Репортери без кордонів” (Reporters sans frontiers – RSF), Україна посіла 102 місце серед 180 країн світу [10]. У своїй доповіді RSF показує наявність надто жорсткого контролю олігархів на ЗМІ в Україні і потребу заохочення редакційної незалежності. Внаслідок цього інформаційний потенціал ЗМІ в Україні не повною мірою задіяний для боротьби з корупцією.

Передусім антикорупційному потенціалу ЗМІ заважає їх переважно цільовита залежність від власників. Водночас слід зазначити, що демократичні засади українського суспільства не дають можливості власникам ЗМІ широко маніпулювати масовою свідомістю, оскільки власниками ЗМІ є різні бізнес-структури, які конкурують у певних сферах бізнесу і не

обтяжені тотальним нав’язуванням владою єдиного джерела інформації. З огляду на це вони вимушені викривати корупційні діяння своїх конкурентів, залучаючи до цього не лише свої ЗМІ, а й громадські організації. Це полегшує роботу державних органів для запобігання корупції. Інша ситуація в країнах з авторитарними режимами, зокрема в Російській Федерації, Сирії, Кореїській Народно-Демократичній Республіці, Туркменістані та інших, в яких превалує тоталітаризм джерел інформації, що використовується для маніпуляцій масовою свідомістю й унеможливує викриття корупційних діянь державних чиновників.

Українське суспільство зазнало краху ілюзій, що супроводжується втратою довіри до всіх інститутів влади, в тому числі до ЗМІ як четвертої влади. Але довіра до журналістів, не дивлячись на деяке зниження, залишається на високому рівні, що у 2017 році оцінюється в 32% [11]. Це значно вище, ніж довіра до Верховної Ради України, що оцінюється менш ніж у 2%, і вище, ніж довіра до уряду України, що оцінюється в 5%. Отже, українські ЗМІ – це потужний, але не повною мірою реалізований антикорупційний потенціал суспільства. ЗМІ не виконують свою функцію щодо добросесного обговорення теми корупції, яка турбує громадськість. Держава, у свою чергу, свідомо чи несвідомо, мінімізує реальні можливості участі ЗМІ в боротьбі з корупцією.

У демократично розвинутих країнах ЗМІ виконують роль “сторожового пса” в секторі безпеки, що вимагає дотримуватись дистанції у відношеннях з діючим урядом. Журналісти потребують захисту від несправедливих звинувачень у наклепі, пред’явлення позовів або взяття під арешт за звинуваченням в ображенні офіційних осіб, коли мова йде про матеріали на теми корупції. Здійснення ролі “сторожового пса” потребує також економічної незалежності ЗМІ, оскільки залежність від бюджетного фінансування може стати важелем для обмеження критичних репортажів [12]. В Україні роль ЗМІ як “сторожового пса” у секторі безпеки поки що слабо розвинута, оскільки порівняно мало журналістів спеціалізується в цій галузі.

Важливою перешкодою є проблема недотримання професійної етики. Серед найбільш поширених практик, що знижують антикорупційний потенціал ЗМІ через порушення професійної етики, журналісти називають: замовні матеріали політичних сил, що виходять без маркерів реклами (61,6%); використання в матеріалі власної позиції журналіста, оціночних категорій, відсутність різних позицій (54%); гонорари від організаторів презентації (21,2%); фуршети після прес-конференцій (39%); вечері в ресторані за рахунок особи, що фігурує в матеріалі (15%); знижки для журналістів (17,3%) [13].

Водночас залишається недостатньо задіяним антикорупційний потенціал громадянського суспільства, хоча громадянська активність населення в Україні традиційно є досить високою, про що свідчить масова участь громадян України в заходах протесту, спрямованих на скасування рішень влади, прийнятих без урахування суспільної думки. Частково антикорупційний потенціал громадянського суспільства задіяний через громадські організації, представництво яких розміщено у приміщеннях Міністерства оборони України. Але такий підхід має суттєві недоліки: по-перше, обмежена можливість врахування думки всіх громадських організацій, що здійснюють антикорупційну діяльність, по-друге, громадські організації, представництво яких розміщено в приміщеннях Міністерства оборони України, можуть втратити свою незалежність у висловлюванні думки з антикорупційної діяльності під впливом посадових осіб Міністерства оборони України.

Зважаючи на те, що процес викоренення корупції в системі державних закупівель в інтересах оборони є складним, вважається за доцільне підвищувати ефективність не лише існуючих антикорупційних органів, а й незалежних контролюючих

інституцій, до яких відносяться інституції громадянського суспільства України. Це новий напрям антикорупційної діяльності громадянського суспільства, оскільки інформація в цій сфері традиційно була обмеженою для широкого доступу. Сьогодні в Україні здійснюється удосконалення нормативно-правової бази щодо посилення демократичного цивільного контролю над сектором безпеки і оборони України за принципами, що впроваджено в державах – членах НАТО. Для цього створюються необхідні умови, зокрема доступність інформації в системі державних закупівель в інтересах оборони. Значним кроком стало створення системи ProZorro та Dozorro. При цьому роль громадянського суспільства в антикорупційній діяльності розглядається як важливий фактор. Для боротьби з корупцією необхідно задіяти антикорупційний потенціал не тільки громадськості та неурядових організацій, а також і ЗМІ, як засобу висвітлення інформації в системі державних закупівель і донесення її до широких верств населення України і світу. Разом з тим, зважаючи на виявлені недоліки ЗМІ як джерела інформації, необхідно використовувати додаткові інформаційні ресурси, найсильнішим серед яких стали соціальні мережі в Інтернет.

Соціальні мережі в Інтернет повинні підсилити антикорупційний потенціал ЗМІ, оскільки вони не мають притаманних їм недоліків. Разом з тим, вони активізують громадянську позицію населення, зокрема, через соціальні мережі поширюється інформованість про дієві форми протесту. Думка учасників соціальних мереж ні від кого не залежить, оскільки соціальні мережі не мають власників, а проконтролювати думку кожного учасника соціальних мереж практично неможливо, адже їх кількість вимірюється мільйонами. При цьому думки, що панують в соціальних мережах, будуть впливати на суспільство в цілому, і журналісти будуть вимушені викладати свої статті з урахуванням цих думок. Це має допомогти їм подолати залежність від власників ЗМІ, а також буде мати вплив на самих власників ЗМІ при формуванні редакційної політики. Описані процеси стали можливими завдяки тому, що соціальні мережі суттєво впливають на погляди населення, на їх ставлення до влади, а також до ЗМІ. У випадку, коли редакційна політика якоїсь газети буде суттєво суперечити поглядам більшості населення з важливих питань суспільства і держави, що газету населення перестане купувати, у результаті вона стане неконкурентоспроможною.

Таким чином, для підсилення дієвості ЗМІ необхідно залучити інформаційний потенціал соціальних мереж, блогерів, сайтів громадських організацій тощо, що доповнюватимуть інформацію ЗМІ. При цьому завдяки відсутності недоліків, притаманних ЗМІ, соціальні мережі сприятимуть редакційній незалежності редакторів і журналістів, що підсилуватиме антикорупційний потенціал ЗМІ.

Важливу роль у протидії корупції мають відігравати громадські організації. Ця роль полягає в сприянні прозорості функціонування владних структур, що створює сприятливі умови для запобігання корупції, виявлення фактів корупційних правопорушень і притягнення винних осіб до відповідальності. Розширення ролі громадськості в протидії корупції передбачено Законом України “Про засади державної антикорупційної політики в Україні (Антикорупційна стратегія) на 2014–2017 роки” [5]. Разом з тим, Стратегічний оборонний бюлетень України вимагає створити в Міністерстві оборони України і Збройних Силах України єдину систему з виховання доброчесності посадових осіб, а також упровадити єдині процеси та правила, що сприятимуть культурі несприйняття корупції [7].

Безвідповідальність у цій сфері ще більше посилює корумпованість державного апарату, що відображається на якості його роботи, у тому числі й роботи таких важливих

державних органів, як суди та поліція. Корупція в Україні пронизує всю правоохоронну систему [14]. Неефективність національної системи інституціональної справедливості є індикатором низького практичного рівня громадської доброчесності, а також сталої системної корупції в суспільстві [15]. У зв'язку з цим виникає потреба у вихованні доброчесності посадових осіб. З метою запобігання корупції у сфері державних закупівель в інтересах оборони було б доцільно через громадські організації впливати на державних службовців, які не відповідають стандартам доброчесності. Крім перевірок на доброчесність необхідно розробити перелік критеріїв, що будуть вважатися ознаками отримання державними службовцями неправомірної вигоди. Одним з таких критеріїв повинен бути співвідношення витрат державного службовця та його доходів за розглянутий період. Перевищення витрат над доходами є ознакою отримання неправомірної вигоди через корупційні діяння державного службовця. Громадська організація за своєю ініціативою має виявляти державних службовців, які не відповідають стандартам доброчесності і мають ознаки отримання неправомірної вигоди.

Результати таких перевірок не можуть використовуватися в кримінальному процесі як докази, і за їх результатами кримінальне провадження не відкривається. Але виявлені державні службовці повинні бути звільнені із займаних посад без права повторного призначення на визначений період. При цьому є ризик помилкового рішення, або такого, що прийняте на підґрунті емоцій чи під впливом інших недоброчесних осіб. Цей ризик мінімізується прозорістю прийняття подібних рішень громадськими організаціями і доступністю для широкого загалу інформації, на підставі якої було прийняте рішення про звільнення державного службовця. При таких умовах ризик продовження корупційних діянь недоброчесним державним службовцем є набагато більшим, ніж ризик несправедливого звільнення.

Громадські організації з подібними повноваженнями повинні формуватися опозиційними політичними силами і бути підзвітними лише відповідним органам Групи держав проти корупції (The Group of States against Corruption – GRECO – орган Ради Європи з антикорупційного моніторингу). При цьому не повинно бути кишенькових громадських організацій, якими вони можуть стати у випадку розміщення їх представництв у приміщеннях державних органів влади, зокрема, у приміщеннях Міністерства оборони України.

Один з дієвих запобіжників корупції та зловживання владою чи становищем – це система рекомендацій кандидатам на посади державних службовців, які приймають рішення в системі державних закупівель в інтересах оборони. Якби за кожну особу, яка іде на конкурс або вибори, повинні були б поручитись кілька авторитетних у даній сфері людей або публічних діячів – це суттєво вплинуло б на діяльність тих чиновників чи депутатів. Наприклад, кандидат на таку посаду серед усіх необхідних документів має подати рекомендаційні листи від трьох державних діячів чи політиків, трьох громадських діячів. Якщо такий кандидат виграє конкурс, то прізвища його “покровителів” оприлюднюються. І надалі, фактично, ті, хто його рекомендував, є відповідальними за його діяльність, як мінімум, репутацією та політично. Враховуючи українські реалії, відкрилася би ціла “біржа рекомендацій”, але все одно під рекомендаціями відвертим негідникам мало хто погодився б поставити свій підпис.

З метою протидії корупції в системі державних закупівель в інтересах оборони Стратегічний оборонний бюлетень України вимагає здійснювати закупівлі звичайних озброєнь не через державне оборонне замовлення, а через публічні закупівлі [7]. При цьому вимагається проводити такі закупівлі відповідно до принципів і підходів, що застосовуються європейськими

державами та державами – членами НАТО, через систему електронних закупівель, максимально відкрито та прозоро.

До звичайних озброєнь відповідно до Договору про звичайні збройні сили в Європі, ратифікованого постановою Верховної Ради України № 2526-ХІІ від 01.07.92 [16], віднесено бойові танки, бойові броньовані машини (бронетранспортери, бойові машини піхоти, бойові машини з важким озброєнням), артилерія (гармати, гаубиці та артилерійські гармати, що поєднують властивості гармат і гаубиць, міномети, реактивні системи залпового вогню), бойові літаки, ударні гелікоптери (спеціалізовані ударні гелікоптери, багатопільові ударні гелікоптери), гелікоптери бойового забезпечення, танкові мостоукладальники, а також усі їх моделі та варіанти. Більш розширений перелік звичайних озброєнь наведено у Вассенаарській домовленості щодо контролю за експортом звичайних озброєнь та товарів і технологій подвійного використання. Тут до звичайних озброєнь крім вказаних вище віднесено також бойові кораблі, ракети і ракетні системи, а також легкі озброєння та стрілецьку зброю. Загалом у світі вважається, що звичайна зброя – це традиційні види зброї, бойове застосування яких не призводить безпосередньо до масових втрат і руйнувань.

Враховуючи той факт, що озброєння та військова техніка, які на цей час закуповуються Міністерством оборони України за державним оборонним замовленням, належать виключно до “звичайних озброєнь”, такі закупівлі повинні здійснюватися через систему публічних закупівель на конкурентних засадах із забезпеченням максимальної відкритості та прозорості. При цьому інформація про розроблення нових видів озброєння та військової техніки повинна відноситись до державної таємниці відповідно до вимог пункту 1 статті 8 Закону України “Про державну таємницю”.

Висновки. Аналіз стану корупції в системі державних закупівель взагалі і державних закупівель в інтересах оборони зокрема свідчить про те, що ця сфера діяльності держави залишається критичною. Корупція в Україні набула ознак системного явища, яке поширює свій негативний вплив на всі сфери суспільного життя. Втрати від корупційних оборудок під час проведення процедур державних закупівель становили 10–15% від видаткової частини державного бюджету щороку.

Останніми роками Україна зробила помітний крок до подолання корупції, у тому числі в системі державних закупівель в інтересах оборони. Але залишається недостатньо задіяним антикорупційний потенціал громадянського суспільства. З метою його залучення до протидії корупції в системі державних закупівель в інтересах оборони пропонується через громадські організації впливати на державних службовців, які не відповідають стандартам доброчесності. Для цього необхідно розробити перелік критеріїв, що будуть вважатися ознаками отримання державними службовцями неправомірної вигоди. Громадська організація за своєю ініціативою має виявляти державних службовців, які не відповідають стандартам доброчесності і мають ознаки отримання неправомірної вигоди через корупційні діяння за встановленими критеріями. Виявлені державні службовці повинні бути звільнені із займаних посад без права повторного призначення на визначений період. При цьому необхідно створити умови, коли ризик несправедливого звільнення державного службовця був би набагато меншим, ніж ризик продовження корупційних діянь недобросесним державним службовцем.

Громадські організації з подібними повноваженнями повинні формуватися опозиційними політичними силами і мають бути підзвітними лише відповідним органам Групи держав проти корупції (GRECO).

Дієвим антикорупційним запобіжником розглядається система рекомендацій кандидатам на посади державних службовців, які приймають рішення у системі державних

закупівель в інтересах оборони. Необхідною умовою призначення на таку посаду слід ввести отримання письмових рекомендацій від трьох авторитетних у даній сфері людей або публічних діячів.

Запропонований вплив громадських організацій у протидії корупції в системі державних закупівель в інтересах оборони може бути ефективним лише за умови максимально можливої прозорості таких закупівель і співпраці із засобами масової інформації.

У подальших дослідженнях в цій сфері пропонується розробити: форму організації громадських організацій, що протидіють корупції; перелік критеріїв, що будуть вважатися ознаками отримання державними службовцями неправомірної вигоди через корупційні діяння; порядок звільнення державних службовців, які не відповідають стандартам доброчесності за встановленими критеріями; систему надання рекомендацій кандидатам на посади державних службовців; а також форму взаємодії Міністерства оборони України, засобів масової інформації, громадських організацій та відповідних органів Групи держав проти корупції (GRECO).

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Про національну антикорупційну стратегію на 2011–2015 роки : Указ Президента України // Законодавство України. Оновлено 18 верес. 2017 р. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1001/2011>.
2. Волянська О. В. Антикорупційний потенціал громадянського суспільства в Україні та чинники, що його зумовлюють // Методологія, теорія та практика соціологічного аналізу сучасного суспільства. 2014. Вип. 20. С. 212–220. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mtspsa_2014_20_37.
3. Corruption Perceptions Index 2016. URL: https://www.transparency.org/news/feature/corruption_perceptions_index_2016.
4. The Government Defence Anti-Corruption Index. URL: <https://government.defenceindex.org/#close>.
5. Закон України “Про засади державної антикорупційної політики в Україні (Антикорупційна стратегія) на 2014–2017 роки” // Законодавство України. – Оновлено 18 верес. 2017 р. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1699-18>.
6. Born H., Caparini M. and Fulri P. (eds.). Security Sector Reform and Democracy in Transitional Societies. Nomos, Baden-Baden, 2003.
7. Стратегічний оборонний бюлетень України : введ. в дію Указом Президента України від 6 черв. 2016 р. № 240/2016 // Законодавство України. – Оновлено 18 верес. 2017 р. URL: <http://www.president.gov.ua/documents/2402016-20137>.
8. Прохоренко О. Я. Протидія корупційним проявам в зарубіжних країнах та адаптація їх досвіду в Україні // Вісник УАДУ. 2002. № 3. С. 391–395.
9. Neidhardt F. The Public as a Communication System // Public Understanding of Science. 1994. № 2 (4). P. 339–50.
10. Доповідь міжнародної недержавної організації “Reporters sans frontiers” за 2016 рік. URL: <https://rsf.org>.
11. Зінченко Л. Щоби боротися з корупцією, ЗМІ мають перестати бути корумпованими // Детектор-медіа : інтернет-видання. 13 липня 2017 р. URL: <http://detector.media/production/article/127907/2017-07-13-shchobi-borotisyaz-koruptsiyeyu-zmi-mayut-perestati-buti-korumpovanimi/>.
12. Масс-медиа, сектор безопасности и управление. Роль новостных средств массовой информации в контроле и подотчетности сектора безопасности : науч. пособие / под ред. М. Капарини ; Женевский центр демократ. контроля

- над вооружен. силами, Київ. нац. ун-т ім. Т. Шевченка, Ін-т журналістики. К., 2005. 262 с.
13. Журавський В. С., Михальченко М. І., Михальченко О. М. Корупція в Україні – не політика : моногр. / НАН України, Ін-т політ. і етнонац. дослідж. ім. І. Ф. Кураса НАН України. К. : Фенікс, 2007. 408 с.
 14. Правосвідомість і правова культура як базові чинники державотворчого процесу в Україні : моногр. / Л. М. Герасіна, О. Г. Данильян, О. П. Дзьобань [та ін.]. Х. : Право, 2009. 352 с.
 15. Степаненко В. Громадянське суспільство як дискурс та соціальний нормативний порядок в соціології Джеффри Александера : практичні імплікації теорії // Соціологія: теорія, методи, маркетинг. 2006. № 2. С. 5–8. URL: http://i-soc.com.ua/journal/01_Stepanenko.
 16. Постанова Верховної Ради України № 2526-ХІІ від 01.07.92. // Законодавство України. – Оновлено 18 верес. 2017 р. URL: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/T252600.html.

Рецензент М. І. Луханін, д-р техн. наук, проф.
(Центральний науково-дослідний інститут озброєння
та військової техніки
Збройних Сил України)

УДК 623.592(477)

О. М. ШИЙКО,*кандидат технічних наук, доцент
(Сумський національний аграрний університет,
м. Суми),***П. В. ПОЛЕНИЦЯ,** *кандидат технічних наук,
доцент,***С. В. СЕРГІЄВ,** *старший науковий співробітник
(Науково-дослідний центр ракетних військ і
артилерії, м. Суми)*

Розрахункове визначення деривації артилерійських снарядів

Наводиться система диференціальних рівнянь для розрахункового визначення деривації артилерійських снарядів, стабілізованих обертанням, яка складається з диференціальних рівнянь руху центра мас снаряда і диференціального рівняння зміни куткової швидкості обертання снаряда при русі по траєкторії в результаті аеродинамічного тертя.

Ключові слова: артилерійський снаряд, деривація, диференціальні рівняння, центр мас снаряда, кут динамічної рівноваги, нормальна складова сили опору, кутова швидкість обертання снаряда.

Приведена система дифференциальных уравнений для расчетного определения деривации артиллерийских снарядов, стабилизируемых вращением, которая состоит из дифференциальных уравнений движения центра масс снаряда и дифференциального уравнения изменения угловой скорости вращения снаряда при движении по траектории в результате аэродинамического трения.

Ключевые слова: артиллерийский снаряд, деривация, дифференциальные уравнения, центр масс снаряда, угол динамического равновесия, нормальная составляющая силы сопротивления, угловая скорость вращения снаряда.

Деривацією називається систематичне бокове відхилення снарядів, що обертаються, від площини їх кидання [1]. Це є особливістю траєкторій снарядів, стабілізованих обертанням. Відхилення пояснюється тим, що на криволінійній траєкторії прецесійний рух осі снаряда відбувається навколо так званої осі динамічної рівноваги, яка відхилена праворуч від дотичної до траєкторії центра мас снаряда при правій нарізці ствола гармати. При лівому обертанні снаряда вісь динамічної рівноваги буде відхилена ліворуч. Внаслідок цього відхилення виникає нормальна сила, що зносить центр мас снаряда від площини стрільби в бік обертання, тобто викликає деривацію. Явище деривації притаманно тільки артилерійським снарядам, що обертаються, під час їх руху в повітрі на криволінійній ділянці траєкторії [2].

На даний час відомо декілька способів визначення деривації артилерійських снарядів.

1. Метод зустрічних стрільб [3], який полягає в тому, що бокові відхилення центрів групування снарядів (деривацію) визначають шляхом проведення одночасних стрільб з двох однорідних у балістичному відношенні гармат, розташованих на однаковій висоті напроти одна одної на відстані, що перевищує дальність стрільби на 1–2 км. Недоліком даного методу є те, що він потребує значних фінансових і людських витрат і не може бути застосований при конструкторській розробці нових зразків озброєння.

2. Розрахункові способи визначення деривації снарядів [1, 2, 4], які полягають у тому, що деривація обчислюється шляхом використання інтегральних формул, отриманих шляхом аналітичного розв'язання диференціального рівняння бокового руху центра мас снаряда при його переміщенні по просторовій криволінійній траєкторії. Недоліком таких способів є їх недостатня точність, що пов'язано з припущеннями, які використовувалися при отриманні цих формул, а також те, що зазначені формули можна використовувати тільки для визначення повної деривації.

3. Розрахунковий спосіб визначення деривації снарядів, який полягає в тому, що деривація може бути обчислена шляхом спільного розв'язання системи диференціальних і алгебраїчних рівнянь руху центра мас снаряда по просторовій траєкторії [2]. Його недоліком є, по-перше, те, що система рівнянь не містить залежності, яка визначає поворот вектора швидкості центра мас снаряда стосовно напрямку площини кидання і, по-друге, що залежність для швидкості обертання снаряда не є диференціальною.

Актуальною науковою задачею є розробка способу визначення деривації артилерійських снарядів, що обертаються, шляхом чисельного розв'язання системи диференціальних рівнянь, яку слід застосовувати при конструкторській розробці нових зразків озброєння та при створенні таблиць стрільби. Поставлену задачу можливо вирішити за рахунок чисельного розв'язання системи диференціальних рівнянь руху центра мас снаряда по просторовій траєкторії, складених відносно координат центра мас снаряда, швидкості центра мас снаряда та кутів, що визначають положення вектора швидкості

центра мас снаряда, разом з диференціальним рівнянням зміни кутової швидкості обертання снаряда в результаті аеродинамічного тертя.

Суть розрахункового визначення деривації артилерійських снарядів, яке пропонується, полягає в тому, що системне відхилення снарядів, стабілізованих обертанням, від площини кидання (деривація) обчислюється шляхом розв'язання системи диференціальних рівнянь руху центра мас снаряда по просторовій траєкторії як таке, що виникає від дії нормальної неперіодичної складової сили опору повітря при наявності неперіодичної складової кута нутації осі снаряда при його обертанні. З метою підвищення точності знаходження значень деривації система диференціальних рівнянь включає рівняння відносно координат центра мас снаряда, швидкості центра мас снаряда та кутів, що визначають положення вектора швидкості центра мас снаряда разом з диференціальним рівнянням зміни кутової швидкості обертання снаряда в результаті аеродинамічного тертя.

Згідно з [2] між віссю снаряда та вектором швидкості його центра мас існує змінний в часі кут нутації δ , що має неперіодичну складову δ_p . Кут δ_p зветься кутом динамічної рівноваги. Він визначає положення осі снаряда по відношенню до вектора швидкості центра мас снаряда. У свою чергу, кут динамічної рівноваги δ_p можна представити двома складовими δ_{1p} та δ_{2p} . Кут δ_{1p} , що значно більший за кут δ_{2p} , лежить у площині, яка проходить через дотичну перпендикулярно вертикальній площині, в якій лежить дотична. Кут δ_{2p} лежить у вертикальній площині, що проходить через дотичну (рис. 1).

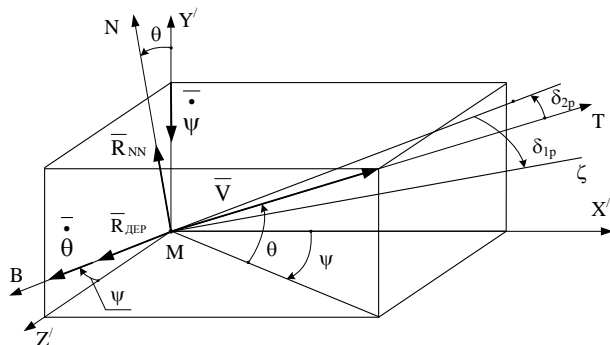


Рис. 1. Складові динамічного кута рівноваги δ_p та нормальної аеродинамічної сили

Нормальну аеродинамічну силу, як і кут динамічної рівноваги δ_p , можна розкласти на дві складові. Перша складова \bar{R}_{NN} , що обумовлена існуванням кута δ_{2p} , дещо впливає на дальність польоту. Друга складова \bar{R}_{DEP} , що визначається кутом δ_{1p} , призводить до повороту вектора швидкості центра мас снаряда від площини кидання та відповідного бокового відхилення снаряда (рис. 1).

Для запису диференціальних рівнянь руху центра мас снаряда використовуємо такі системи координатних осей (рис. 2):

нормальна земна система координат $OXYZ$, що має початок в точці вильоту;

пов'язана зі снарядом нормальна система координат $MX'Y'Z'$, що рухається поступально разом з центром мас паралельно системі координат $OXYZ$;

траєкторна система координат $MTNB$ з початком у центрі мас снаряда.

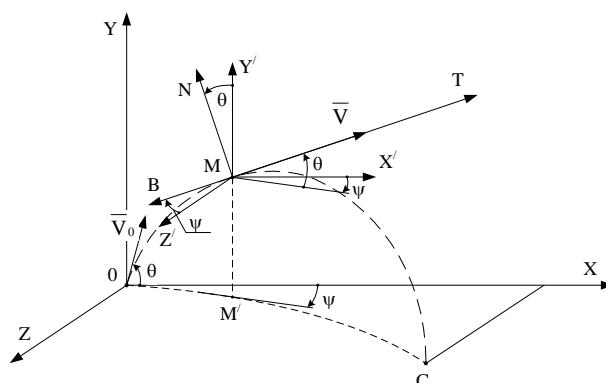


Рис. 2. Нормальна земна ($OXYZ$), нормальна пов'язана ($MX'Y'Z'$) і траєкторна ($MTNB$) системи координат

Вісь T системи $MTNB$ спрямована вздовж дотичної до траєкторії руху центра мас. Вісь N перпендикулярна до дотичної та лежить у вертикальній площині, що містить дотичну (зовнішня нормаль у вертикальній площині). Третя вісь B перпендикулярна вертикальній площині, в якій розташовані осі T і N і тому є горизонтальною віссю. Площина OXY – площина кидання.

Положення центра мас снаряда будемо визначати координатами X, Y, Z нормальної земної системи координат. Орієнтацію вектора швидкості центра мас по відношенню до нормальної земної системи координат визначимо двома кутами: θ – кут між вектором \bar{V} швидкості центра мас снаряда та проекцією \bar{V} на горизонтальну площину $MX'Z'$ (напрямок позитивного відліку кута, вказаний на рис. 1); ψ – кут між віссю MX' та проекцією \bar{V} на горизонтальну площину $MX'Z'$.

Диференціальні рівняння для визначення значення та напрямку вектора швидкості центра мас снаряда, що складені в проекціях на осі траєкторної системи координат, мають вигляд

$$\begin{aligned} \dot{V} &= \Sigma F_T / m; \\ \dot{\Theta} &= \Sigma F_N / (mV); \\ \dot{\Psi} &= -\Sigma F_B / (mV \cos \Theta), \end{aligned} \quad (1)$$

де $\Sigma F_T; \Sigma F_N; \Sigma F_B$ – додатки проекцій сил, що діють на снаряд, на відповідні осі траєкторної системи координат.

Доповнюючи ці рівняння диференціальними залежностями для проекцій вектора швидкості центра мас на осі нормальної земної системи координат

$$\begin{aligned} \dot{y}_c &= V \sin \Theta; \\ \dot{x}_c &= V \cos \Theta \cos \Psi; \\ \dot{z}_c &= -V \cos \Theta \sin \Psi, \end{aligned} \quad (2)$$

де y_c, x_c, z_c – координати центра мас снаряда в нормальній земній системі координат, отримуємо систему з шести диференціальних рівнянь, придатну для розрахунків параметрів траєкторії центра мас снаряда при складанні розрахункових таблиць стрільби некерованих артилерійських снарядів.

Для того щоб отримувати шляхом чисельного інтегрування системи диференціальних рівнянь (1)–(2) значення деривації в точках траєкторії, при запису правих частин рівнянь (1) врахуємо наявність неперіодичної складової кута нутації δ_{1p} осі снаряда, що призводить до появи нормальної неперіодичної складової сили опору $\bar{R}_{ДЕР}$ (рис. 1). Нормальна бокова складова $\bar{R}_{ДЕР}$ сили опору повітря, що викликана наявністю кута δ_{1p} , лежить у площині кута δ_{1p} та спрямована вздовж бокової нормалі B . Ця сила викликає дериваційне відхилення снаряда. При цьому, використовуючи залежності, наведені в [2], можна записати

$$R_{ДЕР} = \frac{dl}{g} \cdot 10^3 H(Y) V^2 k_N \left(\frac{V}{a}\right) \delta_{1p}, \quad (3)$$

де
$$\delta_{1p} = \frac{\alpha}{\beta} \left| \dot{\theta} \right| \varphi(t), \quad \alpha = Br_0; \quad (4)$$

$$\beta = \frac{d^2 h}{g} \cdot 10^3 H(Y) V^2 k_M \left(\frac{V}{a}\right);$$

$$B = 0,55 \frac{qd^2}{4g}; \quad r_0 = \frac{2\pi V_0}{\eta d};$$

$$h = h_1 + 0,37h_2 - 0,16d; \quad \varphi(t) = \frac{r}{r_0} = e^\sigma,$$

де
$$\sigma = -0,0598 \frac{2}{q} \int_0^t V^{\frac{4}{5}} dt. \quad (5)$$

Тут $\varphi(t)$ враховує затухання кутової швидкості обертання снаряда; B – осьовий момент інерції снаряда; r – кутова швидкість обертання снаряда; r_0 – початкова кутова швидкість обертання снаряда;

q – вага снаряда; l – довжина снаряда; d – калібр снаряда; η – відносна довжина ходу нарізів ствола;

h – плече перекидаючого моменту; h_1 – відстань від центра тяжіння снаряда до головної частини; h_2 – довжина головної частини.

У наведених залежностях h , h_1 і h_2 пов'язані формулою Гобара, а величина σ визначається за теоретичною формулою Сльозкіна [2] та встановлює закон зміни з часом кутової швидкості снаряда в результаті аеродинамічного тертя. Як видно із залежності (4), ця швидкість разом зі швидкістю пониження дотичної до траєкторії $\dot{\theta}$ безпосередньо впливає на величину кута динамічної рівноваги i , таким чином, на величину деривації.

Додаючи до рівнянь (1) і (2) диференціальне рівняння для підінтегральної функції в формулі (5), отримуємо таку систему рівнянь:

$$\begin{aligned} \dot{Y}_C &= V \sin \theta; \\ \dot{X}_C &= V \cos \theta \cos \psi; \\ \dot{Z}_C &= V \cos \theta \sin \psi; \\ \dot{V} &= \sum F_T / m \quad (6) \\ \dot{\theta} &= \sum F_N / (mV); \\ \dot{\psi} &= - \frac{(\sum F_B)^*}{mV \cos \theta} - \frac{E_{ДЕР}}{V \cos \theta}; \\ \dot{S}(t) &= V^{\frac{4}{5}}, \end{aligned}$$

де $E_{ДЕР}$ – прискорення центра мас снаряда в напрямку дії сили $\bar{R}_{ДЕР}$, $(\sum F_B)^*$ – додатак проєкцій решти сил, крім сили $\bar{R}_{ДЕР}$, на вісь B траєкторної системи координат.

У рівняннях (6) прискорення центра мас снаряда від дії сили $\bar{R}_{ДЕР}$

$$E_{ДЕР} = C_N \varphi \left| \dot{\theta} \right| \frac{k_N(V_{r\tau})}{k_M(V_{r\tau})}, \quad C_N = \frac{lag}{dhq};$$

$$\varphi = e^\sigma; \quad \sigma = -0,0598 \frac{2}{q} S(t);$$

$$\frac{k_N(V_{r\tau})}{k_M(V_{r\tau})} = \left[\frac{k_N(V_{r\tau})}{k_M(V_{r\tau})} \right]_{4,5} \cdot \frac{4,5d}{l};$$

$\left(\frac{k_N}{k_M} \right)_{4,5}$ – табличні дані для снаряда відносного подовження 4,5; g – прискорення вільного падіння.

Чисельно розв'язуючи систему рівнянь (6), можна одночасно отримувати параметри просторової траєкторії артилерійських снарядів, включаючи деривацію

Висновки. Таким чином, за рахунок спільного чисельного розв'язання системи диференціальних рівнянь руху центра мас снаряда по просторовій траєкторії, складених відносно координат центра мас снаряда, швидкості центра мас снаряда та кутів, що визначають напрямок вектора швидкості центра мас снаряда, і рівняння зміни з часом кутової швидкості снаряда при аеродинамічному терті вдається розраховувати деривацію снаряда в довільній точці траєкторії одночасно з іншими параметрами траєкторії, яка під впливом деривації набуває просторової форми.

Технічний результат, який може бути отриманий при застосуванні даного способу, полягає в зменшенні деривації снарядів при створенні нових зразків озброєння за рахунок її обчислення при різних конструктивних параметрах снаряда та гармати, конструктивному забезпеченні необхідних доворотів гармати, розширенні можливості при складанні розрахункових таблиць стрільби.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Дмитриевский А. А., Лысенко Л. Н. Внешняя баллистика : учебн. для студентов вузов. 4-е изд., перераб. и доп. М. : Машиностроение, 2005. 608 с.
2. Чернозубов А. Д., Кириченко В. Д., Разин И. И., Михайлов К. В. Внешняя баллистика. Ч. 2. М. : ВАИА им. Дзержинского, 1954. 483 с.
3. Равдин И. В. Внешняя баллистика : учеб. пособие. Л. : ЛКВВИА им. Можайского, 1956. 300 с.
4. Дмитриевский А. А., Лысенко Л. Н., Богодистов С. С. Внешняя баллистика : учебн. для студентов вузов. 3-е изд. перераб. и доп. М. : Машиностроение, 1991. 640 с.

Рецензент С. В. Лапицький, д-р техн. наук, проф.
(Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України)

УДК 629.7.018:2.001.2

В. Н. СЕНАТОРОВ,*кандидат технических наук,***А. В. ГУРНОВИЧ,** *доктор технических наук,*
*старший научный сотрудник**(Центральный научно-исследовательский институт вооружения и военной техники Вооруженных Сил Украины, г. Киев),***Н. В. СЕНАТОРОВ,** *кандидат технических наук*
(ООО «UA.RPA», г. Киев)

Сетка коллиматорного прицела для пистолета-пулемета

Разработана методика расчета сетки коллиматорного прицела для пистолета-пулемета. Сетка позволяет упростить стрельбу по подвижной цели.

Ключевые слова: коллиматорный прицел, сетка, подвижная цель.

Розроблено методику розрахунку сітки коліматорного прицілу для пістолета-пулемета. Сітка дозволяє спростити стрільбу по рухомій цілі.

Ключові слова: коліматорний приціл, сітка, рухома ціль.

Современный пистолет-пулемет (ПП) характеризуется малыми габаритами и сравнительно большой огневой мощностью, а его боевое назначение – огневой контакт в условиях плотной городской застройки на дистанции до 100–120 м либо непосредственная самооборона военнослужащих в ближнем бою [1]. Именно поэтому ПП используют органы правопорядка, спецслужбы, группы быстрого реагирования, а также экипажи боевых расчетов, связисты и тыловые офицеры.

Интерес к этому виду стрелкового оружия возрос в конце 80-х – начале 90-х годов прошлого столетия в связи с ростом преступности. Например, в странах СНГ были поставлены на серийное производство ПП «Форт-224», ПП9 «Клин», ПП-2000 и другие. Для повышения боевой эффективности некоторые из них комплектуются коллиматорным оптическим прицелом (КОП) типа «red dot». Преимущества этого прицела перед механическим целиком общеизвестны: высокая точность прицеливания, малое время выполнения боевой задачи, удобство стрельбы по подвижной цели.

Цель данной статьи – разработка методики расчета прицельной сетки КОП для повышения эффективности стрельбы из ПП по подвижной цели.

Определим значение курсового угла q_1 подвижной цели, при котором она будет поражена, если не вводить упреждение, т. е. использовать классическую прицельную сетку «red dot». Будем исходить из следующих предпосылок: средняя скорость пули $V_n = 390$ м/с [2], а средняя скорость движения цели $V_u = 5$ м/с [3]. При использовании оптического прицела суммарная ошибка стрельбы σ_Σ складывается из ошибки оружия (характеризуется техническим рассеиванием траектории пули σ_p), ошибки прицела (характеризуется параллактической ошибкой σ_n) и индивидуальной ошибки стрелка при прицеливании σ_c .

Анализ показывает, что техническое рассеивание траектории пули у современных ПП, например ПП «Форт-224», не превышает $\varnothing 85$ мм на дистанции 25 м [4], т. е. $\sigma_p = 1,7$ мрад. Анализ современных КОП [5] показывает, что их параллактическая ошибка не превышает 0,29 мрад. Согласно исследованиям Штампфера [6] индивидуальная ошибка стрелка, пользующегося оптическим прицелом с увеличением 1^\times , составляет в среднем 0,16 мрад. С учетом этого суммарная ошибка стрельбы σ_Σ с использованием КОП составляет 1,73 мрад.

Рассмотрим рисунок, где изображена схема возможного перемещения S_u цели – типовой ростовой мишени ($2h_y = 0,5$ м [7]) из точки Π_0 в точку Π_1 за время полета пули t на текущую дистанцию D .

Из рисунка видно, что подвижная цель (характеризуется отрезком A_1B_1) будет поражена, если эллипс рассеивания пули $2E_y$ вписывается в ее контур при перемещении в положение Π_1 . Курсовой угол цели q_1 , при котором цель A_1B_1 поражается при совмещении базовой точки «red dot» с точкой прицеливания Π_0 , определяется из габаритных соотношений рисунка:

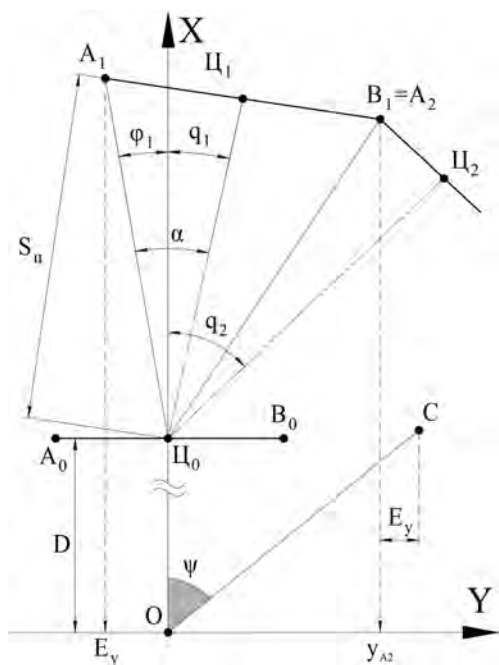


Схема перемещения цели:

O – точка, из которой производится выстрел, C – точка упреждения

$$q_1 = \alpha - \varphi_1, \tag{1}$$

где вспомогательные углы α и φ_1 определяются по формулам

$$\alpha = \arctg(h_y/S_u), \tag{2}$$

$$\varphi_1 = \arcsin [E_y / (S_u^2 + h_y^2)^{1/2}]. \tag{3}$$

Здесь

$$S_u = \pm V_u t = \pm V_u D/V_n, \tag{4}$$

$$E_y \approx (D + S_u) \sigma_z / 1000. \tag{5}$$

Знак минус в формуле (4) – при стрельбе по приближающейся (преследующей стрелка) цели, знак плюс – при стрельбе по убегающей (преследуемой) цели.

В табл. 1 приведены значения промежуточных параметров, рассчитанных по зависимостям (2)...(5), и курсового угла q_1 для ряда значений D.

Таблица 1. Значения курсового угла q_1 для ряда значений дистанции D

D, м	t, с	S _u , м	E _y , м	α, град	φ ₁ , град	q ₁ , град
25	0,064	0,32	0,044	38	6,22	31,78
50	0,128	0,64	0,088	21,34	7,36	13,98
75	0,192	0,96	0,131	14,60	7,59	7,01
100	0,256	1,28	0,175	11,05	7,71	3,34
125	0,332	1,6	0,219	8,88	7,77	1,11
		-1,6	0,213		7,56	1,32

На основании этих данных можно сделать следующее заключение. Если стрельба ведется по преследующей цели, которая, как правило, движется прямолинейно, то КОП с классической сеткой «red dot» решает боевую задачу. Если же стрельба ведется по преследуемой

цели, маневрирующей в пределах $\pm 30^\circ$, то КОП с классической сеткой «red dot» решает боевую задачу только на дистанции до 25 м. То есть для ее поражения в широком диапазоне курсовых углов необходимо вводить упреждение. Понятно, что упреждение можно организовать и с использованием классической сетки «red dot», вынеся ее в направлении уходящей цели, но это приведет к дополнительной ошибке прицеливания. Поэтому, по мнению авторов, целесообразно ввести в поле зрения стрелка дополнительную прицельную метку. Методика расчета ее положения может быть следующей.

Рисунок также отображает схему перемещения цели из положения Ц₁, при котором она поражается при использовании классической сетки «red dot», в положение Ц₂, при котором она поражается при совмещении дополнительной прицельной метки с центром цели Ц₀ и выстреле в упрежденную точку C.

Из рисунка следует, что подвижная цель будет поражена, если эллипс рассеивания пуль $2E_y$ вписывается в ее контур при перемещении в положение Ц₂. При этом положение цели характеризуется курсовым углом q_2 .

Угол упреждения ψ , соответствующий точке упреждения C при стрельбе из точки O, определяется по формуле

$$\psi = \arctg[(y_{A_2} + E_y)/D], \tag{6}$$

где абсцисса точки A₂ определяется уравнением

$$y_{A_2} = y_{B_1} = (S_u^2 + h_y^2)^{1/2} \sin(q_1 + \alpha). \tag{7}$$

Логично рассчитать угловое положение дополнительной прицельной метки для поражения цели при предельном значении дистанции 125 м и определить диапазон курсового угла цели, при котором она будет поражена при этом значении ψ при других значениях дистанции.

Последовательно подставляя в формулы (7) и (6) известные значения из табл. 1, находим: $y_{B_1} = 0,281$ м; $\psi = 4$ мрад.

Курсовой угол q_2 , при котором цель Ц₂ поражается при стрельбе в упрежденную точку C и совмещении дополнительной прицельной сетки с центром цели Ц₀, определяется по габаритным соотношениям рисунка:

$$q_2 = q_1 + 2\alpha.$$

В табл. 2 приведены значения курсового угла q_2 для ряда значений D.

Таблица 2. Значения курсового угла q_2 для ряда значений дистанции D

D, м	50	75	100	125
q ₂ , град	67,1	36,2	25,4	18,87

На основании данных табл. 2 можно сделать следующее заключение. Введение двух боковых прицельных меток, расположенных на углах визирования ± 4 мрад, существенно повышает боевую эффективность пистолета-пулемета: прицельная стрельба может вестись по

подвижной цели в широком диапазоне углов ее маневра (до 25° на дистанции до 100 м).

При выборе углового размера центральной точки прицельной сетки целесообразно принять во внимание предложение инженера И. М. Алексеенко. При разработке КОП для пистолета-пулемета «Гном» [8] угловой размер точки “red dot” соответствовал размеру головы человека в каске на предельной дистанции стрельбы оружия. В нашем случае он должен быть 2 мрад. Угловой размер боковых прицельных меток целесообразно принять равным 1 мрад.

Выводы:

1. Прицельная сетка коллиматорного оптического прицела, устанавливаемого на пистолет-пулемет, должна представлять собой три прицельные метки типа «red dot»: центральную точку с угловым размером 2 мрад и две боковых на углах визирования ± 4 мрад.

2. Использование такой сетки позволяет поражать подвижную цель с курсовым углом до $\pm 25^\circ$ в широком диапазоне дистанции стрельбы из пистолета-пулемета.

3. Выбор прицельной метки (центральная/боковая) зависит от курсового угла цели и дистанции до цели. Поэтому первостепенное значение приобретает навык стрелка быстро определять эти два параметра. Приобретению такого навыка должны способствовать систематические тренировки на специальной стендовой аппаратуре.

4. Разработанная методика расчета сетки прицела ориентирована на среднюю скорость полета пули 390 м/с и техническое рассеяние траектории пули 1,7 мрад. Очевидно, что расчет сетки можно провести

для конкретного типа пистолета-пулемета для повышения его боевой эффективности.

СПИСОК ССЫЛОК

1. Пистолет-пулемет. URL: <https://ru.wikipedia.org> (дата обращения 11.11.2017).
2. Список пистолетов-пулеметов. URL: <https://ru.wikipedia.org> (дата обращения 11.11.2017).
3. Сенаторов Н. В., Сенаторов В. Н., Бойко Г. А. Сетка коллиматорного прицела для пистолета // Озброєння та військова техніка. 2014. № 1. С. 24–27.
4. Пистолет-пулемет «Клин». URL: https://spec-naz.org/armory/submachine-guns/pistolet_pulemet_pp_9_klin (дата обращения 11.11.2017).
5. Сенаторов Н. В., Микитенко В. И. Оптимизация конструкции моноблочного коллиматорного прицела // Артиллерийское и стрелковое вооружение. 2003. № 1. С. 27–29.
6. Ананьев И. Н. Основы устройства прицелов. М. : Воениздат, 1947. 440 с.
7. Фендриков Н. М., Яковлев В. И. Методы расчётов боевой эффективности вооружения. М. : Воениздат, 1971. 224 с.
8. Перспективна стрілецька зброя України : проспект. К. : Мінпромполітики України, 2003. 10 с.

Рецензент С. В. Лапицький, д-р техн. наук, проф.
(Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України)

УДК 327: 355.02

Л. В. КРАЙНИК,*доктор технічних наук, професор
(ВАТ "Укравтобустром", м. Львів),***М. Г. ГРУБЕЛЬ,** *кандидат технічних наук,
доцент**(Національна академія сухопутних військ
ім. гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів)*

Проблема оновлення автопарку Збройних Сил України та формування перспективного типу військової автомобільної техніки в аспекті сучасних тенденцій

Розглянуто сучасний стан парку автомобілів та військової автомобільної техніки (ВАТ) Збройних Сил (ЗС) України. З аналізу тенденцій розвитку ВАТ в арміях НАТО та необхідності оновлення застарілого парку автомобілів ЗС України сформовано перспективний типаж повнопривідної ВАТ та агрегатно уніфікованих бойових і спеціальних колісних машин з врахуванням потенціалу вітчизняного машинобудування та критичного імпорту агрегатів і вузлів.

Ключові слова: аналіз парку автомобілів, тенденції розвитку ВАТ, формування перспективного типу.

Рассмотрено современное состояние парка автомобилей и военной автомобильной техники Вооруженных Сил Украины. Исходя из анализа тенденций развития ВАТ в армиях НАТО и необходимости замены устаревшего автопарка ВС Украины сформирован перспективный типаж полноприводной ВАТ и агрегатно унифицированных боевых и специальных колесных машин с учетом потенциала отечественного машиностроения и критического импорта агрегатов, узлов.

Ключевые слова: анализ парка автомобилей, тенденции ВАТ, формирование перспективного типажа.

Після розпаду СРСР Збройні Сили (ЗС) України отримали у спадок великий за чисельністю парк військової автомобільної техніки (ВАТ), який за останні 25 років скоротився практично удвічі внаслідок як дво-, триразового перевищення граничних амортизаційних термінів служби і списання, так і реалізації надлишкової кількості з мобілізаційних резервів та скорочення чисельності військових формувань. З часів СРСР парк ВАТ ЗС України практично на 90% складається з автомобілів російського виробництва розробки кінця 1950-х – початку 1960-х років (УАЗ, ГАЗ, ЗИЛ, «Урал») та початку 1970-х років (КамАЗ), що ще на кінець 1980-х років технічно і морально застаріли в порівнянні з тодішніми технічними вимогами до ВАТ країн НАТО [1]. Окрім цього, враховуючи реалії фактичної відсутності оновлення автопарку впродовж останніх 20–25 років, понад 95% загальної чисельності парку автомобілів зношені і потребують заміни. Таким чином, як з умов об'єктивної необхідності заміни, оновлення давно зношеного парку ВАТ з більш ніж 2-разовим перевищенням фактичного терміну експлуатації нормативних граничних значень, так і з умов невідповідності сучасним технічним вимогам, що відчутно змінилися впродовж останніх 10–15 років, є об'єктивна необхідність оновлення типуажу і структури парку ВАТ та КТ ЗС України з врахуванням сучасних вимог і зміни характеру сучасних бойових дій.

Метою статті є аналіз ситуації та формування перспективного типуажу ВАТ для потреб ЗС України з врахуванням сучасних нормативних вимог і тенденцій розвитку провідних армій світу, а також аналіз можливостей вітчизняного автомобіле- та машинобудування щодо організації виробництва перспективного типуажу ВАТ. При цьому в основу методології підходу покладено програмно-цільовий метод планування розвитку озброєння та військової техніки (ОВТ) [2, 3] відповідно до визначальних положень оновленої державної оборонної програми [4] в рамках заходів щодо розвитку оборонно-промислового комплексу (ОПК) України [5].

Кардинальна зміна характеру сучасних воєнних конфліктів з відходом від доктрини позиційних воєн до висококомобільних, так званих мережоцентричних воєнних дій відчутно розширили зону дій бригадних формувань у 3–5 разів як за шириною фронту, так і за глибиною. Відповідно суттєво зросли вимоги до мобільності забезпечення воєнних операцій у сучасних умовах.

За таких умов в основу концепції формування перспективного типуажу ВАТ для ЗС України покладено:

відчутне зростання характеристик прохідності і мобільності колісних машин, що задіяні в проведенні та забезпеченні бойових дій;

тенденція переходу від попередньої концепції уніфікації модельного ряду ВАТ з так званими автомобілями підвищеної прохідності подвійного призначення до концепції розробки і виробництва власне спеціалізованої ВАТ з максимальною агрегатно-модульною уніфікацією з бойовими колісними машинами (БКМ);

мінімізація різноманітності і практичне виключення використання у відповідних класах вантажності ВАТ різних виробників, насамперед з умов мінімізації

номенклатури запасних частин і витратних матеріалів та технологій технічного сервісу і ремонту;

очевидна пріоритетність забезпечення, за досвідом армій країн – членів НАТО, ВАР однотипного призначення власного виробництва, у тому числі при наявності в інших країнах блоку аналогів цього ж масо-габаритного класу з кращими технічними характеристиками.

Стосовно тенденцій розвитку типу та структури парку сучасних армій слід зазначити радикальні зміни в структурі впродовж останніх 20–25 років, що обумовлено кардинальними змінами характеру сучасних воєн і відповідною реалізацією ряду цільових програм розвитку ВАР. Так, у США і ЄС, починаючи з 1980-х років реалізовано програми HMMWV (та наступну – LTV (Light Tactical Vehicle) у 2010 року і 8 моделей-аналогів у ЄС), CRAB, DARPA Ground – X Vehicle, Flyer, MRAP та ін., що вже успішно застосовувались у процесі останніх воєнних конфліктів, насамперед в Іраку, Афганістані, на Близькому Сході [6–9]. Такий підхід не тільки дозволив кардинально оновити типаж ВАР та вимоги до неї, але й привів до радикальних змін структури і чисельності парку колісної техніки сучасних армій.

З аналізу дослідно-конструкторських робіт щодо розвитку і реалізації ВАР нового покоління в США і ЄС, включаючи і програми 2010 року НДІ-21 міноборони РФ, очевидна максимальна уніфікація модельного ряду [10]. Насамперед у найбільш масових автомобілях малої і середньої вантажності спостерігається більш високий, у порівнянні з попередньою генерацією машин, рівень мобільності, динаміки руху, прохідності і запасу

ходу, мінімізація номенклатури агрегатів і запасних частин, зокрема (табл. 1):

питома потужність зросла у порівнянні з існуючим типажем ГАЗ-КамАЗ у 1,7–2 рази (з 9,25–10,2 кВт/т до 16,5–20 кВт/т), що обумовило і відповідне збільшення нормативної середньої швидкості руху в колоні у 1,4–1,5 рази, збільшення на 30–50 км/год максимально можливої швидкості руху, покращення на 20–30% динаміки розгону і гальмування;

уніфікована ширина колії всіх класів машин з умов покращення руху бездоріжжям повною масою від 3,5 до 30 т у межах 1930–1980 мм, яка в існуючому автопарку ЗС України різна і становить для ГАЗ 66 – 1750 мм, для УАЗ – 1453 мм і для КрАЗ – 2360 мм;

суттєво збільшений дорожній просвіт зі звичних в Україні та СНД для УАЗ 300–315 мм, ЗИЛ, КамАЗ – 350–365 мм до стандартизованих 430–440 мм із застосуванням незалежних підвісок або нерозрізних осей так званого порталного типу;

відчутно збільшені кути в'їзду/з'їзду зі звичних в Україні та СНД 32°–35° машин попереднього покоління до 40°–45°, що обумовило і відповідні загальні компоновальні рішення;

практично ВАР, починаючи з класу джипів, оснащена централізованою системою регулювання тиску шин і системою колісних вставок [10] забезпечення мобільності при наскрізних пошкодженнях шини.

В основу вибору колісної схеми, компоновки і масо-габаритних показників покладено показник навантаження на вісь [11]. Такий підхід дозволяє забезпечити необхідну мобільність руху бездоріжжям і зберегти її

Таблиця 1. Технічні характеристики військових автомобілів

Параметр	Клас вантажності 3 т				Клас вантажності 5–27 т			
	HMMV M997A	MB Unimog U3000	ГУР G051	ГУР G081	MAN HX 77	КрАЗ 7634	MB Unimog U5000	ГУР G121
Країна	США	ФРН	Україна	Україна	ФРН	Україна	ФРН	Україна
Колісна формула	4×4	4×4	4×4	4×4	8×8	8×8	4×4	6×6
Габаритні розміри:								
- довжина, мм	4686	6010	5050	6300	10115	11830	6120	7850
- висота, мм	1905	2650	2000	2600	2860	2985	2740	2600
- колісна база, мм	3302	3850	3200	4200	1330–3670–1400	1750–4000–1400	3850	3400
Вантажність	1600	3000	1500	3000	16500	27000	5000	5000
Споряджена маса, кг	2740	5000	2400	5000	21500	18000	7500	7500
Повна маса, кг	4670	8000	3900	8000	38000	45000	12500	12500
Дорожній просвіт	406	440	420	430	415	390	440	430
Кути прохідності								
-в'їзду °	60	44	45	45	40	31	44	45
-з'їзду °	50	48	41	44	45	19	55	45
Коля								
- передніх коліс, мм	1850	1930	1880	1930	2006	2360	1930	1930
- задніх коліс, мм	1850	1930	1880	1930	2006	2360	1930	1930
Питома потужність, кВт/т	20,6	16,3	24,3	16,25	10,5	6,53	15,5	15,0
Питома матеріаломісткість, кг/кг	2,91	1,67	2,16	1,67	2,30	1,7–2,5	1,5	1,4

у багатовісних машинах при підриві одного з коліс на міні, але обумовлює збільшення повної маси. Остання лежить в основі класифікації типуажу сучасної армійської колісної техніки. Для прикладу наведемо класифікацію в бундесвері ФРН ВАТ, згруповану у 3 класи (рис. 1):

до 1 класу входить ВАТ, що має навантаження на вісь 2,5 т, є найбільш масовою у зміні структур автопарку. Для ВАТ за схемою 4×4 це обмеження повної маси до 5–5,5 т, а за схемою 6×6 відповідно – до 7,5–8 т;

до 2 класу входить ВАТ, яка має навантаження на вісь 4–4,5 т. Її вантажність становить 2,5–3,5 т для схеми 4×4 та 4–6 т для схеми 6×6 при обмеженні повної маси до 12 т;

до 3 класу входить ВАТ, яка має навантаження на вісь 7–8 т, починаючи з вантажності 5–6 т для двовісної схеми 4×4 транспортного забезпечення і до колісних важких тактичних машин схеми 8×8 повною масою до 32–38 т.

Слід зазначити, що згідно з [12] питома частка автомобільних доріг загального користування в Україні, розрахованих під допустиме навантаження на вісь до 6 т, є домінуючою і складає близько 74% на противагу більшості країн ЄС, де домінують дороги під навантаження на вісь до 10–12 т.

Проведений огляд та аналіз сучасного розвитку БКМ [12–15] засвідчив однозначну ситуацію розширення типуажу і класів БКМ у порівнянні до звичних з часів СРСР 2 колісних базових типів (БРДМ, БТР/БМП) з виділенням у 4 класи/кластери як з умов навантаження на

вісь – до 5 т, так і 2 класів: MRAP (навантаженням на вісь 6,0–7,4 т) та так званих патрульних MRAP (навантаження на вісь до 7,9–8,8 т). При цьому не розглядалися важкі БМП як переднього краю, так і вогневої підтримки (типу tank-destroyer) та нове покоління важких БТР/БМП типу GTK Boxer та пріоритетність розвитку колісних самохідних артилерійських установок (САУ), у тому числі гаубиць калібру 152/155 мм [16].

Підвищення вимог до мобільності і запасу ходу військової техніки зумовили однозначний пріоритет ВАТ у структурі парку в арміях Франції, Італії, ФРН тощо. Крім цього, визначено тенденцію до максимальної агрегатно-вузлової уніфікації спеціальної ВАТ за двигунами, коробками передач, кермовими і гальмовими системами, осями. Складально-кузовне виробництво військової ВАТ зосереджене на спеціалізованих заводах провідних автовиробників: IVECO-Oto Melara, Renault Truck Defence й інших, – або ж спеціалізованих заводах тільки військової техніки Nexter, MOWAG й інших.

Все це обумовлює відповідну зміну підходів до формування і класифікації ВАТ та нормативної бази стосовно масо габаритних характеристик, насамперед навантажень на вісь, стійкості та керованості руху, гальмівних характеристик і т. п. З іншого боку, умови застосування ВАТ, насамперед поява засобів дистанційного ураження складних мікропроцесорних систем автоматики паливоподачі сучасних двигунів, а також реалії логістики забезпечення в бойових умовах високоякісними моторними паливами з регламентованим допустимим вмістом твердих домішок та води, обумовлюють очевидну доцільність

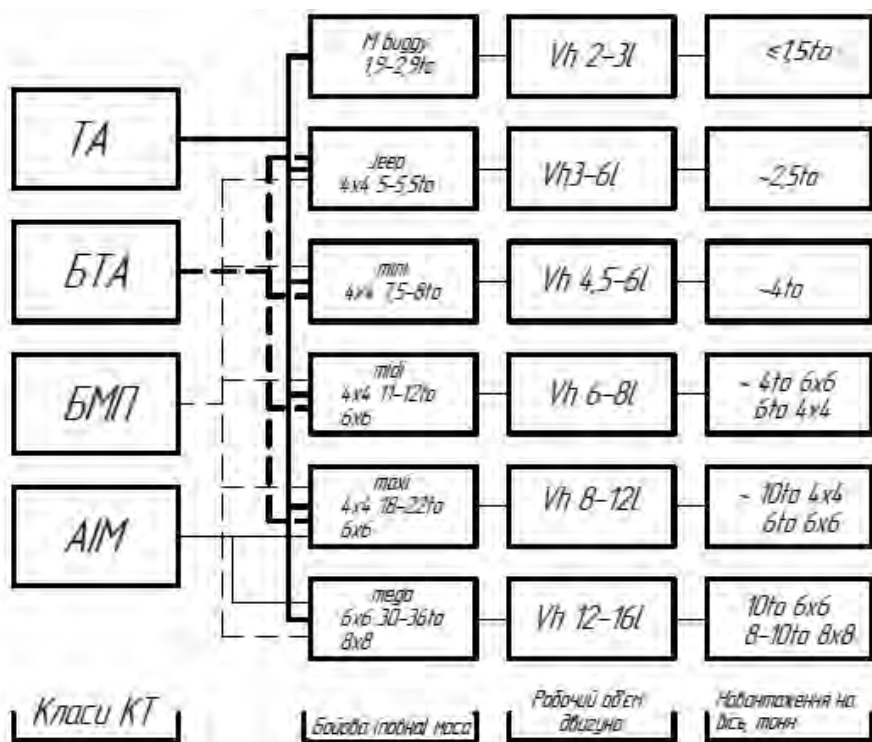


Рис. 1. Структура типуажу колісної техніки сучасних армій:

ТА – автомобілі транспортного забезпечення тилу; БТА – броньовані транспортні автомобілі забезпечення переднього краю/зони конфлікту; БМП – бойові машини піхоти переднього краю; АІМ – колісні машини артилерії і інженерного забезпечення; Vh – типові діапазони робочого об’єму двигуна

використання на ВАТ двигунів екологічної норми СЕК ООН "Євро-2", що дозволяє зберегти більш надійні механічні системи впорскування та знизити вимоги до якості і питомого вмісту домішок моторних палив.

За останні два десятиліття суттєво змінилась і питома частка машин певних класів вантажності у парках ВАТ армій НАТО [7], що відрізняється від ситуації в епоху позиційних воєн і успадкована ЗС України з часів СРСР:

близько 40–60% чисельності парку складають автомобілі малої вантажності до 1,5–2 т повною масою до 5–5,5 т та легкоброньовані ударні бойові машини переднього краю на їхній базі. До перших відносяться важкі військові джипи типу НМВWV-M997, OshkoshL-ATV, MOWAG, АСМ, до інших – вантажні транспортери, так звані легкі баггі (armybaggi) типу Flyer;

близько 30–40% чисельності парку складають середньотоннажні машини вогневої підтримки переднього краю та забезпечення вантажністю 2,5–5,5 т та бойові колісні машини повною масою від 7 до 14 т. Машини цього класу уніфіковані за шасі, з різною кількістю осей: в залежності від допустимого навантаження на вісь. У діапазоні навантаження на вісь 2,5–3,5 т застосовуються схеми 4×4, 6×6 та 8×8 (остання раніше в цьому класі використовувалась тільки для БМП). При навантаженні на вісь 4–6 т застосовуються схеми 4×4 та 6×6, при навантаженні на вісь 7–8 т – схема 4×4. Для класу вантажності 4–6 т така ситуація характерна не тільки для актуального типу армій НАТО, але закладена і у програму НДІ-21 МО РФ 2010 року;

близько 5–10% чисельності парку становлять машини великої вантажності повною масою від 16 до 50 т з пропорційним збільшенням кількості осей за схемами 8×8, 10×10. До них відносяться агрегатно уніфіковані колісні шасі машин інженерного забезпечення, самохідних артилерійських (у тому числі калібру 152/155 мм – очевидна тенденція до переходу з гусеничних шасі на колісні [16]) та ракетних систем.

Аналіз типажу БКМ за порівняними класами повної маси та навантажень на вісь подано у роботах [12, 14, 16] і дозволяє констатувати реальність використання вищезазначених базових колісних платформ (шасі) для відповідних типів БКМ і машин вогневої підтримки переднього краю (на шасі великої вантажності).

З аналізу типажу вже існуючої і перспективної ВАТ, аналізу характеру бойових дій в Афганістані, Іраку, Україні [12, 14, 17–18 та ін.] впливає необхідність формування перспективного типажу оновлення парку ВАТ ЗС України. При цьому потрібно врахувати й умови гармонізації з нормативною базою НАТО, беручи до уваги очевидні тенденції зближення та уніфікації за агрегатно-ходовими системами ВАТ і БКМ відповідних масогабаритних класів.

У малотоннажному класі взамін домінуючих на сьогодні в ЗС України двох типів автомобілів УАЗ вантажністю 0,75 т фактично сформовано 2 типорозміри машин:

легка колісна платформа вантажністю 0,5 т повною масою до 2 т (розвідувальні та санітарно-евакуаційні

автомобілі, легкі ударні машини переднього краю, так звані військові баггі, в США – проект Flyer, в ЄС – Wildcat) та відповідно і легкі санітарно-евакуаційні машини переднього краю [15];

важкий військовий джип вантажністю 1,5 т як розвиток проекту НМВWV –Hummer/OshkoshL-ATV [19]. Цей джип має 8 аналогів в країнах ЄС, КНР, Японії, Південній Кореї, Туреччині тощо та вантажопасажирські і легкоброньовані бойові машини переднього краю на їхній базі повною масою до 5–5,5 т. В Англії задекларовано перехід від класичних джипів Land Rover Defender 90-130 до цього класу машин, у ФРН завершуються випробування правонаступника MB-Gelaendewagen G, у Франції, Італії, Іспанії важкі армійські джипи вже понад 10 років прийняті на озброєння.

У розвиток робіт з ДКР «Джип-1,5» у ВАТ «Укробтобуспром» опрацьовано технічні проекти агрегатно уніфікованого сімейства машин цього класу з різним виконанням кузовів і колісної бази в залежності від 3 основних сфер використання даного класу колісних машин повною масою 5–5,5 т (рис. 2):

базова модель вантажопасажирського важкого військового джипа ТУР G051 вантажністю до 1,5 т на 6–8 осіб у різних варіантах-модифікаціях кузова (рис. 2, а, б, в, г);

легкоброньована модель БКМ ТУР G052, за II рівнем прийнятого в країнах НАТО стандарту бронювання STANAG 4569 на 2–3 члени екіпажу з укороченою колісною базою і дистанційно керованим бойовим модулем (рис. 2, е);

транспортна модель ТУР G053 безкапотної компоновки з видовженою колісною базою вантажністю 1,5–2 т, у тому числі шасі під фургон типу «Шелтон» систем зв'язку і т. п. (рис. 2, д).

Два останні класи машин G052 і G053 передбачають і варіанти виконання за 3-вісною уніфікованою схемою типу 6×6 повною масою до 7,5–9 т при допустимому навантаженні на вісь до 3,0 т (рис. 2, е, ж). Модель ЛБКМ ТУР G072 (6×6) передбачає монтаж бойового модуля відчутно збільшеної вогневої потужності, включаючи 57-мм артилерійську систему чи автоматичний гранатомет. Транспортна модель ТУР G079 – вантажністю до 2,5–3 т.

У середньотоннажному класі повною масою 7,5–12 т (при навантаженні на вісь до 5–6 т), що складає наразі основу автопарку ЗС України (ЗиЛ, «Урал», КамАЗ) – 1 базова модель у 2- і 3-вісному виконанні (4×4, 6×6 та 8×8) півкапотної компоновки (з умов протимінного захисту) на порталних осях (типу MB Unimog U500/700 чи TatraT810) під типові характеристики опорно-зчпної і геометричної прохідності оновленого типажу машин НАТО [1], максимально уніфікованих за агрегатною базою, кабіною, системами шасі, шинами – ТУР G081-083(4×4), ТУР G121-123(6×6) та ТУР G181-183 (8×8).

У класі великої вантажності (maxi/mega) повною масою від 16 до 32 т в Україні наявне власне виробництво – ХК «Авто КраАЗ». Воно здатне забезпечити потреби ЗС України в усіх необхідних модифікаціях: від

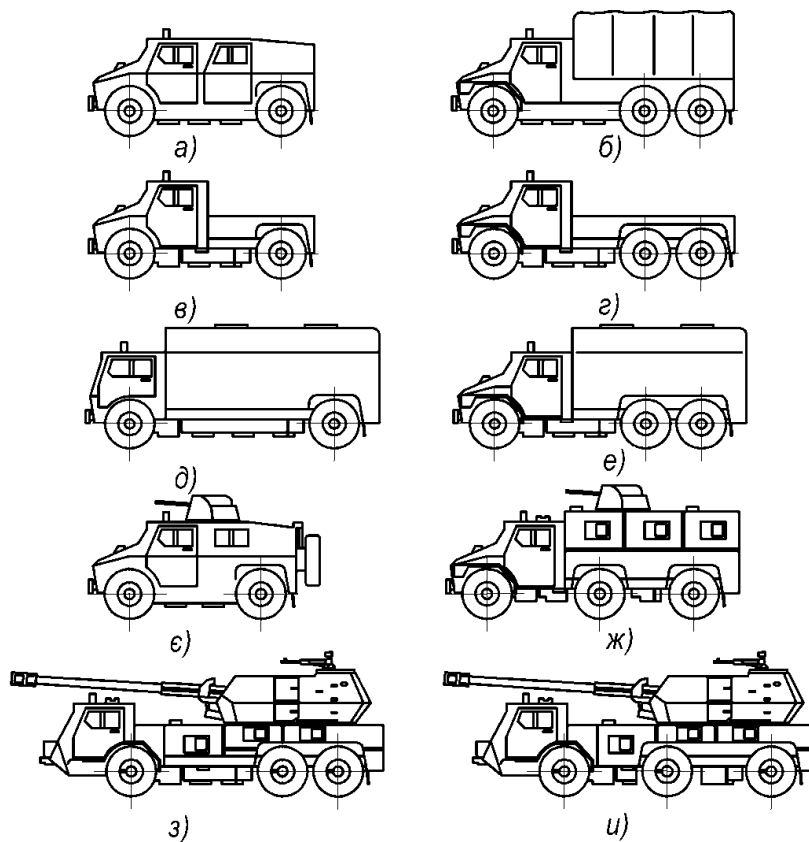


Рис. 2. Перспективний типаж парку ВАТ ЗС України:

a, б, в, г – базова модель ТУР G051 вантажопасажирського важкого військового джипа; *д* – транспортна модель ТУР G053 безкапотної компоновки з видовженою колісною базою; *е* – транспортна модель ТУР G079; *є* – легкоброньована модель БКМ ТУР G052; *ж* – модель ЛБКМ ТУР G072; *з, u* – колісні САУ

4×4 до 8×8 – без залучення машин за імпортом та реалізувати концепцію колісної САУ (рис. 2, з, u).

За аналізом існуючого машинобудівного потенціалу України і власного виробництва ВАТ «Укравтобуспром» щодо розробки і організації з 1998 році 6 нових виробників автобусів і спецтехніки можна констатувати реальність організації 2–3 нових виробників повнопривідної ВАТ при наявності відповідної політичної волі та належного фінансового забезпечення. Враховуючи існуючі незавантажені виробничі потужності на ХК «АвтоКрАЗ» та ДП «Завод ім. Малишева», можна констатувати реальність організації середньотоннажної ВАТ, близької за агрегатним типажем до ХК «Авто КрАЗ» та реальну необхідність організації тільки 1–2 базових виробництв 2 класів малотоннажної колісної техніки повною масою до 2–2,5 т (клас А типу Flyer) та важких військових джипів і сімейства машин на цій колісній платформі (типу ТУР G051 – G073).

Значно складнішою є проблема організації власного виробництва дизельних двигунів, враховуючи широкую кооперацію в цьому секторі між країнами – членами НАТО, але відомими обмеженнями поставок для ВАТ за межі блоку. Кардинальною, з умов національної безпеки, є реалізація при відповідній державній підтримці проекту «Слобожанський дизель» для виробництва уніфікованого сімейства 4- і 6-циліндрових двигунів 4-6ТДА робочим об'ємом 2,0 л і 3,0 л відповідно. Це забезпечило б понад 60% потреби мало- і середньотоннажного

сегмента С1 до 7,5–8 т повної маси, ВАТ в оновленні і приведенні до сучасних норм структури парку КТ ЗС України [20]. Реальні поточні потреби ЗС України з умов необхідного оновлення практично на 85% замортизованого автомобільного парку з двигунами даного літражу становлять 4–5 тис. шт. щорічно. Це дозволило б повністю оновити упродовж 10 років автомобільний парк даного класу без врахування неминучих втрат у процесі ведення бойових дій. Очевидно, що паралельно основним ринком збуту цих двигунів об'ємом 2–3 л буде ринок легких комерційних автомобілів категорій № 1 М1 та № 2, у тому числі з умов імпортозаміщення автомобілів УАЗ та ГАЗ сімейств «Соболь», «Газель», «Валдай», що навіть у сучасних кризових умовах ринку автомобілів в Україні дозволяє оцінити річні об'єми збуту, починаючи з 10–15 тис. двигунів у модифікація чинного екологічного класу «Євро-5» до 2020 року та «Євро-6».

Фактична втрата 2 великих дизельних моторних заводів СМД та ХЗТД у Харкові загострили проблему сімейства 4- і 6-циліндрових двигунів середнього літражу (відповідно 4–5 л та 6–8 л робочого об'єму) для власного забезпечення середньотоннажної техніки, щорічні потреби якої при планових «спокійних» умовах оновлення парку становлять 1,2–1,6 тис. шт. без врахування економічно вигідної заміни бензинових двигунів існуючого автопарку ГАЗ, ЗиЛ, «Урал» на дизельні цього літражу. Природно, що окрім військової модифікації цих

двигунів з механічною, стійкою до електромагнітних завад, системою живлення класу «Євро-2», основний ринок збуту – понад 80% – припадає на середньотонажні вантажівки та автобуси, а також трактори, комунальну та іншу техніку, що обумовлює очевидну економічну доцільність відродження виробництва даного класу двигунів в Україні.

Крім цього, не забезпечене вітчизняне виробництво двигунів великого літражу 12–15 л, річна потреба яких при 10-річному терміні оновлення автопарку ЗС України складає близько 1 тис. шт., не враховуючи потреби інших силових структур. Тому окрім існуючого моторного виробництва на ДП «Завод ім. Малишева» реальна організація виготовлення і на найстарішому моторному виробництві в Україні – у м. Токмак Запорізької області.

У доповнення до вже існуючих в Україні виробництв організація виробництва нових 3 базових типорозмірів агрегатів шасі, трансмісії, ведучих осей та підвісок при державному замовленні під потреби ЗС України та інших силових структур, лісогосподарського, дорожнього та комунального господарств не є проблемним. За кожною з позицій наявні 2–5 машинобудівних підприємств, що ще мають необхідний технологічний потенціал і обладнання. Навіть за найбільш складним агрегатом – автоматичною гідромеханічною передачею (ГМП), що набуває дедалі поширення у ВАТ, паралельно до існуючого виробництва у м. Харків можливе також відродження виробництва і на заводі автобусних ГМП у Львові. Безперечно, що ряд вузлів можливо поставляти з ЄС, а при досягненні економічно раціональних обсягів виробництва 3 сімейств ВАТ – організація і власного виробництва.

Висновки:

1. Проаналізовано ситуацію зі станом парку ВАТ ЗС України та обґрунтовано потребу його оновлення з повною заміною окремих зразків, спираючись на досвід ведення збройних конфліктів останніх десятиліть та АТО.

2. Тенденції розвитку типу та структури парку сучасних армій констатують радикальні зміни в структурі впродовж останніх 20–25 років, що спонукає до аналізу ситуації та формування перспективного типу ВАТ для потреб ЗС України з врахуванням сучасних нормативних вимог.

3. Виконано аналіз можливостей вітчизняного автомобіле- та машинобудування щодо організації виробництва перспективного типу ВАТ. При цьому в основу методології підходу покладено програмно-цільовий метод планування розвитку ОВТ відповідно до визначальних положень оновленої Державної оборонної програми в рамках заходів щодо розвитку ОПК України.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Крайник Л. В., Грубель М. Г., Василенко Ю. О. Формування концепції та тактико-технічних характеристик середньотонажних військових автомобілів нового покоління // Військово-технічний збірник. Вип. № 1 (8). Львів : АСВ, 2013. С. 23–25.
2. Программно-целевое планирование развития и научно-техническое сопровождение вооружения и военной техники : в 3-х кн. Т. 2 / Б. Я. Демидов, М. М. Митрахович, М. И. Луханин [и др.]. Харьков : ХВУ, 1997. 427 с.
3. Чепков І. Б., Луханін М. І., Борохвостов І. В. Основні аспекти методології формування та супроводження реалізації середньострокових програм озброєння в умовах особливого періоду // Озброєння та військова техніка. 2016. № 4 (12). С. 3–8.
4. Державна цільова оборонна програма розвитку озброєння та військової техніки на період до 2020 року : постанова КМУ від 30.03.2016 № 284-6.
5. Про заходи з розвитку ОПК України : рішення Ради безпеки і оборони України від 20.05.2016 : введено в дію Указом Президента України від 02.08.2016 № 323/2016.
6. Ling W. S., Nightengale K., Schmitt J. W., Sutton J. W., Wilson G. I. The Changing Face of War: Into the Fourth Generation // Marine Corps Gazette. October, 1989. P. 22–26.
7. The Military Balance 2006–2016 / International Institute for Strategic Studies. London, Routledge, 2006–2016. P. 492–504.
8. Armoured Vehicle Upgrdde & Retrofit Market Forecast 2014–2024: Opportunists Far Leading Companies. 15.04.2014. URL: www.report-buyer.com/product/2148723/cumoured-vehicle-upgrade-anol-retrofit-nuarket-forecast-2014.2024.html.
9. The Armys Ground Combat Vehicle Program and Alternatives. Congressional Budget offica. 2013. April. URL: <http://www.cbo.gov/publication/44044>.
10. Крайник Л. В., Грубель М. Г. Основні напрями розвитку середньотонажних військових автомобілів // Автомобільний транспорт. 2017. № 40. С. 56–64.
11. Крайник Л. В., Грубель М. Г. Аналіз тенденцій розвитку та формування сучасного типу військової автомобільної техніки // Systemy I srodkit ransportu samochodowego. Badania, konstrukcja I technologia. Seria: Transport. Rzeszow: Politechnika Rzeszowska im. Ignaciego Lukasiewicza, 2017. Monografia №8. С. 85–90.
12. Купріненко О. М. Бойові броньовані машини. Концептуальні основи проектування : моногр. Львів : НАСВ, 2017. 198 с.
13. Arquilla J. The new rules of war // Foreign Policy. 2010. № 2. – P. 4–11.
14. Крайник Л. В., Грубель М. Г., Яльніцький О. Д. Аналіз розвитку сучасних бойових колісних машин // Системи озброєння і військова техніка. 2017. № 1 (49).
15. Крайник Л. В., Грубель М. Г., Дубно М. В. Аналіз розвитку та формування концепції створення спеціальних ударних автомобілів // Збірник наук. праць Харківського національного університету Повітряних Сил. Харків : ХНУПС, 2017. № 5 (54). С. 140–145.
16. Крайник Л. В., Грубель М. Г. Концепція самохідних артилерійських систем нової генерації // Збірник

- наук. праць Харківського національного університету Повітряних Сил. 2017. № 1. С. 74–80.
17. Бараш Ю. Опыт применения тяжелой и легкой бронетехники экс-советского производства в зоне антитеррористической операции // *DefenseExpress*. 2014. № 11. С. 2–7.
 18. Джура О. Десятиліття війни. Стратегічні уроки військових операцій США у XXI столітті // *Defense Express*. 2014. № 2. С. 50–60.
 19. Крайник Л. В., Волошанський А. В. Формування і структура армійського автопарку // *Автотехніка. Автобуси. Вантажівки*. 2005. № 2. С. 33–39.
 20. Грицюк О. В., Грубель М. Г., Крайник Т. Л. Програма „Слобожанський дизель” та сфери його застосування у мобільній техніці Збройних Сил України // *Перспективи розвитку озброєння і військової техніки сухопутних військ : матеріали міжнар. паук.-техн. конф. Львів : АСВ, 2015. С. 25.*
- REFERENCES**
1. Krainyk, L.V., Grubel M.G. (2013), "Formuvannia kontsepsii ta taktyko-tehniknykh kharakterystyk serednotonnazhnykh viiskovykh avtomobiliv novoho pokolinnia" [The definition of concept and tactical and technical characteristics of new generation medium tonnage vehicles], *Military-technical collection*, No. 1(8), pp. 23-25.
 2. Demidov, B.A., Mitrakhovich, M.M., Lukhanin, M.I., Kovalenko, V.I., and, Velichko, A.F. (1997), "Programno-tselevoe planirovanie razvitiya i nauchno-tehnicheskoe soprovozhdenie vooruzheniya i voennoy tekhniki: Uchebnoe posobie" [Program-target development planning and scientific and technical support of weapons and combat vehicles: Training aid], *KMU*, Kharkiv, 472 p.
 3. Chepkov, I.B., Lukhanin, M.I., Borokhvostov, I.V., (2016), "Osnovni aspekty metodolohii formuvannia ta suprovodzhennia realizatsii serednostrokovykh program ozbroiennya v umovakh osoblyvoho periodu" [The main aspects of the methodology of formation and support of implementation of medium-term weapons programs in a special period], *Armament and military equipment*, No. 4(12), pp. 3-8.
 4. (2016), "Postanova KMU vid 30.03.2016 № 284-6. Derzhavna tsil'ova oboronna prohrama rozvytku ozbroeniya ta viiskovoi tekhniki na period do 2020r." [Resolution of the CMU dated March 30, 2016 No. 284-6. The State Target Defense Program for the Development of Arms and Military Equipment for the period up to 2020. <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/19-2016-p>
 5. (2016), "Ukaz Prezydenta Ukrainy №323/2016 Pro risheniya Rady natsional'noi bezpeky i oborony Ukrainy vid 20 travnia 2016 roku «Pro zakhody z rozvytku oboronno-promyslovoho kompleksu Ukrainy»" [Decree of the President of Ukraine No. 323/2016 On the decision of the National Security and Defense Council of Ukraine dated May 20, 2016, "On Measures for the Development of the Defense Industrial Complex of Ukraine"], www.president.gov.ua/documents/3232016-20357
 6. Ling, W.S. The Changing Face of War: Into the Fourth Generation/ W.S. Lind, K. Nightengale, j.W.Schmitt, j.W.Sutton, G.I.Wilson// *Marine Corps Gazett.* – October, 1989. – p.p. 22-26
 7. The Military Balance 2006-2016/ *International Institute for Strategic Studies.* – London, Routledge, 2006-2016. – 492-504 p.p.
 8. Armoured Vehicle Upgrade & Retrofit Market Forecast 2014-2024: Opportunities For Leading Companies.- 15.04.2014-175pp Retrieved from www.report-buyer.com/product/2148723/cumoured-vehicle-upgrade-anol-retrofit-nuarket-forecast-2014.2024.html.
 9. The Army's Ground Combat Vehicle Program and Alternatives.-Congressional Budget office.-2013.-April-37p. – Retrieved from <http://www.cbo.gov/publication/44044>.
 10. Krainyk, L.V., Hrubel, M.G (2017), "Osnovni napriamy rozvytku seredn'otonnazhnykh viiskovykh avtomobiliv" [Main ways of medium tonnage combat vehicles development], *Automobile Transport*, No. 40, pp. 56-64.
 11. Krainyk, L.V., Hrubel, M.G. (2017), "Analiz tendentsii rozvytku ta formuvannia suchasnoho typazhu viiskovoi avtomobilnoi tekhniki" [Analysis and trends of development of the modern type of combat vehicles] *Systems and means of car transport. Research, construction and technology. Series: Transport.* – Rzeszow: Rzeszów University of Technology Ignacie Lukasiewicz, 2017. – Monograph №8. – С. 85-90
 12. Kuprinenko, O.M. (2017), "Boyovi bron'ovani mashyny. Kontseptual'ni osnovy proektuvannya: monohrafiia" [Armoured combat vehicles. Conceptual bases of designing], *NAA, Lviv*, 198 p.
 13. Arquilla J., The new rules of war // *Foreign Policy*.-2010,№2.– p.4-11.
 14. Krainyk, L.V., Hrubel, M.G., and Yalnitiskiy, O.D. (2017), "Analiz rozvytku suchasnykh boyovykh kolisnykh mashyn" [Analysis of modern combat wheeled vehicles development], *Arms systems and military equipment*, No. 1(49), pp. 126-132.
 15. Krainyk, L.V., Hrubel, M.G., and Dubno, M.V. (2017), "Analiz rozvytku ta formuvannia kontsepsii stvorennia spetsialnykh udarnykh avtomobiliv" [Analysis of the development and concept formation of assault attack battle strike vehicles creation], *Collection of scientific works of Kharkiv National Air Force University*, No. 5(54), pp. 140-145.
 16. Krainyk, L.V., Hrubel, M.G. (2013), "Kontseptsiya samokhidnykh artyleriys'kykh system novoyi heneratsiyi" [Concept of new generation selfpropelled artillery systems], *Collection of scientific works of Kharkiv National Air Force University*, No. 1(50), pp. 74-81.
 17. Barash, Yu. (2014), "Opyt primeniya tyazheloy i legkoy bronetehniki eks-sovetskogo proizvodstva v zone antiterroristicheskoy operatsii" [Experience in the use of heavy and light armored vehicles of ex-Soviet

- production in the area of antiterrorist operation], DefenseExpress, No. 11, pp. 2-7.
18. Jura, O. (2014), "Desyatylyttya viyny. Stratehichni uroky viys'kovykh operatsiy SSHA u XXI stolitti" [Decades of War. Strategic Lessons of the US Military Operations in the 21st Century], Defense Express, No. 2, pp. 50-60.
 19. Krainyk, L.V., Voloshansky, A. V (2005), "Formuvannya i struktura armiys'koho avtoparku" [Formation and structure of the army fleet], Motor vehicles . Buses. Trucks, No. 2, pp. 33-39.
 20. Hrytsyuk, O.V., Hrubel, M.H., and Krainyk, T.L. (2015), "Prohrama „Slobozhans'kyy dyzel” ta sfery yoho zastosuvannya u mobil'niy tekhnitsi Zbroynykh Syl Ukrayiny" [The "Slobozhansky diesel" program and its application in the mobile equipment of the Armed Forces of Ukraine], Materials of the scientific and technical conference «Prospects for the Development of Arms and Military Equipment of the Army», May 14–15, 2015, Lviv, p. 25.

Рецензент О. М. Купріненко, д-р техн. наук,
старший науковий співробітник
(Національна академія сухопутних військ
ім. гетьмана Петра Сагайдачного)

УДК 681.518.54:623.4

І. М. НИКОЛАЄВ, кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник

(Харківський національний університет
Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків)

Пропозиції щодо порядку використання іноземної елементної компонентної бази в радіоелектронній апаратурі зенітного ракетного озброєння, за яким не здійснюється авторський нагляд

Обґрунтовуються пропозиції щодо вдосконалення нормативно-правового механізму, що має регламентувати порядок застосування іноземної елементної компонентної бази в системах (комплексах) зенітного ракетного озброєння, за якими не здійснюється авторський нагляд, для підтримки їх в боєготовому стані силами підприємств і установ України без участі їхніх розробників і виробників.

Ключові слова: елементна компонентна база, система (комплекс) зенітного ракетного озброєння, сертифікаційні випробування, прийняття на постачання, бюлетень доопрацювань.

Обосновываются предложения по совершенствованию нормативно-правового механизма, регламентирующего порядок применения иностранной элементной компонентной базы в системах (комплексах) зенитного ракетного вооружения, за которыми не осуществляется авторский надзор, для поддержания их в боеготовом состоянии силами предприятий и учреждений Украины без участия их разработчиков и изготовителей.

Ключевые слова: элементная компонентная база, система (комплекс) зенитного ракетного вооружения, сертификационные испытания, принятие на снабжение, бюллетень доработок.

Досвід експлуатації існуючих систем і комплексів зенітного ракетного озброєння (ЗРО), за якими не здійснюється авторський нагляд, свідчить про необхідність поповнення комплектів їх запасних частин і приладдя (ЗІП) гостродефіцитними виробами елементної компонентної бази (ЕКБ), до якої належать інтегральні мікросхеми і дискретні напівпровідникові прилади, пасивні компоненти, дисплеї, мікро- і наносистеми (мікромодулі і мікроскладання), сенсори і датчики, електровакуумні прилади і компоненти. На сьогоднішній день виробництво вказаних виробів в Україні практичне відсутнє, у зв'язку з чим вітчизняні виробники широко використовують ЕКБ іноземного виробництва. Ця обставина обумовлює необхідність застосування ЕКБ іноземного виробництва в існуючих системах і комплексах ЗРО для підтримання їх у боєздатному стані.

Зарубіжні стандарти і специфікації, що встановлюють вимоги до іноземної ЕКБ, за якими вона виробляється і застосовується в зарубіжних країнах, істотно відрізняються від діючих в Україні нормативних документів аналогічного призначення. Крім того, в Україні на даний момент не існує національних стандартів, що регламентують порядок вибору і застосування іноземної ЕКБ у виробках військової техніки (ВТ). Виходячи з цього, удосконалення нормативно-правового механізму застосування виробів іноземної ЕКБ для підтримання парку існуючого ЗРО у боєздатному стані є актуальним питанням.

Аналіз літератури показав, що проблема застосування в зразках озброєння і військової техніки (ОВТ) виробів іноземної ЕКБ широко обговорюється в спеціальних науково-технічних виданнях і засобах масової інформації [1–6]. У цих публікаціях відзначається, що в пострадянських країнах склався неблагополучний стан з елементною базою радіоелектронної апаратури зразків ОВТ, що створило ряд складних проблем при їхній експлуатації і модернізації. Зокрема, в [1] відзначається, що проблема елементної бази придбала таку гостроту, що ставить під загрозу забезпечення національної безпеки держави. Це обумовлено тим, що основну частину номенклатури ЕКБ, що використовується у виробках ОВТ, складають інтегральні мікросхеми, головними постачальниками яких є країни зарубіжжя. Для вирішення цієї проблеми за кордоном розробляються і вводяться в дію нові стандарти і нормативні документи, що регулюють порядок використання іноземної ЕКБ при розробці, модернізації і виробництві ОВТ [7–11]. Разом з тим, у відомій науково-технічній літературі відсутні публікації, присвячені вирішенню проблеми застосування виробів іноземної ЕКБ у серійних зразках ОВТ, зокрема в системах і комплексах ЗРО, за якими не здійснюється авторський нагляд.

Метою статті є викладення пропозицій щодо механізму застосування виробів іноземної ЕКБ в існуючих системах і комплексах ЗРО, за якими не здійснюється авторський нагляд.

Застосування в існуючих системах і комплексах ЗРО виробів іноземної ЕКБ потребує внесення змін в їхню радіоелектронну апаратуру і в комплекти ЗІП.

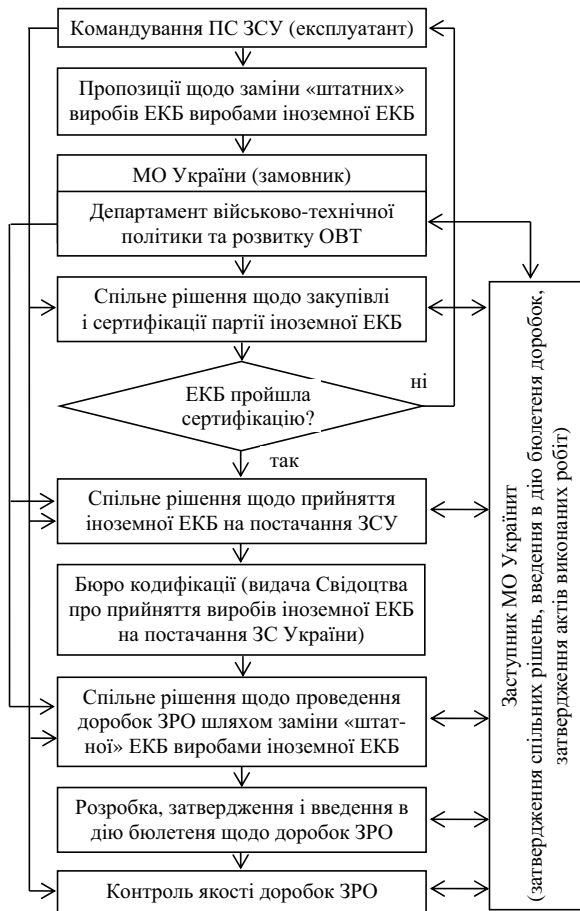


Рис. 1. Схема механізму застосування виробів іноземної ЕКБ в існуючих системах і комплексах ЗРО

При цьому повинні виконуватися переробка друкованих плат під мікросхеми іншої серії, переробка тестів функціонального контролю, корегування експлуатаційної і ремонтної документації. Вказані роботи повинні виконуватися силами підприємств і установ оборонно-промислового комплексу України при участі структурних підрозділів Міністерства оборони (МО) України і Командування Повітряних Сил (ПС) Збройних Сил (ЗС) України. Для забезпечення можливості застосування в існуючих системах і комплексах ЗРО, за якими не здійснюється авторський нагляд, виробів іноземної ЕКБ нормативно-правова база має бути доповнена механізмом, який має визначати порядок застосування іноземної ЕКБ без участі розробників і виробників цих зразків. В основу розробки такого механізму доцільно покласти підхід, який передбачає розподіл функцій, що покладаються стандартами системи розробки і постановки на виробництво ВТ на замовника і розробника ОВТ, між замовником і експлуатантом ЗРО [8]. Схема пропонованого механізму застосування виробів іноземної ЕКБ в існуючих системах і комплексах ЗРО, за якими не здійснюється авторський нагляд, зображена на рис. 1.

Застосування іноземної ЕКБ для підтримання в боеготовому стані парку існуючого ЗРО має здійснюватися

на основі пропозицій, що повинні розроблятися структурними підрозділами Командування ПС ЗС України на підставі аналізу щорічних звітів про технічний стан ЗРО. Ці пропозиції повинні містити:

найменування «штатних» виробів ЕКБ (за кожним типоміналом), потреба у яких не може бути задоволена у зв'язку з відсутністю їх централізованого постачання або неможливості закупівлі на ринку;

результати моніторингу ринку виробів іноземної ЕКБ військового і цивільного призначення з вказанням їх потенційних постачальників;

найменування і технічні характеристики виробів іноземної ЕКБ, що можуть бути застосовані для заміни «штатних» виробів ЕКБ в апаратурі і комплексах ЗІП існуючого парку ЗРО;

вимоги за призначенням і параметри моделі факторів зовнішньої дії (ФЗД), яким повинні задовольняти вироби іноземної ЕКБ;

техніко-економічне обґрунтування доцільності застосування виробів іноземної ЕКБ для заміни гостродефіцитних «штатних» виробів ЕКБ в апаратурі та комплексах ЗІП існуючого парку ЗРО;

кількість (за кожним типоміналом) виробів іноземної ЕКБ, необхідних для підтримання боеготовності існуючих систем і комплексів ЗРО;

проекти технічних завдань (ТЗ) на виконання робіт із заміни в апаратурі та комплексах ЗІП існуючих систем і комплексів ЗРО гостродефіцитних «штатних» виробів ЕКБ, передбачених конструкторською документацією (КД), визначеними виробами ЕКБ іноземного виробництва;

проекти рішень про відкриття і виконання відповідних робіт.

Розробка технічних вимог до виробів іноземної ЕКБ і параметрів моделі ФЗД має покладатися на структурні підрозділи Командування ПС ЗС України із залученням, за необхідністю, наукового центру Повітряних Сил, а їх узгодження і затвердження здійснюється встановленим порядком.

Технічні вимоги до виробів іноземної ЕКБ повинні містити:

вимоги за призначенням;

вимоги щодо стійкості до впливу механічних і кліматичних факторів;

вимоги щодо стійкості до впливу факторів спеціальної дії (за необхідності);

вимоги з надійності;

вимоги щодо інформаційної безпеки.

Типовий перелік ФЗД наведений в табл. 1. Рівні ФЗД в табл. 1 вказані як максимальні згідно з ГОСТ РВ 20.39.414.1, у зв'язку з чим конкретні значення параметрів ФЗД, яким повинні відповідати вироби іноземної ЕКБ у разі застосування їх у системах ЗРО, повинні уточнюватися в моделі ФЗД на конкретну апаратуру [10].

Для порівняння в табл. 2 наведені параметри ФЗД для ЕКБ рівня якості Military і Space згідно зі стандартом MIL-STD-883 [11].

Таблиця 1. Типовий перелік і значення ФЗД та показників надійності ЕКБ іноземного виробництва згідно із ГОСТ РВ 20.39.414.1

Найменування ФЗД, показники надійності	Найменування характеристик ФЗД, одиниці виміру	Значення ФЗД і показників надійності
Ширококутова випадкова вібрація	діапазон частот, Гц	1...5000
	амплітуда прискорення, g	до 50
	спектральна щільність прискорення, $m^2 \cdot c^{-4} \Gamma c^{-1}$ ($g^2/\Gamma c$)	до 50 (0,5)
Синусоїдальна вібрація	діапазон частот, Гц	20...5000
	амплітуда прискорення, g	до 40
	час дії, хв.	от 1
Механічний удар поодинокі дії	пікове ударне прискорення, g	до 3000
	тривалість дії ударного прискорення, мс	0,1...2
Механічний удар багатократної дії	пікове ударне прискорення, g	до 1500
	тривалість дії ударного прискорення, мс	1...15
Акустична дія	діапазон частот, Гц	20...10000
	рівень звукового тиску, дБ	до 175
	тривалість дії, хв.	от 1
Лінійне прискорення	значення лінійного прискорення, g	до 500
	тривалість дії, хв.	от 1
Підвищена температура середовища	максимальне значення при експлуатації, °	до 125
	максимальне значення при транспортуванні і зберіганні, С	до 70
Знижена температура середовища	мінімальне значення при експлуатації, °	до мінус 60
	мінімальне значення при транспортуванні і зберіганні, С	до мінус 60
Зміна температури середовища	діапазон зміни температури середовища, °	мінус 60...плюс 125
	температура повітря, °	плюс 35
Підвищена вологість повітря	відносна вологість, %	до 100
	точка роси, °	мінус 40
Знижена вологість повітря	тривалість дії	за ТЗ
	значення при експлуатації, Па (мм рт. ст.)	до $0,6 \cdot 10^3$ (5)
Знижений атмосферний тиск	значення при авіатранспортуванні, Па (мм рт. ст.)	$1,2 \cdot 10^4$ (90)
	значення при експлуатації, Па (мм рт. ст.)	$2,95 \cdot 10^5$ (2207)
Зміна тиску	діапазон і швидкість зміни тиску	згідно з ТЗ
Соляний туман	згідно з ГОСТ В 20.57.416	–
Статичний пил (пісок)	верхнє значення концентрації при експлуатації, $г/м^3$	3 $г/м^3$
	верхнє значення концентрації при експлуатації, $г/м^3$	2 $г/м^3$
Динамічний пил (пісок)	верхнє значення швидкості руху часток при експлуатації, м/с	15 м/с
	верхнє значення інтегральної щільності випромінювання при експлуатації, $Вт/м^2$	1120
Сонячне випромінювання	верхнє значення щільності потоку ультрафіолетового випромінювання при експлуатації, $Вт/м^2$	68
	переліки чинників згідно з ГОСТ В20 57.415	–
Спеціальні чинники	термін активного існування, років	згідно з ТЗ
Експлуатація	максимальний термін зберігання, років	згідно з ТЗ
Зберігання	випробування проводяться за окремою програмою	згідно з ТЗ
Інформаційна безпека		

Пропозиції Командування ПС ЗС України встановленим порядком надаються в Міністерство оборони України, де Департамент військово-технічної політики і розвитку ОВТ у встановлений термін має розглянути надані пропозиції. У разі прийняття позитивного рішення за результатами розгляду наданих пропозицій Департаментом військово-технічної політики і розвитку ОВТ Міністерства оборони України та Командуванням ПС ЗС України приймається Спільне рішення № 1 про закупівлю і проведення сертифікаційних випробувань обмеженої партії виробів

іноземної ЕКБ на відповідність технічним вимогам та параметрам моделі ФЗД. Це Спільне рішення повинне визначати:

найменування системи (комплексу) ЗРО, бойового засобу, функціональної системи, блока і схемного позначення «штатних» виробів ЕКБ, що потребують заміни на сучасні вироби іноземної ЕКБ;

найменування і технічні характеристики виробів іноземної ЕКБ, якими за результатами техніко-економічного обґрунтування пропонується замінити «штатні» вироби ЕКБ;

Таблиця 2. Перелік і рівні ФЗД для ЕКБ іноземного виробництва рівня якості Military і Space за стандартом MIL-STD-883

Найменування ФЗД	Рівні ФЗД за стандартом MIL-STD-883
Синусоїдальна вібрація (чи еквівалентна їй випадкова широкопasmовна вібрація): амплітуда прискорення, g діапазон частот, Гц	до 70 5-20000
Механічний удар одиничної дії: пікове ударне прискорення, м/с ² (g) тривалість дії ударного прискорення, мс	до 3000 (300) від 1,0 до 0,12
Механічний удар багатократної дії: пікове ударне прискорення, м/с ² (g) тривалість дії ударного прискорення, мс	до 3000 (300) від 1,0 до 0,12
Лінійне прискорення, м/с ² (g)	до 1250 (125)
Підвищена температура середовища: - робоча, °C - гранична, °C	до +150
Знижена температура середовища: робоча, °C гранична, °C	мінус 65
Знижена вологість: точка роси, °C	до мінус 65

технічні вимоги за функціональним призначенням та стійкості до впливу за моделлю зовнішніх факторів, яким запропоновані вироби ЕКБ іноземного виробництва повинні задовольняти;

підприємство (організацію, установу), яке має закупити контрольну партію виробів ЕКБ іноземного виробництва встановленої номенклатури і пред'явити їх на сертифікаційні випробування;

підприємство (організацію, установу), яке має провести сертифікаційні випробування виробів іноземної ЕКБ на відповідність встановленим вимогам;

термін проведення сертифікаційних випробувань контрольної партії виробів ЕКБ іноземного виробництва та джерело фінансування.

Спільне рішення № 1 щодо закупівлі і проведення сертифікаційних випробувань обмеженої партії виробів іноземної ЕКБ затверджується заступником МО України.

Під сертифікацією розуміється, по-перше, оцінка відповідності виробів іноземної ЕКБ заявленим характеристикам (специфікації, datasheet тощо) і, по-друге, оцінка ЕКБ на відповідність моделі ФЗД у конкретній апаратурі.

Для сертифікації іноземної ЕКБ необхідно провести оцінку супровідних документів (сертифікатів відповідності, звітів про результати випробувань приймально-здавальних, періодичних тощо), отриманих від заводів-виробників разом з конкретними партіями ЕКБ, оцінити достатність наявних супровідних документів для сертифікації за документами, розробити програму сертифікаційних випробувань (при необхідності), провести сертифікаційні випробування, провести оцінку результатів і прийняти рішення про можливість оформлення сертифіката відповідності [12].

Результати сертифікатних випробувань контрольної партії виробів ЕКБ іноземного виробництва надаються в Департамент військово-технічної політики і розвитку

ОВТ МО України. У разі позитивних результатів сертифікатних випробувань контрольної партії виробів ЕКБ іноземного виробництва Департаментом військово-технічної політики та розвитку ОВТ Міністерства оборони України і Командуванням ПС ЗС України приймається Спільне рішення № 2 про прийняття вказаних виробів на постачання ЗС України.

Це спільне рішення повинне визначати:

повне найменування (аббревіатура, скорочена назва, у разі наявності) виробів ЕКБ іноземного виробництва (за кожним типоміналом);

номенклатурний номер виробу за військовим класифікатором ВК 0012000 (за кожним типоміналом);

техніко-експлуатаційні характеристики виробів ЕКБ іноземного виробництва (за кожним типоміналом) та орган військового управління, на який покладаються функції замовника виробу.

Спільне рішення № 2 затверджується заступником Міністра оборони України, на основі якого Бюро кодифікації видає свідоцтво про реєстрацію виробів ЕКБ іноземного виробництва (за кожним типоміналом).

Після прийняття виробів ЕКБ іноземного виробництва на постачання ЗС України Департаментом військово-технічної політики та розвитку ОВТ Міністерства оборони України і Командуванням ПС ЗС України приймається Спільне рішення № 3 про порядок виконання робіт із заміни в апаратурі й комплексах ЗІП ЗРО «штатних» виробів ЕКБ прийнятими на постачання виробами ЕКБ іноземного виробництва, яке затверджується заступником МО України. Це рішення має визначати:

найменування систем (комплексів) ЗРО, що потребують доробки апаратури і корегування комплектів ЗІП шляхом заміни «штатних» виробів ЕКБ прийнятими на постачання виробами ЕКБ іноземного виробництва;

підприємство (організацію, науково-дослідну установу) розробник проекту бюлетеня на виконання робіт із заміни в апаратурі і комплексах ЗІП ЗРО «штатних»

виробів ЕКБ прийнятими на постачання виробами ЕКБ іноземного виробництва;

терміни розробки та видання бюлетеня;

підприємство-виконавець робіт;

науково-дослідна установа ПС ЗС України, на яку покладається функція науково-технічного супроводження робіт із заміни в апаратурі і комплексах ЗІП ЗРО «штатних» виробів ЕКБ виробами ЕКБ іноземного виробництва;

порядок контролю якості виконання робіт.

Це Спільне рішення також затверджується заступником МО України.

Розробка і введення в дію бюлетенів доробок існуючих зенітних ракетних систем (комплексів) здійснюється згідно з вимогами ГОСТ В15.701. Бюлетень узгоджується з усіма зацікавленими організаціями і затверджується командуючим ПС ЗС України. Введення бюлетеня в дію здійснюється розпорядженням заступника Міністра оборони України. Проект розпорядження про введення бюлетеня в дію готується структурними підрозділами Командування ПС ЗС України.

Роботи і заходи із заміни в апаратурі і комплексах ЗІП ЗРО «штатних» виробів ЕКБ прийнятими на постачання виробами ЕКБ іноземного виробництва мають виконуватися за рахунок бюджетних коштів. Надання бюджетних коштів на закупівлю ЕКБ іноземного виробництва і виконання робіт повинно здійснюватися відповідно до встановленого порядку фінансування робіт, включених у державне оборонне замовлення (ДОЗ).

У залежності від обсягу і складності робіт доробка систем і комплексів існуючого парку ЗРО за введеними в дію бюлетенями може здійснюватися на місцях постійної дислокації бригадами військових частин чи бригадами промисловості або в процесі ремонту на ремонтних підприємствах.

Для надання юридичного статусу викладеному механізму застосування виробів іноземної ЕКБ пропонується розробити і ввести в дію «Положення про порядок застосування ЕКБ іноземного виробництва в системах, комплексах і зразках ОВТ та їх складових частинах, за якими не здійснюється авторський нагляд». Цей документ повинен встановлювати управлінський алгоритм, суть якого полягає в необхідності проходження певної дозвільної процедури, що передбачає перевірку обґрунтованості застосування іноземної ЕКБ для забезпечення підтримання ОВТ, за якими не здійснюється авторський нагляд, у боездатному стані, контроль її якості та спеціальну перевірку на «закладки».

У структурному плані положення повинне визначати: функції основних учасників робіт;

порядок відбору, техніко-економічного обґрунтування доцільності застосування, прийняття на постачання ЗС України, закупівлі і комплектування експлуатаційних і ремонтних комплектів ЗІП існуючого парку зенітних ракетних систем (комплексів) прийнятими на постачання виробами ЕКБ іноземного виробництва;

організацію і порядок виконання заходів і робіт із заміни в ЗРО окремих гостродефіцитних виробів ЕКБ сучасними аналогами іноземного виробництва з

внесенням відповідних змін в експлуатаційну і ремонтну документацію, зокрема у відомості експлуатаційних і ремонтних комплектів ЗІП;

відповідальність посадових осіб МО України та Командування ПС ЗС України за організацію і виконання зазначених робіт, а також за боездатність систем і комплексів існуючого парку ЗРО.

Крім вказаного положення до складу нормативно-правової бази із застосування виробів іноземної ЕКБ мають також входити документи, що встановлюють:

переліки виробів іноземної ЕКБ, дозволених до застосування у виробках ОВТ;

положення про постачальників іноземної ЕКБ, які мають право купувати на міжнародному ринку і поставляти тільки ті вироби, стосовно яких вони атестовані.

порядок організації і проведення сертифікації виробів іноземної ЕКБ.

Висновки. Запропонований механізм застосування іноземної ЕКБ у зразках ЗРО, за якими не здійснюється авторський нагляд, повинний передбачати перерозподіл функцій, що покладаються стандартами системи розробки і постачання на виробництво ВТ на розробників і виробників ОВТ, між замовником і експлуатантом ОВТ. Зокрема, замовник і експлуатант ОВТ у даному випадку повинні обґрунтовувати доцільність застосування в зразках ЗРО виробів іноземної ЕКБ, розробляти і затверджувати технічні вимоги до них, організувати проведення сертифікаційних випробувань на відповідність затвердженим вимогам, приймати їх на постачання ЗС України за результатами випробувань, давати дозвіл на застосування конкретних виробів іноземної ЕКБ у конкретних зразках ЗРО, організувати і контролювати проведення доробок систем і комплексів ЗРО, а також нести відповідальність за безпеку, технічний і боеготовий стан допрацьованих зразків ОВТ.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Заярнюк В. В., Матюхин Д. В., Николаев В. Н., Солломенин Е. А. Управление развитием электронной компонентной базы военного назначения // Вооружение и экономика : электронный журнал. 2012, № 4 (20). С. 56–61.
2. Колганов С. К., Лазаревич Э. Г. Путь к кристаллу // Воздушно-космическая оборона. 2008. № 6 (43). С. 66–73.
3. Кобзарь Д. Процедурные вопросы применения электронных средств в военной технике : нормативная база и правда жизни // Современные технологии автоматизации. 2007. № 3. С. 86–97. URL: <http://www.cta.ru/issues/>.
4. Лазаревич Э. Г., Лисовский В. А. Путь преодоления кризисной ситуации с элементной базой вооружения и военной техники // Наука и военная безопасность. 2009. № 2. С. 30–35. URL: <http://militaryarticle.ru/nauka-i-voennaya-bezopasnost/2009/12075-put-preodolenija-krizisnoj-situacii-s-jelementnoj>.
5. Писаренко О., Бабарыкин В., Щеколдин А., Ендерова А. Военная электроника : обзор нормативной

- базы и практики её применения // Современные технологии автоматизации. 2015. № 3. С. 86–107. URL: <http://www.cta.ru/cms/f/461562.pdf>.
6. Писаренко О., Бабарыкин В., Щеколдин А., Ендерова А., Агафонов А. Бумажная изнанка военной электроники // Современные технологии автоматизации. 2017. № 3. С. 90–111. URL: <http://www.twirpx.com/file/2279214/>.
 7. Чепков І. Б., Ланецький Б. М., Лук'янчук В. В., Ніколаєв І. М. Механізм заміни комплектуючих виробів озброєння та військової техніки сучасними аналогами нової техніки // Наука і оборона. 2012. № 2. С. 54–60.
 8. РЭК 05.0022015. Положение о порядке применения электронной компонентной базы иностранного производства в обеспечение разработки, модернизации и производства образцов вооружения, военной и специальной техники. Основные положения. URL: <http://www.twirpx.com/file/1787800/>.
 9. ГОСТ Р 56649–2015 Техника ракетно-космическая. Электронная компонентная база иностранного производства. Порядок применения. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200125988>.
 10. ГОСТ РВ 20.39.414.1–97 Комплексная система общих технических требований. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические военного назначения. Классификация по условиям применения и требования стойкости к внешним воздействующим факторам. URL: <http://www.twirpx.com/file/957383/>.
 11. MIL-STD-883 Test method standard Microcircuits. URL: <http://scipp.ucsc.edu/groups/fermi/electronics/mil-std-883.pdf>.
 12. Типовая программа входного контроля дополнительных и сертификационных испытаний электро-, радиоизделий иностранного производства уровня качества Military, Space, предназначенных для комплектования радиоэлектронной аппаратуры объекта специального назначения. URL: www.spels.ru/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid.

Рецензент Б. М. Ланецький, д-р техн. наук, проф.
(Науковий центр Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба)

УДК 623.746.352

Б. Н. ЛАНЕЦКИЙ,*доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники Украины,***В. В. ЛУКЬЯНЧУК,** *кандидат технических наук, старший научный сотрудник,***И. М. НИКОЛАЕВ,** *кандидат технических наук, старший научный сотрудник,***Ю. В. ТРОФИМЕНКО,** *научный сотрудник (Харьковский национальный университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, г. Харьков)*

Оценка возможности и условий применения высокоскоростной крылатой ракетой противоракетного маневра и радиоэлектронных помех для преодоления зоны противовоздушной обороны

На основі результатів моделювання проаналізовано умови подолання високошвидкісною крилатою ракетою (КР) зони ураження зенітного ракетного комплексу (ЗРК) при застосуванні протиракетного маневру (ПРМ) і активних шумових перешкод (АШП) ретрансляційного типу. Наведені результати дослідження параметрів пікірування і кабрирування КР на величину промаху зенітної керованої ракети (ЗКР). Показано, що величина промаху ЗКР і ймовірність неуразення КР залежать від виду, параметрів КР і ЗКР і відстані між ними в момент початку маневру. Визначені діапазони відстаней між КР і ЗКР у момент початку маневру, при яких досягаються необхідні значення ймовірності неуразення КР. Показано, що застосування АШП дозволяє знизити вимоги до параметрів ПРМ. Сформульовані основні завдання і принципи функціонування бортового комплексу протидії, яким доцільно оснащувати КР для ефективного подолання зон ураження сучасних зенітних ракетних комплексів.

Ключові слова: крилата ракета, протиракетний маневр, активна шумова перешкода, пікірування, кабрирування, подолання зони ППО, промах, ймовірність неуразення.

Опыт локальных войн и военных конфликтов конца XX – начала XXI века показал, что для повышения выживаемости ударных летательных аппаратов (ЛА) в зоне действия средств противовоздушной обороны (ПВО) широко использовался противоракетный маневр (ПРМ), который осуществлялся, как правило, под прикрытием радиоэлектронных помех [1, 2]. Маневр выполнялся в зонах пуска и поражения зенитных ракетных комплексов (ЗРК) с целью уклонения ЛА от встречи с зенитной управляемой ракетой (ЗУР) путем резкого изменения курса, высоты и скорости полета при обнаружении с помощью специальной аппаратуры запуска ЗУР.

Важная роль в достижении целей локальных войн и военных конфликтов современности отводилась крылатым ракетам (КР), которые широко применялись на всех этапах ведения боевых действий [3]. Опыт применения КР в локальных войнах и военных конфликтах конца XX – начала XXI века показал, что КР являются мощной системой вооружения, способной уничтожать объекты, хорошо защищенные средствами ПВО. Возрастание роли КР в достижении целей войны выдвинуло на первый план задачу поиска эффективных способов и средств борьбы с данным видом оружия [4, 5].

Важная роль в решении этой задачи отводится зенитным ракетным системам и комплексам, которые оснащаются ЗУР, обладающими высокими маневренными и скоростными характеристиками [6]. Постоянное совершенствование зенитного ракетного оружия вынуждает разработчиков КР изыскивать более эффективные способы и средства повышения их выживаемости при преодолении зон современной системы ПВО, основу которой составляют ЗРК различной дальности действия [5, 6, 7]. В техническом плане эта задача может быть сведена к оснащению КР бортовыми комплексами обороны (БКО) [8], повышению их маневренных свойств и увеличению скорости полета до 750–1200 м/с, что в 3–5 раз превышает скорость полета КР типа «Tomahawk». В качестве способов и средств противодействия средствам ПВО рассматривается уклонение от встречи с ЗУР за счет совершения противоракетного маневра (ПРМ) с перегрузками более 20 единиц при одновременной постановке активных шумовых помех (АШП) РЛС наведения и головкам самонаведения (ГСН) ЗУР. В связи с этим задача оценки возможности применения высокоскоростными КР противоракетного маневра и АШП ретрансляционного типа для преодоления зоны ПВО является актуальной.

Целью статьи является оценка возможности и условий снижения вероятности поражения высокоскоростной КР в зоне поражения ЗРК при совместном применении АШП ретрансляционного типа и интенсивного противоракетного маневра в вертикальной плоскости.

Теоретические основы построения БКО ЛА военного назначения изложены в монографии [9], в которой рассмотрены основные функции БКО, показатели эффективности БКО и его подсистем, проанализированы основные подсистемы комплексов индивидуальных и групповых средств РЭБ авиационного базирования. Теоретические основы радиоэлектронного подавления (РЭП)

информационных каналов систем управления оружием рассмотрены в монографии [10], в которой приведена методика оценки энергетических требований с учетом различных факторов, сопутствующих постановке радиоэлектронных помех, описаны методы и техника создания помех РЛС различных типов и назначений.

В работах [11, 12] исследуются отдельные вопросы повышения эффективности применения беспилотными ЛА противоракетного маневра как способа уклонения от управляемых средств поражения применительно к конкретным типам ЛА и решаемым ими задачам. В частности, в [11] приведены результаты исследования вероятности перехвата беспилотных ЛА на примере ракеты-мишени РМ-5В27 при реализации различных траекторий движения, рассмотрено влияние параметров движения ракет-мишеней на промах ЗУР. На основании результатов моделирования показана возможность снижения вероятности перехвата маневрирующей цели до 0,25–0,35. Однако представленные в [11] результаты получены при скорости полета ЗУР 600–700 м/с, скорости полета ракеты-мишени 280–300 м/с и перегрузках ЗУР и РМ не более 10 и 8 единиц соответственно. В [12] предложен способ выбора конфигурации манёвров аэробаллистических ЛА без двигательной установки при преодолении ими зон контроля воздушного пространства средствами противоракетной и противовоздушной обороны. Проверка маневров на эффективность осуществлялась методом моделирования перехвата аэробаллистического ЛА при любом исходном расположении стартовых позиций ЗУР относительно охраняемого объекта.

В работах [13–16] исследуются отдельные вопросы повышения эффективности наведения ЗУР на высокоскоростные маневрирующие цели. В частности, в [13] на основании результатов моделирования полета ЛА и наводимого на него самолета проведен анализ предложенного авторами алгоритма самонаведения, позволяющего применять его для перехвата высокоманевренных гиперзвуковых целей. В качестве показателей эффективности синтезированного алгоритма выбрано конечное значение промаха. Показано, что вид траектории перехвата, а соответственно и затраты энергии на управление перехватчиком, зависят от соотношения его скорости и скорости гиперзвукового ЛА и вида маневра последнего. В [14] проведен синтез и оценка эффективности предложенного авторами алгоритма траекторного управления ЛА, обеспечивающего его самонаведение на маневрирующие воздушные цели, которые совершают маневры «кобра», «колокол» и «мангуст». В [15] предложены методика и приведены результаты исследования влияния начальных параметров старта ЗУР на величину ее возможного промаха при наведении на маневрирующую цель по методу пропорционального сближения. В [16] предложена имитационная модель, позволяющая исследовать различные виды маневров, выполняемых самолетом тактической авиации с разными скоростями и интенсивностью. Модель позволяет формировать входные задающие воздействия для системы управления полетом ЗУР, а также наглядно

продемонстрировать движение цели, выполняющей заданный вид маневра уклонения.

Результаты исследования влияния помех на систему наведения ЗУР, радиовзрыватель и каналы его настройки приведены в [17], где показано, что при воздействии помех вероятность поражения цели может быть снижена до уровня 0,07–0,2.

Анализ результатов приведенных исследований показывает, что в них отсутствуют количественные оценки, характеризующие эффективность преодоления зоны поражения ЗРК высокоскоростными малоразмерными крылатыми ракетами при совместном применении АШП самоприкрытия и противоракетного маневра, выполняемого с перегрузками более 20 единиц при скорости полета 800 м/с и более. Недостаточная изученность данного вопроса обуславливает необходимость проведения дальнейших исследований в этом направлении.

Одним из важных факторов выживаемости КР в зоне действия средств ПВО является способность уклоняться от наводимых на нее управляемых средств поражения. К приемам уклонения относятся обход зон поражения ЗРК и выполнение различных видов маневра.

Выполнение маневра направлено на снижение эффективности боевого применения средств ПВО. По времени и месту выполнения маневр можно разделить на маневр против управления и маневр против стрельбы (противоракетный). Маневр против стрельбы выполняется в зонах пуска и поражения ЗРК с целью снижения эффективности стрельбы ЗУР. Эффективность маневра как способа уклонения от встречи с ЗУР базируется на особенностях систем наведения ЗУР, к которым относятся инерционность ракеты, инерционность системы управления и особенности (специфика) обработки сигналов в системе управления.

Применительно к КР к маневрам против стрельбы можно отнести:

в вертикальной плоскости – пикирование, кабрирование или горка с углами наклона до 60° для обхода зон поражения ЗРК соответственно снизу и сверху;

в горизонтальной плоскости – маневр «змейка», а также обход зон поражения ЗРК справа или слева по курсу полета КР.

Маневр КР приводит к существенному сокращению времени ее нахождения в зоне поражения ЗРК, а следовательно, к снижению вероятности ее поражения, значение которой определяется величиной промаха ЗУР h_k на конечном этапе встречи с КР (целью). Под конечным промахом h_k будем понимать абсолютную величину минимального расстояния между центрами масс ЗУР и КР в картинной плоскости.

Вероятность поражения маневрирующей КР зависит не только от величины конечного промаха h_k , но и от эффективного радиуса ее поражения $R_{эф}$ боевым снаряжением ЗУР, величина которого характеризует требуемую точность наведения ЗУР с неконтактными взрывателями [9, 16]:

$$P_{Псп} = \frac{1}{1 + \frac{h_k^2}{R_{эф}^2}}. \quad (1)$$

Задачей маневра уклонения является выполнение полета КР по такой траектории, при которой конечный промах h_k ЗУР превысит заданное значение $h_{зад}$, определяемое эффективным радиусом $R_{эф}$ срабатывания неконтактного датчика цели боевого снаряжения ракеты, т. е. $h_k > h_{зад} \geq R_{эф}$. На величину промаха оказывают влияние метод наведения ЗУР, который определяет вид траектории ее сближения с целью, параметры, определяющие начальное положение КР относительно ЗУР в момент ее старта, соотношение маневренных возможностей и скоростей полета ЗУР и КР, а также всякого рода внешние и внутренние случайные воздействия. На практике для получения оценок вероятности поражения маневрирующей цели используются имитационно-математические модели, в основе которых лежит модель контура наведения ЗУР.

В рамках данной работы оценка возможности и условия применения КР маневра против стрельбы проводилась с использованием имитационной модели при следующих допущениях [11, 16]:

цель (КР) маневрирует в вертикальной плоскости с заданным мгновенным поперечным ускорением;

наведение ЗУР на маневрирующую КР осуществляется по методу пропорционального сближения;

ЗУР рассматривается как материальная точка, а ее система управления не имеет инерционности и ошибок; кривизна траектории ЗУР ограничена величиной располагаемых перегрузок;

движение ЗУР и КР рассматривается в нормальной земной (стартовой) системе координат, которая полагается инерциальной;

ограниченный запас топлива, влияние скорости ветра, плотность воздуха в точке нахождения ЗУР не учитываются.

в качестве показателя эффективности наведения ЗУР использовались текущие значения промаха, величина которого определялась по формуле

$$\bar{h} = D^2 \varepsilon' / V_{сбл}, \quad (2)$$

где D – дальность между ЗУР и КР в момент прекращения самонаведения, ε' – угловая скорость вращения линии визирования «ЗУР–КР», $V_{сбл}$ – скорость сближения ЗУР с КР.

Моделирование проводилось для двух видов маневра: пикирования и кабрирования КР под заданными углами с заданной поперечной перегрузкой. При этом для оценки влияния вида, глубины и интенсивности маневра КР на величину промаха ЗУР были выбраны три значения высоты, на которую выходила КР после завершения маневра (5, 10 или 15 км), три значения углов пикирования/кабрирования $\varepsilon = 30^\circ$, 45° или 60° и два значения поперечных перегрузок $W=12$ и 24 ед. Средняя скорость ЗУР при моделировании принималась равной 800 м/с, а ее поперечные располагаемые перегрузки $W_{зур} = 20$ ед.

Примеры реализации траекторий полета ЗУР и КР, полученные в процессе моделирования, показаны на рис. 1.

Кривые зависимости величины промаха ЗУР от наклонной дальности между ЗУР и КР в момент начала маневра КР для указанных выше условий моделирования изображены на рис. 2–4.

Из рис. 2–4 видно, что величина промаха ЗУР h достигает максимального значения при некотором оптимальном значении ΔD между ЗУР и КР, при котором КР начинает совершать маневр. При увеличении угла ε величина конечного промаха возрастает, при этом расстояние ΔD , при котором значение конечного промаха достигает максимального значения, также возрастает.

С уменьшением в два раза поперечной перегрузки W , с которой КР начинает совершать маневр, величина промаха также уменьшается примерно в два раза, при этом величина наклонной дальности ΔD между ЗУР и КР, при которой значение конечного промаха достигает максимального значения, увеличивается примерно на 20%. Результаты моделирования коррелируют с ранее известными зависимостями промаха ЗУР от параметров движения воздушных целей [11–16].

Значения наклонной дальности ΔD между ЗУР и КР в момент начала маневра, при которой достигается максимальная величина промаха ЗУР, и соответствующие значения вероятности непоражения КР в зависимости от вида и параметров маневра приведены в табл. 1.

Из формулы (1) следует, что для обеспечения вероятности поражения $P_{Пкр} \leq 0,1$ величина конечного промаха должна удовлетворять условию $h_k \geq 3R_{эф}$, а при $P_{Пкр} \leq 0,2$ условию $h_k \geq 2R_{эф}$. На практике удобнее пользоваться вероятностью непоражения $P_{НПкр} = 1 - P_{Пкр}$, значение которой определяет эффективность преодоления КР зоны поражения ЗРК. При расчетах величина $R_{эф}$ принималась равной 70 м. В этом случае для обеспечения вероятности непоражения маневрирующей КР на уровне не менее $0,9$ (или вероятности поражения не более $0,1$) величина конечного промаха ЗУР должна быть не менее 210 м. Этому условию не удовлетворяют маневры пикирования/кабрирования, выполняемые КР с перегрузкой $W=12$ ед. при $\varepsilon=30^\circ$ (рис. 3), а также кабрирование КР с перегрузкой $W=12$ ед. при $\varepsilon=45^\circ$ (рис. 4.) и $\varepsilon=60^\circ$ (рис. 5).

При вероятности непоражения $0,8$ и $0,7$ величина конечного промаха ЗУР должна быть не менее 140 м и 105 м соответственно.

Основным фактором, оказывающим влияние на величину промаха ЗУР, а следовательно, и на вероятность непоражения маневрирующей КР, является значение наклонной дальности ΔD между ЗУР и КР в момент начала последней противоракетного маневра. Анализ влияния параметров маневра на эффективность преодоления КР зоны зенитного ракетного огня представлен в табл. 2.

Из табл. 2 следует, что пикирование является более эффективным видом противодействия наведению ЗУР, чем кабрирование. С увеличением угла пикирования/кабрирования диапазон наклонных дальностей ΔD , при которых обеспечивается заданный уровень вероятности непоражения КР наводимой на нее ЗУР, расширяется.

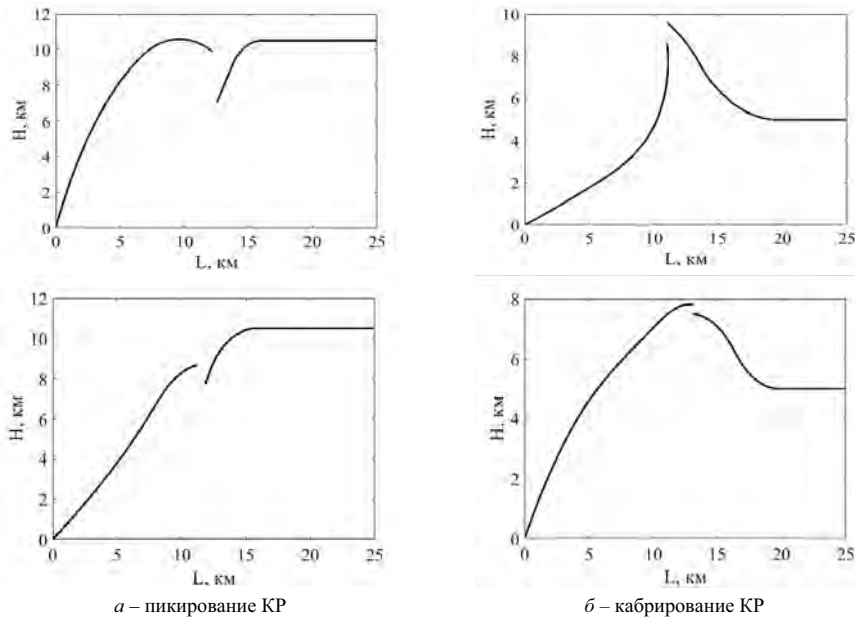


Рис. 1. Реализации траекторий ЗУР и КР при выполнении КР пикирования и кабрирования с различными параметрами

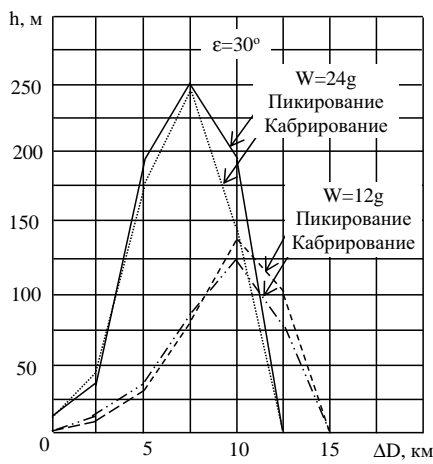


Рис 2. Кривые зависимости величины промаха ЗУР от наклонной дальности между ЗУР и КР при угле пикирования/кабрирования $\epsilon=30^\circ$

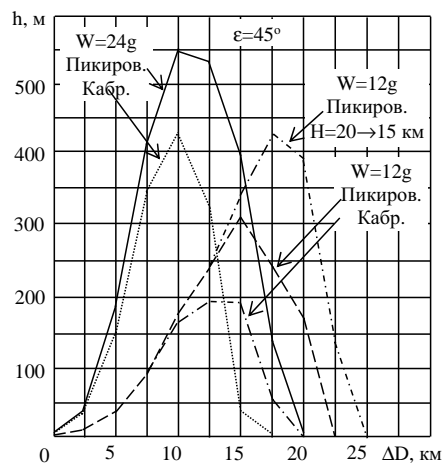


Рис 3. Кривые зависимости величины промаха ЗУР от наклонной дальности между ЗУР и КР при угле пикирования/кабрирования $\epsilon=45^\circ$

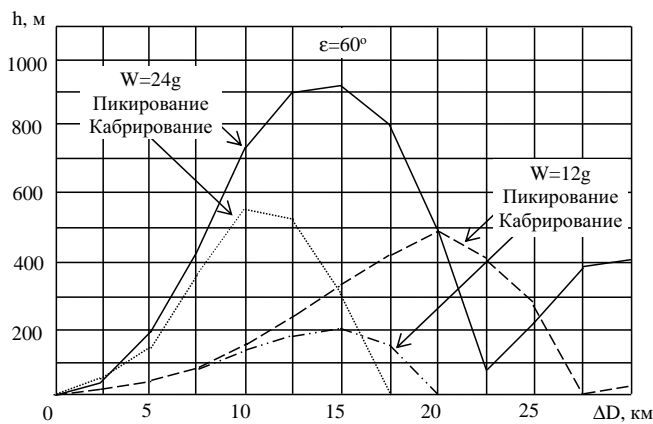


Рис 4. Кривые зависимости величины промаха ЗУР от наклонной дальности между ЗУР и КР при угле пикирования/кабрирования $\epsilon=60^\circ$

Таблица 1. Значения наклонной дальности ΔD (км) между ЗУР и КР в момент начала маневра, при которой достигается максимальная величина конечного промаха ЗУР в точке встречи с КР, и вероятности непоражения КР (в скобках)

Диапазон высот ΔH , км	Пикирование					
	$\epsilon=30$		$\epsilon=45$		$\epsilon=60$	
	W=24g	W=12g	W=24g	W=12g	W=24g	W=12g
5	7,5 (0,93)	10,0 (0,96)	12,5 (0,98)	17,5 (0,97)	15,0 (0,99)	17,5 (0,97)
10	7,5 (0,93)	12,5 (0,79)	15,0 (0,98)	15,0 (0,95)	15,0 (0,99)	20,0 (0,98)
15	10,0 (0,93)	10,0 (0,79)	10,0 (0,98)	15,0 (0,95)	15,0 (0,99)	20,0 (0,98)
Диапазон высот ΔH , км	кабрирование					
	$\epsilon=30$		$\epsilon=45$		$\epsilon=60$	
	W=24g	W=12g	W=24g	W=12g	W=24g	W=12g
5	7,5 (0,88)	11,0 (0,69)	7,5 (0,97)	11,0 (0,69)	10,0 (0,96)	11,0 (0,69)
10	7,5 (0,9)	10,0 (0,7)	10,0 (0,95)	12,5 (0,82)	10,0 (0,98)	12,5 (0,82)
15	7,5 (0,92)	10,0 (0,76)	10,0 (0,97)	12,5 (0,87)	10,0 (0,99)	15,0 (0,9)

Результаты моделирования показывают, что вероятность непоражения КР $P_{\text{нпкр}} = 0,9$ в зоне поражения ЗРК может быть достигнута в том случае, когда КР выполняет маневр пикирования/кабрирования под углом не менее 45° . с перегрузкой 24 ед. при наклонной дальности между ЗУР и КР в момент начала маневра в диапазоне от 5 до 16 км. С уменьшением перегрузки, с которой КР совершает маневр, диапазон наклонных дальностей ΔD смещается вправо (в сторону больших значений ΔD).

Следует ожидать, что в будущей войне КР для преодоления зон ПВО наряду с противоракетным маневром будут применять АШП ретрансляционного типа. Основная цель постановки помех – исключить или затруднить обнаружение и уничтожение КР на всех стадиях подготовки, пуска и наведения ЗУР противника. Применение АШП приводит к «сжатию» зон обнаружения и поражения ЗРК, что, в свою очередь, ведет к сокращению времени, необходимого расчету ЗРК для подготовки пуска ЗУР. Постановка помех на этапе обнаружения КР приводит к нарушению функционирования РЛС ЗРК при выполнении операций поиска и опознавания цели в зоне обзора, а также получения данных о траектории цели [10, 11]. Это, в свою очередь, приводит к невыполнению РЛС ее главной задачи на начальном

этапе – передачи на пункт управления огнем информации, необходимой для выдачи команды на пуск и ввода в запоминающее устройство ЗУР необходимых данных для расчета алгоритма полета в заданную точку встречи с целью.

Кроме РЛС ЗРК подавлению помехами должны подвергаться и радиолокационные ГСН ЗУР. Точность измерения угловых координат цели бортовым координатором ЗУР определяется отношением ширины диаграммы направленности антенны (ДНА) ГСН к величине отношения сигнал/(шум+помеха). Анализ показывает, что при уменьшении отношения сигнал/(помеха+шум) за счет воздействия АШП в 10 раз величина промаха ЗУР в точке встречи составит от 100 до 250 м. При $R_{\text{эф}}=70$ м вероятность поражения КР в условиях воздействия АШП составит 0,07..0,35. Полученные оценки достаточно хорошо согласуются с результатами исследования влияния помех на эффективность боевого применения ЗУР с неконтактным датчиком цели, приведенными в [14].

Возможность применения АШП для преодоления зоны зенитного ракетного огня определяется энергетическими, массовыми и габаритными характеристиками станции активных помех (САП), которую необходимо разместить на борту КР. Эти характеристики, в свою очередь, определяются величиной эффективной

Таблица 2. Значения наклонной дальности ΔD (км) между ЗУР и КР в момент начала маневра, при которых обеспечивается заданное значение вероятности непоражения КР

Вероятность непоражения КР	а) перегрузка W=24 ед.					
	Пикирование			Кабрирование		
	$\epsilon=30^\circ$	$\epsilon=45^\circ$	$\epsilon=60^\circ$	$\epsilon=30^\circ$	$\epsilon=45^\circ$	$\epsilon=60^\circ$
0,9	5,6–9,0	5,0–16,8	5,0–21,5	6,3–7,5	6,0–13,5	6,0–16,0
0,8	3,8–11,3	4,0–17,0	4,0–22,0	3,8–10,7	5,0–13,8	5,0–16,3
0,7	3,5–11,7	3,2–17,7	3,3–22,5	3,5–11,4	3,8–14,0	3,5–16,8
Вероятность непоражения КР	б) перегрузка W=12 ед.					
	Пикирование			Кабрирование		
	$\epsilon=30^\circ$	$\epsilon=45^\circ$	$\epsilon=60^\circ$	$\epsilon=30^\circ$	$\epsilon=45^\circ$	$\epsilon=60^\circ$
0,9	–	10,6–18,8	11,5–25,5	–	–	–
0,8	8,6–11,8	8,8–21,2	9,5–25,9	8,8–10,6	8,6–16,0	11,2–17,5
0,7	7,0–13,0	8,0–21,3	8,0–26,4	7,0–12,5	7,5–16,2	8,2–18,1

отражающей поверхности (ЭОП) КР и энергетическими характеристиками РЛС сопровождения целей и наведения ракет, к которым относятся мощность передатчика, чувствительность приемника, вид и параметры диаграммы направленности антенны, а также потери в приемно-передающем тракте. Если при каких-либо значениях эффективной отражающей поверхности, скорости и высоты цели реализуемая дальность действия РЛС оказывается меньше потребной, то это приведет к сокращению расчетной зоны поражения ЗРК, т. е. к уменьшению предельной дальности стрельбы.

При применении АШП и ПРМ вероятность непоражения КР $P_{НПКР} = 1 - P_{ПКР\text{ ПРМ}} \cdot P_{ПКР\text{ АШП}}$, где $P_{ПКР\text{ ПРМ}}$ – вероятность поражения КР при применении ею противоракетного маневра, $P_{ПКР\text{ АШП}}$ – вероятность поражения КР при применении АШП ретрансляционного типа.

Применение ПРМ и АШП позволит обеспечить требуемую эффективность преодоления КР зоны поражения ЗРК при снижении требований к параметрам ПРМ и АШП. В частности, при $P_{ПКР\text{ ПРМ}} = 0,2$ и $P_{ПКР\text{ АШП}} = 0,2$ вероятность непоражения КР при совместном применении ПРМ и АШП $P_{НПКР} = 1 - 0,2 \cdot 0,2 = 0,96$.

Для обеспечения возможности преодоления зоны поражения ЗРК за счет применения ПРМ и АШП в состав бортовой аппаратуры КР должна быть включена информационная подсистема, которая должна обеспечивать выдачу в исполнительную подсистему информации о моментах входа КР в зоны облучения, обнаружения и захвата (сопровождения) работающих РЛС ЗРК, о направлении (пеленге) на них, о динамике изменения относительного положения КР и РЛС, о входе КР в зоны пуска зенитных ракет и т. д. Для решения этих задач информационная подсистема КР должна обеспечивать обнаружение излучения РЛС ЗРК противника на дальности, превышающей дальность активного обнаружения ими КР, определение типа РЛС и фиксацию момента перехода РЛС ЗРК в режим прицельного сопровождения КР. В случае нескольких излучающих РЭС информационная подсистема КР должна производить ранжирование их по степени опасности, выделять из них наиболее опасную РЛС и обеспечивать выдачу данной информации в исполнительную подсистему для определения вида и параметров маневра.

При преодолении зоны зенитного ракетного огня БКО КР должен противодействовать ЗРК противника на всех этапах подготовки, пуска и наведения ЗУР. Эти этапы отличаются решаемыми задачами, алгоритмами работы, временем обработки информации и ее количеством. Переход от одного этапа работы к другому, как правило, сопровождается изменением параметров зондирующего сигнала, периода и длительности облучения объекта, вида модуляции, а следовательно, изменением информационных параметров сигнала. Этапы работы наземных информационных средств ПВО противника можно определить, измерив параметры зондирующего сигнала.

На этапе подготовки противником пуска ЗУР, когда он производит обнаружение, измерение параметров и

сопровождение КР, аппаратура БКО КР путем постановки помех РЛС ЗРК должна обеспечивать:

затруднение измерения дальности до КР, ее скорости и углового положения;

ухудшение характеристик режима сопровождения «на проходе» при сканировании луча антенны РЛС;

увеличение времени и затруднение захвата КР при переходе в режим непрерывной пеленгации (сопровождения);

ухудшение характеристик точности сопровождения при непрерывной пеленгации.

Наиболее ответственной задачей БКО КР является определение факта пуска противником ЗУР. Информация о дальности пуска и типе ЗУР позволит оценить момент захвата КР как цели ГСН ЗУР противника. С этого момента противодействие РЛС ЗРК противника должно осуществляться путем выключения передатчика АШП для срыва сопровождения КР ГСН ЗУР и выполнения интенсивного ПРМ на этапе обратного перехода ГСН ЗУР на сопровождение не прикрытой помехами КР.

Выводы.

1. Проведенные исследования свидетельствуют о возможности и целесообразности применения высокоскоростной КР противоракетного маневра для уклонения от встречи с ЗУР в зоне поражения ЗРК. Применение ПРМ является эффективным способом уклонения от ЗУР в том случае, когда КР начинает совершать маневр на расстоянии 5–16 км до ЗУР, что при скорости сближения приблизительно 1500 м/с соответствует интервалу времени от 3,3 до 10,7 с до точки встречи.

2. Применение ПРМ и АШП самоприкрытия позволит обеспечить требуемую эффективность преодоления КР зоны поражения ЗРК при снижении требований к параметрам ПРМ и АШП. После пуска ЗУР одновременно с постановкой помех (подавлением) РЛС ЗРК должно осуществляться подавление помехами ГСН и боевого снаряжения ЗУР. Излучение АШП должно осуществляться в режиме «мерцания» с периодом, равным длительности захвата цели на сопровождение РЛС ЗРК и/или ГСН ЗУР.

3. Результаты моделирования показали, что наибольшая величина промаха ЗУР, наводимой на маневрирующую КР по методу пропорционального сближения, имеет место при движении КР по криволинейным участкам траектории (т. е. при входе и выходе из пикирования или кабрирования). Наличие продолжительного прямолинейного участка пикирования (кабрирования) не приводит к возрастанию ошибок наведения, поскольку ЗУР на этих участках успевает отработать возникшую ошибку рассогласования, вследствие чего величина конечного промаха ЗУР в точке встречи с КР уменьшается вплоть до 0. Отсюда следует, что КР в зоне поражения ЗРК надо совершать интенсивный ПРМ, траектория которого должна состоять из криволинейных участков с минимальными прямолинейными участками между ними.

4. Крылатая ракета для реализации возможности уклонения от встречи с ЗУР в зоне зенитного ракетного огня за счет применения ПРМ и АШП должна быть

оснащена бортовым комплексом обороны, задачами которого являются своевременное определение и классификация угрозы, включая определение факта пуска противником ЗУР.

5. Полученные результаты могут быть использованы для обоснования облика, состава и задач, решаемых БКО КР при преодолении зон поражения современных ЗРК, параметров противоракетного маневра и помех, а также для обоснования необходимости применения в составе БКО КР устройства распознавания типов и режимов работы РЛС ЗРК по параметрам излучаемых сигналов.

6. Для оптимизации структуры и параметров бортового комплекса противодействия целесообразно разработать имитационно-математическую модель процесса наведения ЗУР на высокоскоростную малоразмерную маневрирующую цель в условиях, приближенных к условиям боевого применения КР.

СПИСОК ССЫЛОК

1. Ямпольский Л. С. Обобщенный анализ применения средств воздушного нападения ОВС НАТО при проведении военной операции в Югославии «Решительная сила» и в других локальных войнах в 90-х годах : учебн. пособие. Ульяновск : УлГТУ, 2000. 80 с.
2. Маначинский А. Я. Операция НАТО «Союзная сила» против Югославии в 1999 г. (2014). URL: <http://rubicon.org.ua/index.php/j-stuff/item/148-operatsiya-nato-soyuznaya-sila-protiv-yugoslavii-v-1999-g>.
3. Сивков К. Ракетный меч США (2017). URL: <https://topwar.ru/31477-raketnyu-mech-shha-effektivnost-krylatyh-raket-velika-no-etomu-oruzhiyu-vsegdaya-naudetsya-protivodeystvie.html>.
4. Медведь А. Н. Крылатые ракеты и как с ними бороться // Двигатель : научно-технич. журн. 2012. № 4 (82). С. 16–19. URL: <https://topwar.ru/31118-aktualnaya-tema-krylatye-rakety-i-kak-s-nimi-borotsya.html>.
5. Алесин А. Оборона против крылатых ракет: есть ли приемы против «Топора» (2017). URL: <https://www.belrynok.by/2017/04/19/oborona-protiv-krylatyh-raket-est-li-priemy-protiv-topora/>.
6. Юров Д. “Искандер” против “Patriot” (2016). URL: <https://tvzvezda.ru/news/forces/content/201610250852-ogbc.htm>.
7. Патент RU 2635022. F41H13/00. Способ маневрирования высокоскоростного беспилотного летательного аппарата в зоне возможного действия средств противоракетной и противовоздушной обороны /Д. В. Данилочев, В. В. Мальцев, Е. Н. Захаров (2017). URL: <http://www.findpatent.ru/patent/263/2634659.html>.
8. Шашков Г. Россия испытала бортовые комплексы обороны крылатых ракет (2017). URL: http://www.vladtime.ru/armiya_rossii/580575.
9. Леньшин А. В., Зибров Г. В., Виноградов А. Д. Бортовые комплексы обороны воздушных судов : учеб.

пособие / под ред. А. В. Леньшина. К. : Научная книга, 2013. 309 с.

10. Перунов Ю. М., Фомичев К. И., Юдин Л. М. Радиоэлектронное подавление информационных каналов систем управления оружием / под ред. Ю. М. Перунова. Изд. 2-е, испр и дополн. М. : Радиотехника, 2008. 416 с.
11. Арапов О. Л., Зуев Ю. С. К вопросу о противоракетном маневре // Вестник МГТУ им. Н. Э. Баумана. Сер. Приборостроение. 2015. № 1. С. 34–46. URL: <http://vestnikprib.ru/articles/669/669.pdf>.
12. Гончаренко В. И., Горченко Л. Д. Выбор конфигурации манёвра планирующего аэробаллистического летательного аппарата // Известия ЮФУ. Технические науки. 2016. № 1 (174). С. 6–18. URL: <http://izv-tn.tti.sfedu.ru/?p=21993>.
13. Меркулов В. И., Миляков Д. А. Исследование алгоритма самонаведения летательных аппаратов на гиперзвуковые объекты // Труды МАИ : электрон. журн. 2011. Вып. № 45. С. 41–57. URL: www.mai.ru/science/trudy/.
14. Кириллов С. Н., Токарь А. Д. Эффективный алгоритм наведения объекта управления на маневрирующие воздушные цели // Вестник РГПУ (Рязань). 2008. № 2 (24). С. 33–36. URL: <http://www.rsgeu.ru/ru/vuz/nauka/vestnik-magazine/menu-1176/1255-item-1255>.
15. Илюхин И. М., Серякова Ю. В. Исследование погрешности наведения управляемого снаряда на перемещающуюся цель // Молодежный научно-технический вестник : электрон. журн. 2012. № 7. URL: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/458323.html>.
16. Воробьев К. А., Сенчурин Я. Ю. Моделирование траектории движения маневрирующей цели в среде MATLAB // Математическая морфология : электрон. мат. и мед.-биологический журн. 2013. Т. 12. Вып. 1. URL: <http://www.smolensk.ru/user/sgma/MMORPH/N-37-html/vorobyov/vorobyov.doc>.
17. Ермолин О. В., Козарь В. Б. Системный подход к оценке эффективности применения боевого снаряжения управляемых средств поражения // Вестник Концерна ВКО «Алмаз – Антей». 2016. № 4. С. 97–104.

REFERENCES

1. Iampolsky L. S. (2000), “Obobshchennyy analiz primeneniya sredstv vozdušnogo napadeniya OVS NATO pri provedenii voyennoy operatsii v Yugoslavii “Reshitelnaya sila” i v drugikh lokalnykh voynakh v 90-kh godakh: Uchebnoye posobiye”, [Generalized analysis of application of facilities of air attack of combined joint NATO forces during realization of military operation in Yugoslavia “Decisive force” and in other local wars in 90th: the Train aid], Ulyanovsk: UIGTU, 2000, 80 p.
2. Manatschinsky A. (2014), “Operatsiya NATO “Soyuznaya sila” protiv Yugoslavyy v 1999 g” [Operation NATO “Allied force” against Yugoslavia

- in 1999], <http://rubicon.org.ua/index.php/j-stuff/item/148-operatsiya-nato-soyuznaya-sila-protiv-yugoslavii-v-1999-g>.
3. Sivkov K. (2017), Raketnyiy mech USA, [Missile sword of the USA], URL: <https://topwar.ru/31477-raketnyy-mech-ssha-effektivnost-krylatyh-raket-velika-no-etomu-oruzhiyu-vsegda-naydetsya-protivodeystvie.html>.
 4. Medved A. N. (2012), “Krylatyye rakety i kak s nimi borotsya” [Cruise missiles and how to fight with them], Engines (scientific and technical magazine), № 4 (82), pp. 16-19.
 5. Alesin A. (2017). Oborona protiv krylatykh raket: est li priyemy protiv «Topora» [Defense against cruise missiles: are there methods against an “Axe”]. URL: <https://www.belrynok.by/2017/04/19/oborona-protiv-krylatyh-raket-est-li-priemy-protiv-topora/>.
 6. Yurov D. (2016), “Iskander” protiv “Patriot”, [“Iskander” against “Patriot”]. URL: <https://tvzvezda.ru/news/forces/content/201610250852-ogbc.htm>.
 7. Danilochev D.V., Maltsev V.V., Zakharov E.N. (2017) “Sposob manevrirovaniya vysokoskorostnogo bespilotnogo letatel'nogo apparata v zone vozmozhnogo deystviya sredstv protivoraketnoy i protivovozdushnoy oborony” [A method for manoeuvring a high-speed pilotless aircraft in the area of possible action of facilities of missile and anti-aircraft defense], Patent RU 2635022 , F41H13/00 // <http://www.findpatent.ru/patent/263/2634659.html>.
 8. Shashkov G. G. (2017), “Rossiya ispytala bortovyye komplekсы oborony krylatykh raket” [Russia tested the on-board complexes for defending cruise missiles]. http://www.vladtime.ru/armiya_rossii/580575.
 9. Lenshin A. B., Zibrov G. V., Vinogradov A. D. Bortovyye komplekсы oboronyi vozdushnykh sudov: ucheb. Posobie [On-board complexes for defense of aircraft: studies. manual] /Pod red. A. B. Lenshina. – Izdatel'sko-poligraficheskiy tsentr «Nauchnaya kniga», 2013. – 309 p.
 10. Perunov Yu. M., Fomichev K. I., Yudin L. M. Radioelektronnoe podavlenie informatsionnykh kanalov sistem upravleniya oruzhiem [Radio electronic suppression of information channels of weapon control system] / Pod red. Yu. M. Perunova. Izd. 2-e, ispr i dopoln. M.: «Radiotekhnika», 2008. 416 p.
 11. Arapov O.L., Zuev Yu.S. (2015), «K voprosu o protivoraketnom manevre» [To the question of antimissile maneuver], Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. N.E. Baumana. Seriya: Priborostroenie [Herald of the Bauman Moscow State Technical University. Series Instrument Engineering, Vol. 1, No. 1 (100), pp. 34-46.
 12. Goncharenko V.I., Gorchenko L.D. (2016), «Vybor konfiguratsii manevra planiruyushchego aeroballisticheskogo letatel'nogo apparata», [Configuring maneuver of gliding aerobalistic aircraft], // Bulletin of SFD. Technical sciences, № 1 (174), pp. 6-18.
 13. Merkulov V.I., Miliakov D.A. (2011), «Issledovaniye algoritma samonavedeniya letatelnykh apparatov na giperzvukovyye obyekty», [Research of algorithm of homing of aircrafts on hypersound objects], Electronic magazine «Works by MAI», Volume 45, pp. 41-57.
 14. Kirillov S.N., Tokar A.D. (2008), «Effektivnyy algoritm navedeniya obyektu upravleniya na manevriruyushchiye vozdushnyye tseli», [Effective algorithm of aiming of management object on manoeuvrable air aims], Newsletter of the Ryazan state radio engineering university, № 2 (24), pp. 33-36.
 15. Iluchin I.M., Seryakova Yu.V. (2012), «Issledovaniye pogreshnosti navedeniya upravlyayemogo snaryada na peremeshchayushchuyusya tsel», [Research of error of aiming of the guided shell on the moving purpose] / The Electronic magazine the «Youth scientific and technical announcer», № 7. Published by FGBOU VPO the «Moscow N.E. Bauman state technical university».
 16. Vorobyov K. A., Senchurin Ya.Yu. (2013), «Modelirovaniye trayektorii dvizheniya manevriruyushchey tseli v srede MATLAB» [Design of trajectory of motion manoeuvring purpose in environment MATLAB], Mathematical morphology. Electronic mathematical, medical and biological magazine.
 17. Ermolin O. V., Kozar V. B. Sistemnyiy podhod k otsenke effektivnosti primeneniya boevogo snaryazheniya upravlyaemykh sredstv porazheniya [System approach to assessing the effectiveness of applying combat equipment of guided missiles]/ Vestnik Kontserna VKO «Almaz – Antey», 2016, # 4, s. 97-104.

Рецензент А.Б. Леонтьев, д-р техн. наук, проф.
(Харьковский национальный университет
Воздушных Сил им. И.Кожедуба)

УДК 629.733.33.015.017.2

В. А. СМЕРНОВ,*кандидат технических наук, старший научный сотрудник**(Центральный научно-исследовательский институт вооружения и военной техники Вооруженных Сил Украины, г. Киев),***В. Е. НЕРУБАЦКИЙ,** *кандидат технических наук, старший научный сотрудник**(Харьковский национальный университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, г. Харьков)*

Методические аспекты проведения исследований по нормированию пилотажных характеристик самолетов: применение шкалы пилотажных оценок

Статья посвящена одному из обязательных инструментов исследователя пилотажных свойств самолета – шкале пилотажных оценок самолета. В ней на основе критического анализа существующих зарубежных и отечественных шкал пилотажных оценок самолетов, опыта проведения исследований с их применением в натурных экспериментах предложена пятибалльная шкала качественной оценки пилотажных характеристик самолетов, которая может быть использована при исследованиях по оценке влияния параметров динамики самолета на качество его пилотирования летчиком и их нормирования.

Стаття присвячена одному з обов'язкових інструментів дослідника пілотажних властивостей літака – шкалі пілотажних оцінок літака. У ній на основі критичного аналізу існуючих зарубіжних і вітчизняних шкал пілотажних оцінок літаків, досвіду проведення досліджень з їхнім застосуванням у натурних експериментах запропонована п'ятибальна шкала якісної оцінки пілотажних характеристик літаків, яка може бути використана при дослідженнях з оцінки впливу параметрів динаміки літака на якість його пілотування льотчиком і їх нормування.

Обоснование системы показателей оценки качества пилотажных характеристик самолетов (характеристик устойчивости и управляемости), методов их расчета и экспериментального определения в летных испытаниях, формирование на их основе требований к этим характеристикам всегда являлись (и являются поныне) одними из важнейших задач авиационной науки и имели целью предотвращение аварий летательных аппаратов из-за поломок (разрушений) элементов их конструкции или выхода (попадания) на критические (неэксплуатационные) режимы полета.

Развитие авиационной техники обуславливает необходимость совершенствования системы показателей и методов оценки ее пилотажных качеств, нормирования количественных значений этих показателей.

Основной задачей нормирования (формирования требований) характеристик устойчивости и управляемости является приспособление свойств самолета к возможностям летчика (экипажа) осуществлять управление самолетом на всех этапах полета. Характеристики самолета должны быть такими, чтобы летчик (экипаж) мог эффективно выполнить целевую задачу, поставленную перед ним. Для эффективного решения задач целевого назначения самолета и обеспечения безопасности полета характеристики устойчивости и управляемости должны находиться в строго ограниченных пределах изменения.

К настоящему времени система качественных и количественных показателей оценки пилотажных характеристик самолетов достаточно подробно разработана и изложена в нормативных документах в области как гражданской, так и военной авиации.

Основным документом, регламентирующим качественные и количественные значения показателей оценки качества пилотажных характеристик гражданских самолетов у нас в стране являются авиационные правила АП-25 (аналогичный документ есть и для военных самолетов). Однако следует отметить, что требования к авиационной технике в этих документах сформулированы применительно к неавтоматизированным или слабоавтоматизированным самолетам.

Характерным для нынешнего поколения авиации является широкое внедрение автоматических устройств в контур ручного управления самолета – систем улучшения устойчивости и управляемости (СУУ) – для обеспечения приемлемых характеристик устойчивости и управляемости, совершенствования его маневренных качеств.

Автоматика меняет динамическую структуру системы «СУУ – самолет». Наличие СУУ ведет к повышению порядка уравнений, описывающих систему «СУУ – самолет», и, как следствие, к росту количества нормируемых параметров по сравнению с неавтоматизированным самолетом. Учитывая трудность прогнозирования уровня автоматизации контура ручного управления перспективных самолетов, не представляется возможным выявить все требуемые для нормирования параметры системы «СУУ – самолет» и предъявить к ним требования.

Опыт применения систем улучшения устойчивости и управляемости показал, что оценка пилотажных характеристик самолетов с высокоавтоматизированным контуром ручного управления с помощью показателей, сформулированных в терминах характеристик самолетов, малоэффективна, а иногда и неприемлема [1]. Это вызвано тем, что традиционные методы нормирования характеристик устойчивости и управляемости основаны на экспериментальном определении зависимости между параметрами, характеризующими самолет как объект управления без СУУ, называемыми показателями устойчивости и управляемости, и качественной оценкой летчика пилотажных свойств самолета, выставленной по шкале пилотажных оценок. Субъективная оценка летчиком самолета дает обобщенную характеристику устойчивости, управляемости, удобства работы рычагами (органами) управления, безопасности полета при выполнении маневров, степени психофизической нагрузки летчика при выполнении задач целевого назначения.

Введение автоматизации в контур ручного управления повышает порядок дифференциальных уравнений, описывающих динамику системы «СУУ – самолет», и, как следствие, нарушает установленные ранее для самолетов без СУУ связи между показателями устойчивости и управляемости и качественной оценкой летчика. Кроме того, ряд показателей, установленных для самолетов без автоматизации, формально не имеет смысла для систем «СУУ – самолет» более высокого порядка.

Изложенные обстоятельства, а также то, что перспективы улучшения пилотажных и летно-технических характеристик самолетов заключена в более глубокой автоматизации контура ручного управления, позволяющей реализовывать также принципиально новые формы движения самолетов (непосредственное управление подъемной и боковой силами), а значит и специфические динамические характеристики, в последние годы все большее внимание уделяется совершенствованию существующих и созданию новых показателей и методов оценки качества пилотажных характеристик самолетов с СУУ [2–8], в том числе и совершенствованию шкал качественной оценки пилотажных свойств самолета летчиком [6–11].

Целью работы является изучение существующих зарубежных и отечественных шкал пилотажных оценок самолетов, и на их основе, с учетом опыта проведения исследований с их применением в натурных экспериментах по оценке влияния параметров динамики самолета на качество его пилотирования летчиком и их нормирования, обоснование пятибалльной (привычной для отечественных исследователей градации оценок) шкалы качественной оценки пилотажных характеристик самолетов.

Обоснование системы показателей оценки качества пилотажных характеристик самолетов и формирование требований к ним предполагает проведения как теоретических, так и экспериментальных исследований взаимодействия в системе «летчик – самолет». Изучение такого взаимодействия в полете является задачей очень сложной и дорогостоящей.

Это связано, помимо соображений экономического характера и обеспечения безопасности полетов, с необходимостью исследования влияния на приемлемость для летчика изменения в широком диапазоне параметров самолета и режимов полета (в том числе и с целью определения граничных значений показателей устойчивости и управляемости) и со статистическим характером процесса управления при выполнении целевых задач пилотирования. Сам процесс пилотирования является случайным процессом, зависящим от индивидуальных особенностей летчика, случайных возмущений, действующих на самолет, и возникающих отклонений от заданной траектории в процессе управления. Поэтому его результаты (параметры движения самолета, работы силовой установки, управляющие воздействия летчика и отклонения рулевых поверхностей) регистрируются средствами бортовых измерений и подвергаются статистической обработке. Для получения достоверных результатов необходимо, чтобы по основным параметрам самолета и режима полета при многократных исследованиях была обеспечена хорошая повторяемость условий проведения экспериментов. К сожалению, в реальных полетах это условие выполнить практически невозможно.

В настоящее время для исследования динамики полета самолетов, рационального уровня автоматизации контура ручного управления, выбора параметров летательных аппаратов (ЛА), особенностей их поведения при отказах в системе управления, двигателей, на больших углах атаки, на критических режимах (сваливания, штопора и т. д.), отработки вопросов взаимодействия ручного и автоматического контуров управления широкое применение находят пилотажные стенды.

В отличие от авиационных тренажеров, имеющих фиксированную динамику конкретного самолета и предназначенных для обучения летного состава пилотированию на этом конкретном самолете, пилотажные стенды позволяют моделировать самолеты с разной динамикой (т. е. изменять в широком диапазоне параметры самолета и систем улучшения устойчивости и управляемости) с высокой степенью подобия реальному полету.

Моделирование на пилотажных стендах является важной составной частью создания и доводки самолета, дает большую экономию материальных средств и существенно сокращает сроки создания самолета. Однако оно не может полностью заменить летные испытания. Отработанные на пилотажных стендах доработки и рекомендации желательно параллельно проверить на самолетах – летающих лабораториях с изменяемыми (в том числе и в полете) характеристиками устойчивости и управляемости.

Весьма показательной в этом плане явилась программа создания воздушно-космического самолета «Буран». Благодаря уникальному по масштабу объему исследований на созданном в ЦАГИ специально для программы «Буран» подвижном стенде ПСПК-102 с шестью степенями свободы весь цикл летных испытаний этого самолета свелся всего лишь к 24 полетам средней продолжительностью примерно по 30 минут каждый,

и ни один из полетов не принес никаких неожиданных «сюрпризов», а лишь подтверждал расчетные и экспериментальные данные, полученные в аэродинамических трубах и на пилотажных стендах [12].

При проведении полунатурного моделирования (на пилотажных стендах) и при натуральных экспериментах (реальных полетах) получаемые результаты можно разделить на две категории:

объективные оценки, получаемые с помощью той или иной формализованной процедуры измерения и обработки результатов эксперимента;

субъективные оценки, выставляемые летчиком.

Объективные оценки – это, по своей сути, показатели устойчивости и управляемости. Количественные значения этих показателей, их принадлежность к определенному уровню характеристик устойчивости и управляемости устанавливаются путем соотношения этих показателей качественной субъективной оценке летчика (ОЛ). Это связано с тем, что степень соответствия пилотажных характеристик ЛА задачам целевого назначения однозначно определяется оценкой летчика. Отзыв летчика о самолете, его характеристиках устойчивости и управляемости является конечной инстанцией в оценке приемлемости этих характеристик самолета его целевому назначению, соответствия характеристик психофизическим возможностям летчика.

Оценка летчиком качества пилотажных характеристик учитывает одновременно качество решения поставленной задачи пилотирования (точность) и степень затрат умственных и физических усилий (степень напряженности) летчика на ее выполнение.

Одну и ту же задачу, в зависимости от характеристик устойчивости и управляемости, летчик может выполнить с вполне определенной точностью и психофизической нагрузкой. Оценка летчиком качества пилотажных характеристик будет при этом разной. Тот самолет, на котором задача выполнена с большей точностью и при меньших затратах умственных и физических усилий летчика, получит более высокую оценку.

Поскольку оценка летчика является показателем технического совершенства самолета, то помимо эмоционального оттенка (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно, плохо, очень плохо и т. д.) она должна быть выражена количественно. Это делает необходимым разработку определенного единообразного способа оценок в виде шкал с оценкой качества пилотирования самолета в виде баллов. Шкалы пилотажных оценок строятся по аналогии с принятыми системами школьных оценок. За рубежом, главным образом в США и странах НАТО, используется десятибалльная шкала оценок Купера–Харпера с обратным направлением отсчета (1 – отлично, 10 – невозможно выполнение полета). Одна из модификаций такой шкалы показана на рис. 1 [9]. У нас в стране наиболее часто применяется пятибалльная шкала пилотажных оценок (5 – отлично, 4 – хорошо и т. д.). На рис. 2 изображена 5-балльная шкала оценок, разработанная заслуженным летчиком-испытателем СССР В. И. Цуваревым [10–11].

Попытки использования в исследованиях шкалы Купера–Харпера вызвали у наших летчиков-испытателей и инженеров-исследователей серьезные трудности, прежде всего из-за непривычной градации и направления отсчета баллов. Шкала эмоциональной оценки (ШЕО) [10–11] также вызвала трудности в применении.

Дело в том, что шкала пилотажных оценок должна позволять осуществлять оценку пилотажных характеристик самолетов при полунатурном моделировании и летных исследованиях согласно принятой методологии нормирования (формирования требований) этих характеристик: назначение (класс самолета) → целевая задача (категория этапов полета) → качество выполнения задачи (уровень пилотажных характеристик) и безопасность полета на исследуемом режиме полета. Кроме того, шкала пилотажных оценок должна позволять оценивать приемлемость исследуемой конфигурации самолета для выполнения его назначения (а не сравнительной оценки этой конфигурации с другими конфигурациями), т. е. иметь абсолютное значение.

ШЕО не в полной мере отвечает этим требованиям. В большей мере ее целесообразно использовать при подготовке летной оценки по результатам летных испытаний. В ней сильный акцент сделан на эргономичных аспектах восприятия информации и работы летчика в кабине самолета. При исследованиях же по оценке влияния параметров динамики самолета на качество его пилотирования летчиком и их нормирование, должна прежде всего оцениваться приемлемость пилотажных характеристик для выполнения поставленной задачи, а не чувственно-эмоциональное впечатление летчика-эксперта от оцениваемого объекта – «нравится» или «не нравится».

В процессе проведения исследований на пилотажных стендах ЦАГИ им. проф. Н. Е. Жуковского по подготовке очередной редакции общих технических требований ВВС к авиационной технике была разработана, апробирована и в дальнейшем использована в экспериментах 5-балльная шкала качественной оценки пилотажных характеристик самолета (рис. 3). Она получила положительную оценку летчиков испытательного института ВВС, которые принимали участие в исследованиях.

Шкала качественной оценки пилотажных характеристик самолета разработана на тех же общих принципах построения и ранжирования оценок, что и шкала Купера–Харпера и ШЕО. Основной принцип построения состоит в том, что каждую оценку летчик формулирует (выставляет), выбирая из двух возможных альтернатив: «да» или «нет». Оценивая исследуемые характеристики в конкретном режиме полета (задании), эксперт должен последовательно ответить на поставленные вопросы и, руководствуясь стрелками, получить оценку в баллах. Шкала позволяет давать оценку с необходимой дробностью в баллах. Многочисленные эксперименты показали, что выставление дробной оценки при 5-балльной шкале с точностью до 0,1 балла не вызывало трудностей у большинства летчиков.

Наивысшую оценку получает самолет, который полностью соответствует решаемой задаче пилотирования

ШКАЛА ПИЛОТАЖНЫХ ОЦЕНОК САМОЛЕТА КУПЕРА-ХАРПЕРА

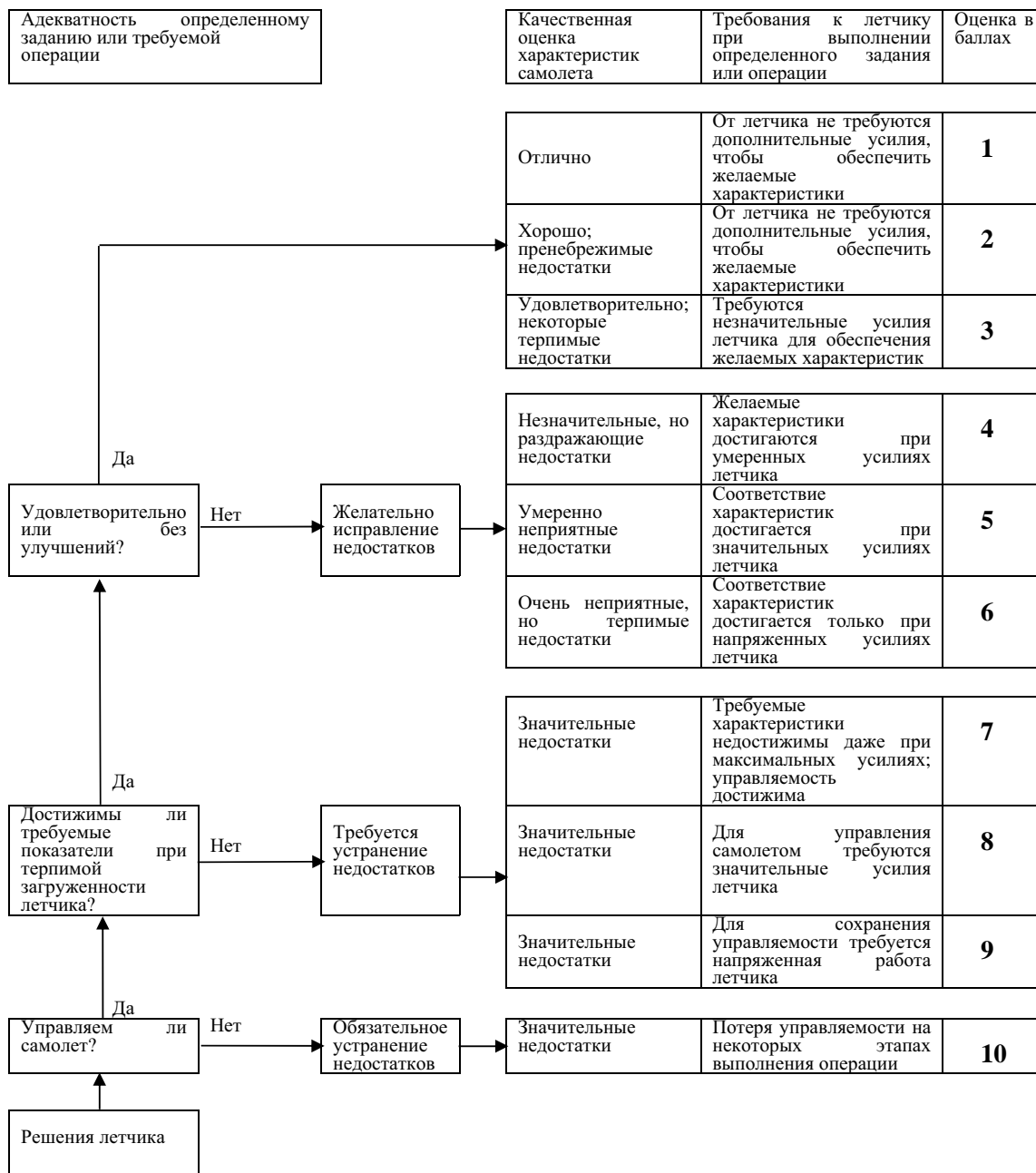


Рис. 1

ШКАЛА ПИЛОТАЖНЫХ ОЦЕНОК САМОЛЕТА В. И. ЦУВАРЕВА

	Словесная характеристика	Словесная оценка	Оценка в баллах
Нравится	Лучше трудно вообразить	Прекрасно	5,3 и более
	Лучше не бывает. Замечаний нет	Отлично	4,8–5,2
	Не ясно, бывает лучше или нет		4,3–4,7
	Есть замечания	Хорошо	3,8–4,2
Не ясно, нравится или нет			3,3–3,7
Не нравится	Не нравится, но допустимо	Посредственно	2,8–3,2
	Не ясно, допустимо или нет		2,3–2,7
	Не нравится	Плохо	1,8–2,2
	Не ясно, бывает хуже или нет		1,3–1,7
	Хуже не бывает	Очень плохо	0,8–1,2
	Хуже трудно вообразить	Безобразно	0,7 и менее

Рис. 2

и не требует компенсации недостатков. Самый низкий балл соответствует самолету, над которым в процессе управления теряется контроль даже при максимальной загрузке летчика. Ранжирование оценок по шкале выполняется в соответствии с вносимой летчиком в управление компенсацией недостатков (минимальной, умеренной, значительной и максимальной) для достижения одного из уровней качества решения целевой задачи пилотирования (отличное, хорошее, удовлетворительное).

Ранжирование уровней пилотажных характеристик в баллах **5- (ОЛ)** и **10-балльной (PR)** шкал пилотажных оценок осуществляется следующим образом:

- уровень 1 – $ОЛ = 5,0 \dots 3,5$ ($PR = 1 \dots 3,5$);
- уровень 2 – $ОЛ = 3,5 \dots 2,5$ ($PR = 3,5 \dots 6,5$);
- уровень 3 – $ОЛ = 2,5 \dots 0,5$ ($PR = 6,5 \dots 9$);
- уровень ниже 3 – $ОЛ < 0,5$ ($PR > 9$).

Балльные оценки дают хорошо повторяющиеся и стабильные результаты для широкого круга летчиков: от летчиков высшей квалификации – летчиков-испытателей до летчиков средней квалификации, эксплуатирующих серийные самолеты.

Анализ результатов экспериментальных исследований [6] показал, что разные летчики оценивают один и тот же самолет приблизительно одинаково. Разброс оценок летчиков в баллах при 5-балльной шкале пилотажных оценок составляет $\Delta ОЛ = \pm 1$ балл, по 10-балльной шкале Купера–Харпера этот разброс составляет $\Delta PR = \pm 2$ балла. Следует иметь в виду, что оценки ЛА летчиком по этим шкалам имеют абсолютное значение, т. е. с их помощью оценивается приемлемость рассматриваемой конфигурации самолета для выполнения его целевого назначения, а не для сравнительной оценки этой конфигурации с другими конфигурациями.

Графа «Области пилотажных характеристик» содержит краткое описание характеристик с точки зрения степени пригодности самолета для массовой эксплуатации на исследуемом режиме полета. Например, оценка «3» означает краткую запись следующего вывода: «Безопасность полета на исследуемом режиме полета обеспечена. Исследуемые характеристики приемлемы для выполнения задач рассматриваемого этапа полета без коренных улучшений, но для полной приемлемости этих характеристик необходимо их некоторое улучшение с целью уменьшения загрузки летчика и/или повышения качества выполнения задачи». Графа «Области пилотажных характеристик» может быть непосредственно использована при написании летной оценки, материалов, выводов, заключений при проведении испытаний на устойчивость и управляемость, маневренность, боевое применение и т. д.

Летчик при оценке пилотажных характеристик, помимо выставления оценки этих характеристик в баллах, дает также комментарии и объяснения данной им оценки самолета. Именно дополнительные комментарии летчика позволяют понять выявленные недостатки или особенности самолета и принять необходимые меры для их устранения.

При проведении экспериментальных исследований в воздухе или на пилотажных стендах с участием летчиков следует выполнять следующие требования [7]:

должна быть четко сформулирована решаемая целевая задача (что должен делать летчик на борту самолета; условия или сопутствующие обстоятельства, при которых он должен выполнять свою задачу);

должны быть четко сформулированы ограничения выполняемого моделирования (определены соотношения между условиями моделирования и реальным полетом, должна быть ясность в том, какие существенные свойства полета не воспроизводятся);

комментарии летчик должен давать в наиболее простой форме. Он должен описывать свои ощущения, возникающие трудности в выполнении поставленного задания. Летчик должен давать пояснения по каждой рассматриваемой конфигурации самолета. Комментарии летчика желательно получать немедленно после или в процессе проведения эксперимента;

моделирование необходимо проводить со случайным предъявлением параметров и конфигураций самолета;

не следует ограничивать летчику время на оценку одного варианта конфигурации. Следует давать ему возможность анализировать рассматриваемую задачу столько времени, сколько ему это необходимо.

Выводы:

1. Многочисленные эксперименты на пилотажных стендах по исследованию разных динамических структур самолета с разным уровнем автоматизации контура ручного управления с использованием рассмотренной в статье шкалы качественной оценки пилотажных характеристик показали, что у летчиков разной квалификации не возникало никаких трудностей при работе с данной шкалой.

2. Шкала получила положительную оценку летчиков и может быть рекомендована при проведении исследований по оценке влияния параметров динамики самолета, его системы управления и системы улучшения устойчивости и управляемости на качество пилотирования летательного аппарата летчиком, формировании требований (нормированию) к характеристикам устойчивости и управляемости, разработке системы показателей и методов оценки качества пилотажных характеристик современных и перспективных самолетов с разным уровнем автоматизации контура ручного управления.

СПИСОК ССЫЛОК

1. Faller S. G., Moorhouse J. D. Perspectives of the flying qualities specification // AIAA Paper. 1982. № 1354. 8 p.
2. Hodgkinson J., La Manna W. J., Heyde J. L. Handling qualities of aircraft with stability and control augmentation systems a fundamental approach // The Aeronautical Journal. 1976. Vol. 80, I. № 782. Pp. 75–81.

ШКАЛА КАЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ПИЛОТАЖНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК САМОЛЕТА

ВОПРОС

ОЛ	ОБЛАСТИ ПИЛОТАЖНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК	Уровни	PR	Области режимов полета
-1	Обеспечены ли управление, безаварийность и безопасность при выполнении полета с опасным режимом?		10	
0	Обеспечены ли безопасность и управляемость при изменении режима полета?			
1	Выполнены ли задачи исследуемого этапа полета (маневры по данному пункту полета, маневры в/или по максимальным нагрузкам летчика в/или по сниженным качествам)?			
2	Допустимы ли исследуемые характеристики самолета для массовой эксплуатации без его доработки/улучшения (в связи с действующей работой летчиков в/или для выполнения задания)?	У Р О З В Е Н Ь	9 8 7	Пределная область
3	Принемлемы ли возможности для массовой эксплуатации исследуемого самолета без каких-либо улучшений? Или все же необходимо их некоторое улучшение для увеличения загрузки летчика в/или при выполнении задания? (Ответить на первый вопрос)	У Р О З В Е Н Ь	6 5 4	Эксплуатационная область
4	Можно ли конкретные улучшения по улучшению исследуемых характеристик?		3 2	
5	Нет		1	

ОЛ	Область, где не обеспечена безопасность или исследуемым режимом полета	Не обеспечена безопасность и возможность ухода на второй круг	Нет возможности аварийного покидания
-1	Область, где не обеспечена безопасность и	возможность ухода на второй круг	Нет возможности аварийного покидания
0	исследуемым режимом полета	Не обеспечена безаварийность, но есть возможность ухода на второй круг	Есть возможность аварийного покидания

ОЛ	Область, где не обеспечена безопасность и исследуемым режимом полета	Не обеспечена безопасность и возможность ухода на второй круг	Нет возможности аварийного покидания
1	Задачи исследуемого этапа полета (маневры по данному пункту полета, маневры в/или по максимальным нагрузкам летчика в/или по сниженным качествам)	Задачи исследуемого этапа полета (маневры по данному пункту полета, маневры в/или по максимальным нагрузкам летчика в/или по сниженным качествам)	Задачи исследуемого этапа полета (маневры по данному пункту полета, маневры в/или по максимальным нагрузкам летчика в/или по сниженным качествам)
2	Характеристики полета	Характеристики полета	Характеристики полета
3	Характеристики полета	Характеристики полета	Характеристики полета
4	Характеристики полета	Характеристики полета	Характеристики полета
5	Характеристики полета	Характеристики полета	Характеристики полета

Рис. 3

3. Neal T. P., Smith R. E. Development of flying qualities criterion for design of fighter flight control systems // AIAA Paper. 1970. № 70-927. 12 p.
4. Bailey R. E., Smith R. E. Analysis of augmented aircraft flying qualities through application of the Neal-Smith criterion // AIAA Paper. 1981. № 81-1776. 25 p.
5. Летчик как динамическая система в контуре управления летательным аппаратом // Обзор ОНТИ ЦАГИ. 1984. Вып. 635. 167 с.
6. Смирнов В. А., Нерубацкий В. Е. Нормирование и оценка качества пилотажных характеристик самолетов : моногр. – К. : ЦНИИ ВВТ ВСУ, 2013. 176 с.
7. Бюшгенс Г. С., Студнев Р. В. Аэродинамика самолета. Динамика продольного и бокового движения. М. : Машиностроение, 1979. 352 с.
8. Гуськов Ю. П., Загайнов Г. И. Управление полетом самолетов. М. : Машиностроение, 1980. 213 с.
9. Техническая информация / ЦАГИ. 1977. № 23.
10. Цуварев В. И. Летная оценка // Вестник МНАПЧК. 2005. № 2 (18). С. 46–59.
11. Сильвестров М. М., Козиоров Л. М., Пономаренко В. А. Автоматизация управления летательными аппаратами с учетом человеческого фактора. М. : Машиностроение, 1986. 184 с.
12. Аэродинамика, устойчивость и управляемость сверхзвуковых самолетов / под ред. Г. С. Бюшгенса. М. : Наука. Физматлит, 1998. 816 с.

Рецензент О. О. Расстригин, д-р техн. наук,
старший науч. співробітник
(Центральный научно-исследовательский институт
вооружения и военной техники
Вооруженных Сил Украины)

УДК 623.746.7

П. И. НОР,*кандидат технических наук, старший научный сотрудник**(Центральный научно-исследовательский институт вооружения и военной техники Вооруженных Сил Украины, г. Киев)*

Современные тенденции развития реактивных учебно-тренировочных самолетов

На основі аналізу нових сучасних тенденцій розвитку авіаційної техніки уточнені та актуалізовані основні характерні ознаки, що притаманні реактивним навчально-тренувальним літакам третього покоління. Розглянуті нові зразки і перспективи розвитку літаків даного класу.

Ключові слова: навчально-тренувальні літаки, льотно-технічні характеристики, характерні ознаки поколінь розвитку літаків.

На основе анализа новых современных тенденций развития авиационной техники уточнены и актуализированы основные отличительные признаки, свойственные реактивным учебно-тренировочным самолетам третьего поколения. Рассмотрены новые образцы и перспективы развития самолетов данного класса.

Ключевые слова: учебно-тренировочные самолеты, летно-технические характеристики, отличительные признаки поколений развития самолетов.

В предыдущей статье [1], посвященной развитию реактивных учебно-тренировочных самолетов (УТС), приведены отличительные признаки и состав трех поколений самолетов данного класса [1]. Впервые они были сформулированы более 7 лет назад [2, 3]. Но за последние 5–10 лет были созданы и продолжают разрабатываться новые образцы УТС, в которых реализованы новые тенденции развития самолетов данного класса. Анализу этих тенденций и места таких УТС в системе подготовки летного состава, а также в предложенной классификации УТС [1, 2] и посвящена данная статья.

В [1] отмечено, что в приведенную классификацию реактивных УТС на три поколения развития не совсем вписываются созданные в 2000-е годы и последние несколько лет новые реактивные УТС, которые существенно отличаются от УТС третьего поколения, прежде всего массовыми характеристиками. Они значительно легче созданных в это же время новых серийных многофункциональных УТС этого поколения: Т-50,

Як-130, М-346 и JL-10 (L-15). По прогнозам разработчиков, создаваемые ими легкие реактивные УТС должны иметь не только существенно меньшую массу, но и при их серийном производстве значительно меньшую стоимость изготовления и эксплуатации. Актуальность вопроса снижения стоимости чрезвычайно затратного процесса подготовки военных летчиков за счет использования новых типов УТС не вызывает сомнения как в большинстве стран мира, так и в Украине.

Если ограничиться только УТС, которые смогли реально подняться в воздух, то таких самолетов, созданных после 2000 года, сравнительно немного. Если их представлять в хронологическом порядке, то это прежде всего, польский EM-10 "Белик" ("Bielik"), созданный в инициативном порядке малоизвестным предприятием Zaklad Remontow i Produkcji Sprzetu Lotniczego из города Бельско-Бяла и впервые взлетевший в июне 2003 года [4]. Отсутствие стартового заказчика и, как следствие, недостаток финансирования работ не позволили завершить работы по доводке и сертификации самолета. Информации о судьбе этого безусловно интересного летательного аппарата (ЛА) очень мало. Он так и остался в виде единичного демонстратора и доживает свой век в авиационном музее. Внешний вид EM-10 "Белик" показан на рис. 1, а основные летно-технические характеристики (ЛТХ) приведены в табл. 1 [4, 5].

В 2005 году первый полет выполнил прототип легкого реактивного УТС "Джевелин" АЖТ ("Javelin"), созданный американской компанией ATG в кооперации с израильской корпорацией IAI. Завершение сертификации и поставки первых УТС коммерческим эксплуатантам были запланированы на конец 2007 г. [6]. По причинам, аналогичным изложенным выше, этим планам не суждено было сбыться, и самолет так и остался в единственном экземпляре. Следует отметить, что несколько лет назад американский стартап "Ставатти" ("Stavatti"), выкупивший права на самолет у разработчиков, принял попытку реанимации проекта "Джевелин" АЖТ в рамках тендера американских ВВС по программе "Т-Х" [7]. Так что ставить "крест" на развитии этого ЛА еще



Рис. 1. УТС EM-10 "Белик"



Рис. 2. УТС "Джевелин" АЖТ



Рис. 3. Российский УТС CP-10



Рис. 4. УТС Aermacchi M-345

рано. Основные ЛТХ УТС "Джевелин" АЖТ приведены в табл. 1, а внешний вид показан на рис. 2 [6, 8].

Разработка нового российского легкого УТС CP-10 (рис. 3) началась около 10 лет назад, а первый полет опытного образца состоялся в конце 2015 года. Длительные сроки его создания объясняются тем, что CP-10 создавался в инициативном порядке частной компанией "Конструкторское бюро "Современные авиационные технологии" (КБ "САТ", Москва) за счет собственных средств [9]. Для России это первый случай разработки ЛА для военных частной компанией. Сейчас самолет проходит предварительные лётные испытания, и в 2016 г. к их проведению подключились и структуры потенциального заказчика в лице ВКС РФ. Запланировано за счет бюджетных средств изготовление опытной партии самолетов для проведения государственных испытаний и принятия решения о его серийном производстве [10]. Разработчики позиционируют CP-10 как самолет, который должен заменить основной на данное время в ВВС

РФ УТС Л-39. Основные ЛТХ самолета CP-10 приведены в табл. 1 [11].

Четвертый из рассматриваемых легких реактивных УТС, в отличие от трёх первых, создан не с "нуля", а на базе уже существующего прототипа. Это М-345 НЕТ (рис. 4) совершивший в окончательном варианте первый полет в конце 2016 г. Создан итальянской компанией "Alenia Aermacchi" на базе существующего УТС М-311, который, в свою очередь, является глубокой модернизацией серийного УТС второго поколения

S-211 [12]. В начале 2017 года группа "Леонардо" ("Leonardo"), в которую входит Alenia Aermacchi, подписала с итальянским Министерством обороны контракт на первоначальную партию из пяти УТС Aermacchi M-345НЕТ [13]. По неподтвержденным документально данным, только для итальянских ВВС планируется приобретение 45 таких ЛА. Основные ЛТХ УТС М-345 НЕТ приведены в табл. 1 [14].

Интересно отметить, что в России и Италии относительно недавно созданы и используются для подготовки

Таблица 1

Лётно-технические характеристики	EM-10 «Белик»	«Джевелин» АЖТ	CP-10	M-345 НЕТ
Страна-разработчик ЛА	Польша	США	РФ	Италия
Год первого вылета ЛА	2003	2005	2015	2016
Размах крыла $l_{кр}$, м	6,60	7,65	8,40	8,47
Площадь крыла $S_{кр}$, м ²	11,90	13,00	12,00	12,60
Стреловидность передн. кром. $\chi_{кр}$, град.	...	20,0	-10,0	16,0
Масса пустого ЛА $M_{пуст}$, кг	1700,0	2100,0	2100,0	2300,0
Масса взлетная норм. $M_{взл}$, кг	2450,0	2900,0	3100,0	3200,0
Масса взлетная макс. $M_{макс}$, кг	...	3100,0	...	4100,0
Тяга СУ макс., $P_{макс}$, кН	13,60	16,00	17,10	16,00
Тяговооруженность $P_{макс}/G$	0,566	0,562	0,559	0,510
Удельн. нагрузка на крыло G/S , кгс/м ²	206	223	258	254
Скорость макс., $V_{макс}$, км/час	950	925	800	740
Скороподъемность макс. V_y , м/с	75	65	60	24
Потолок практический $H_{пр}$, м	...	13700	11000	12200
Дальность полета L (без ПТБ), км	1200	1780
Эксплуат. перегрузка максим. $n_y^3_{макс}$	6,0	7,0	8,0	7,0

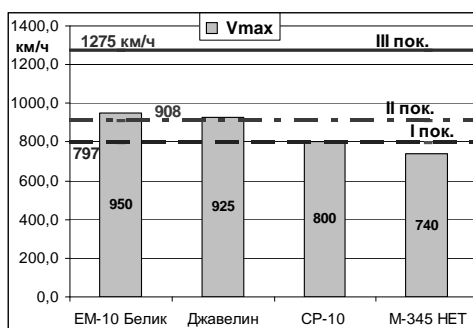


Рис. 5. Максимальна швидкість УТС

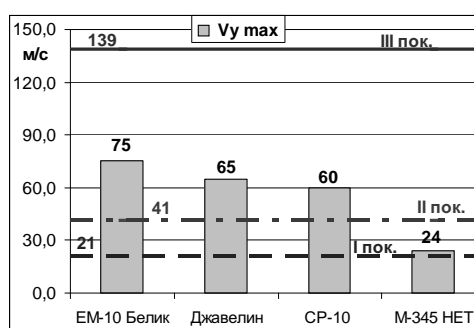


Рис. 6. Максимальна швидкість підйому

летного складу нові реактивні УТС Як-130 і М-346. Необхідність закупки і поставки в війська нових типів реактивних УТС об'являється бажанням зменшити вартість польотної підготовки за рахунок використання більш дешевих і економічних легких УТС, таких як CP-10 і М-345. І якщо доля російського CP-10 відносно неоднозначна, то масове виробництво М-345 для італійських ВВС і поставок на експорт – питання практично вирішене. Вихід на ринок нових легких реактивних УТС може скласти серйозну конкуренцію турбореактивним УТС, отримавшим широке поширення в багатьох країнах на етапах основної (базової) і первинної польотної підготовки.

Особливістю ЛТХ розглянутих легких реактивних УТС (табл. 1) є те, що літаки (за винятком М-345) не сертифіковані, т. є. не пройшли всіх необхідних польотних випробувань, що суттєво знижує достовірність значень їх ЛТХ. Багато характеристик просто відсутні, а наведені ЛТХ є, як правило, розрахунковими і (або) мають рекламний характер. Так, наприклад, розрахункові ЛТХ російського CP-10 отримані для взлітної маси

$M_{637} = 2700$ кг, тоді як при випробуваннях вказується вже $M_{637} = 3100$ кг, що суттєво погіршить по порівнянню з розрахунковими його реальні ЛТХ.

Приймаючи до уваги, що розглянуті легкі реактивні УТС створювалися для вирішення завдань в основному базової польотної підготовки, т. є. практично по тих же вимогам, що і існуючі реактивні УТС, їх ЛТХ повинні бути достатньо близькими. Неке́торое представлення про польотні характеристики сучасних легких реактивних УТС і середні значення аналогічних показників УТС першого, другого і третього поколінь [2] можна отримати з графіків, зображених на рис. 5 і 6.

Максимальна швидкість горизонтального польоту V_{\max} розглянутих ЛА знаходиться на рівні УТС першого і другого поколінь і нижче V_{\max} УТС третього покоління. Енергетична швидкість підйому V_y^* небагато вище рівня УТС другого покоління, але нижче, ніж у третього. Якщо виключити вплив на середні значення УТС третього покоління літаків L-15 і T-50, які оснащені двохконтурними турбореактивними двигачами з форсажним режимом (ТРДДФ), то

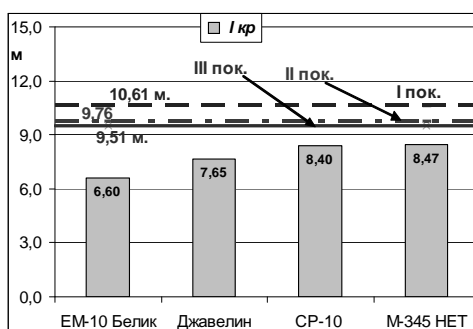


Рис. 7. Розмах крила УТС

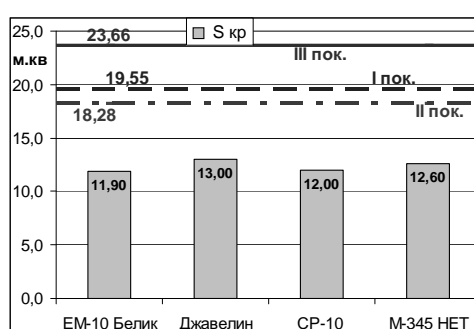


Рис. 8. Площа крила УТС

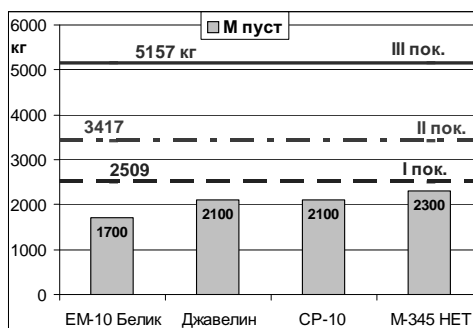


Рис. 9. Маса порожнього літака

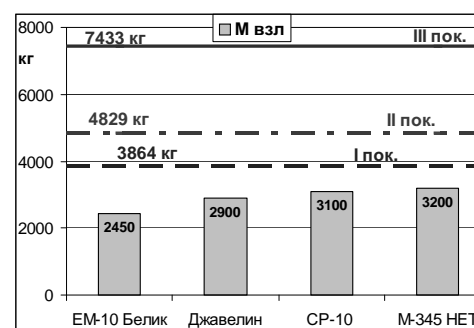


Рис. 10. Маса взлітної нормальна

отставание V_{\max} и V_y^* легких реактивных самолетов от УТС третьего поколения будет несущественным.

Другие ЛТХ новых легких УТС (потолок $H_{пр}$, максимальная дальность полета L_{\max} , максимальная эксплуатационная нормальная перегрузка $n_{y, \max}$), если судить по имеющимся в табл. 1 данным, находятся на уровне реактивных УТС второго – третьего поколений.

Учитывая низкую достоверность приведенных ЛТХ у рассмотренных четырех типов самолетов, основное внимание уделим анализу более достоверных массовых и геометрических параметров. Сравнительный анализ геометрических параметров рассмотренных четырех типов УТС и их средних значений для трех поколений реактивных УТС (рис. 7, 8) показывает, что геометрические размеры, судя по размаху $l_{кр}$ и площади крыла $S_{кр}$ рассмотренных УТС, существенно меньше, чем у УТС третьего, второго и даже первого поколений. При этом сам размах крыла меньше по сравнению с третьим поколением приблизительно на 20–30%, а $S_{кр}$ – на 40–50%.

При уменьшении размеров самолета вполне закономерно ожидать и уменьшения их массовых показателей. На диаграммах (рис. 9, 10) приведены значения массы пустого $M_{пуст}$ и нормальной взлетной массы $M_{взл}$ сравниваемых УТС. $M_{пуст}$ легких реактивных УТС более чем на 50% ниже средних значений аналогичных показателей УТС третьего поколения, существенно ниже показателей второго поколения и на диаграмме находятся в нижнем сегменте УТС первого поколения (рис. 9). Еще более категоричен аналогичный вывод по отношению к значениям $M_{взл}$ (рис. 10).

Если совместить на одной диаграмме геометрические $S_{кр}$ и массовые характеристики $M_{взл}$ четырех рассмотренных УТС и трех поколений реактивных УТС, приведенных в [2], то можно четко увидеть область

существования новых легких реактивных УТС (рис. 11). Из диаграммы видно, что эти ЛА не попадают ни в одну из трех областей существования трех поколений реактивных УТС. Если определить по имеющимся данным удельную нагрузку на крыло G/S (рис. 12), то по данному показателю рассмотренные легкие УТС находятся на уровне между средними значениями УТС первого и второго поколений, т. е. их маневренные и взлетно-посадочные характеристики должны быть на уровне лучших реактивных УТС.

Еще одним важнейшим для характеристики любого ЛА показателем является значения его тяговооруженности. В табл. 1 и на диаграммах (рис. 13 и 14) приведены значения максимальной тяги P_{\max} силовой установки и удельной тяговооруженности $\mu = P_{\max}/G$ рассмотренных УТС. Так как часть УТС третьего поколения оборудована ТРДДФ (южнокорейский Т-50 и китайский L-15), то эти значения приведены для двух режимов максимальной тяги (максимального и форсажного).

Если P_{\max} рассмотренных легких УТС находится на уровне УТС первого поколения, то их тяговооруженность μ , за счет существенно меньшей массы, заметно выше не только ЛА первого, но и средних значений УТС второго поколения. До уровня значений УТС третьего поколения показатели новых легких УТС не дотягивают.

Таким образом, по удельным показателям новые легкие реактивные УТС расположены между первым и вторым поколением (значения G/S) и между вторым и третьим поколением (значения P_{\max}/G) реактивных УТС. Если же эти показатели для сравниваемых реактивных УТС совместить на одной диаграмме в координатном поле $P_{\max}/G - G/S$ (рис. 15), то видно, что область существования рассматриваемых легких УТС

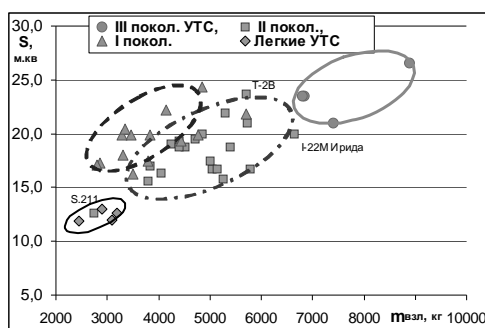


Рис. 11. Диаграмма $S_{кр} - M_{взл}$

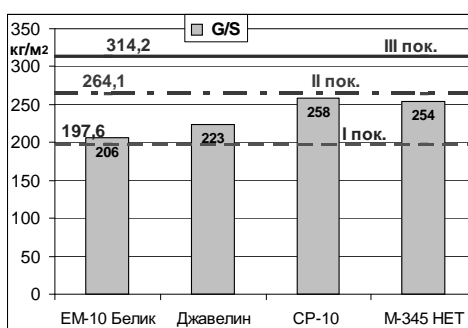


Рис. 12. Удельная нагрузка на крыло

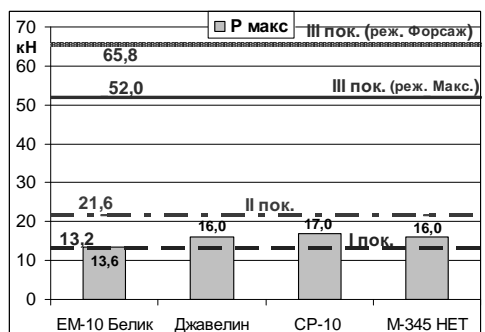


Рис. 13. Тяга силовой установки

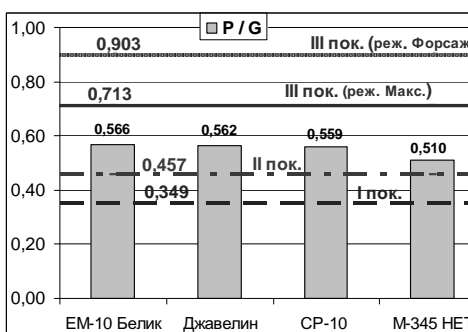
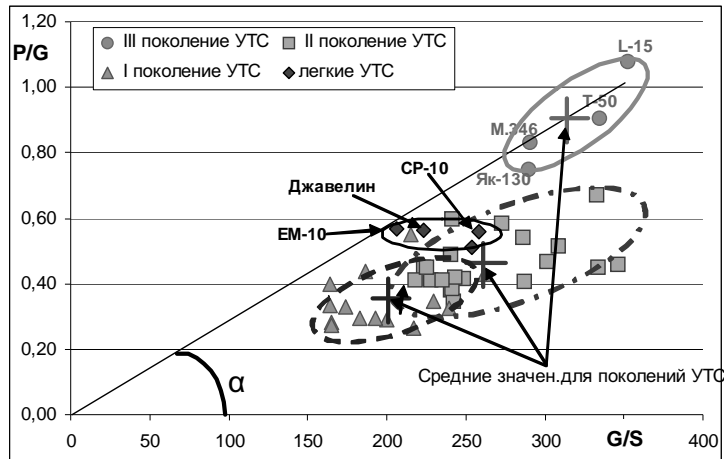


Рис. 14. Тяговооруженность УТС

Рис. 15. Диаграмма соотношения $P_{\max}/G - G/S$ реактивных УТС

ближе всего ко второму поколению УТС и в некоторой степени они пересекаются.

Но если пойти дальше и исходить из того, что для ЛА данного класса нужны максимальные значения тяговооруженности P_{\max}/G и минимальные значения удельной нагрузки на крыло G/S , то их соотношение $P_{\max}/G / G/S$ численно равно $\tan \alpha$, где α – угол, образованный лучом, проведенным из начала координат до рассматриваемой точки, т. е. показателя конкретного ЛА (рис. 15). В этом случае, чем больше угол α , тем лучше удельные показатели ЛА (больше тяговооруженность и меньше удельная нагрузка на крыло).

Из рис. 15 сложно определить, какие УТС имеют лучшее соотношение удельных параметров, но можно утверждать, что новые легкие УТС находятся на уровне лучших УТС всех поколений. Они имеют угол α на уровне максимальных значений.

Соотношение двух удельных показателей можно назвать коэффициентом удельного совершенства ЛА и обозначить как \bar{C} . Численно он определяется выражением

$$\bar{C} = \frac{P/G}{G/S} = \frac{PS}{G^2}, \quad (1)$$

где P – тяга СУ на максимальном режиме P_{\max} ; S – площадь крыла ЛА; G – нормальный взлетный вес ЛА.

Используя (1) и значения ГТХ из табл. 1, а также средние значения удельных параметров УТС трех поколений реактивных УТС [2], можно получить значения коэффициента удельного совершенства \bar{C} для новых легких и других реактивных УТС всех поколений. Для удобства сравнения параметров значения \bar{C} нормируются при помощи коэффициента $k=10^3$:

$$\bar{C}_n = \bar{C}k. \quad (2)$$

Нормированные значения коэффициента удельного совершенства \bar{C}_n , полученные при помощи (1), (2), показаны на диаграмме (рис. 16). Средние значения для УТС третьего поколения приведены для двух режимов работы силовой установки (максимального и форсажного).

Области применения и интерпретации значений коэффициента удельного совершенства \bar{C} требуют отдельных исследований, результаты которых будут

приведены в следующих публикациях. Но при этом уже сейчас можно утверждать, что для узкого класса однотипных ЛА использование коэффициента \bar{C}_n полезно и правомерно. Он характеризует потенциальные возможности УТС и его силовой установки для достижения оптимальных для данного класса ЛА ЛТХ.

В общем случае значения коэффициента \bar{C} не имеют прямого физического смысла, но если учесть, что площадь крыла S при фиксированных значениях скоростного напора $q = \rho V^2 / 2$ и углового положения самолета относительно набегающего потока воздуха (коэффициента полной аэродинамической силы c_R) пропорциональна силе R , то коэффициент \bar{C} станет безразмерным. В этом случае коэффициент \bar{C}_n вполне может служить удельной характеристикой совершенства ЛА с точки зрения совершенства его аэродинамики и силовой установки.

Таким образом, исходя из данных коэффициента удельного совершенства \bar{C}_n (рис. 16), новые легкие реактивные УТС имеют все основания относиться к реактивным УТС третьего поколения. В таком случае отличительные признаки УТС третьего поколения, приведенные в [1–3], подлежат соответствующей корректировке.

Такая корректировка должна быть реализована по двум направлениям. Первое – внесением дополнительных показателей (например, коэффициента удельного совершенства \bar{C}_n) в существующую классификацию реактивных УТС или изъятием из неё некоторых показателей из числа ЛТХ. Второе направление – это деление третьего поколения реактивных УТС на две группы: легкие узкоспециализированные УТС для отработки навыков пилотирования и взлета-посадки реактивного ЛА, а также тяжелые многофункциональные УТС – для его боевого применения. В этом случае основные признаки этих двух групп будут несколько отличаться. Оптимальный вариант – формулировать основные отличительные признаки поколений развития ЛА на основании технико-технологических особенностей их конструкции и в меньшей степени их ЛТХ, но таких показателей пока мало.

Такой вариант выхода из сложившейся ситуации с классификацией легких реактивных УТС является, по

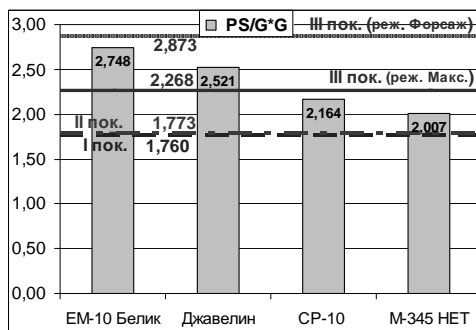


Рис. 16. Коэффициент удельного совершенства \bar{C}_n

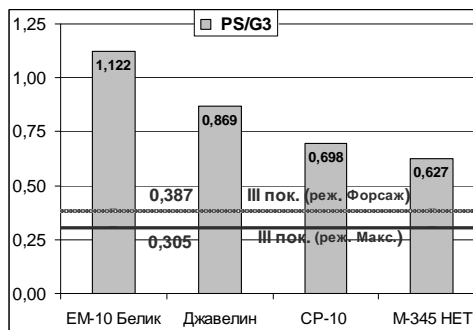


Рис. 17. Соотношение ($\bar{C}_n \equiv C$)

мнению автора, наиболее приемлемым, так как значения ЛТХ, новые технологические решения и время создания этих ЛА не позволяют отнести их к первому или второму поколению реактивных УТС.

Создатели новых легких реактивных УТС позиционируют их как более выгодную с экономической точки зрения альтернативу предлагаемым на рынке многофункциональным УТС третьего поколения для применения на этапах базовой и первоначальной подготовки летчиков тактической авиации. Анализ технико-экономических показателей новых легких УТС затруднен ввиду их ограниченного количества, статуса опытных образцов (за исключением М-345НЕТ), что не позволяет учесть реальную стоимость как производства, так и эксплуатации этих ЛА. По заявлениям создателей легких УТС, эти показатели в несколько раз меньше аналогичных показателей новых серийных более тяжелых УТС третьего поколения и находятся на уровне УТС, оснащенных турбовинтовыми двигателями (ТВД) [1, 12, 15].

Если учесть, что на данное время новые УТС созданы в разных странах для выполнения практически аналогичных задач и на примерно одинаковом технологическом уровне, то можно принять довольно грубое допущение о пропорциональности себестоимости, а соответственно и цены ЛА, его взлетной массе (весу). Данное допущение приемлемо только для УТС одного поколения, так как ЛА приблизительно одинаковой массы, изготовленные в разное время, т. е. на разном технологическом уровне, будут иметь разную стоимость. В этом случае можно получить выражение

$$(\bar{C}_n \equiv C) = \bar{C}_n / G = \frac{PS}{G^3} k. \quad (3)$$

Полученные с помощью выражения (3) числовые значения этого соотношения для четырех рассмотренных типов и средних значений ЛТХ серийных УТС третьего поколения показаны на рис. 17. Значения соотношения «удельное совершенство – стоимость» приведено также для двух максимальных режимов работы силовой установки УТС третьего поколения. Согласно этому показателю, а он для УТС эквивалентен известному соотношению «эффективность – стоимость», легкие реактивные УТС третьего поколения существенно предпочтительнее других более тяжелых УТС этого поколения. Таким образом, применение таких УТС на тех

этапах летной подготовки, где, с методической точки зрения, это возможно и целесообразно, позволяет получить существенную экономию средств, т. е. уменьшит стоимость всей летной подготовки.

Основными предпосылками создания перспективных легких реактивных УТС третьего поколения являются:

отказ от идеи многофункциональности УТС, а также ограничение круга решаемых задач в процессе летной подготовки и, соответственно, состава и массы бортового и подвесного авиационного оборудования и вооружения;

внедрение передовых технологий в процесс производства ЛА за счет использования в их конструкции легких композитных материалов для уменьшения их массы вплоть до перехода на цельнокомпозитную конструкцию ЛА;

применение новых легких и экономичных ТРДД небольшой мощности, что в сочетании с малым весом ЛА дает оптимальные характеристики тяговооруженности и часового расхода топлива, а в результате появляется возможность снизить массу внутреннего запаса топлива и взлетную массу ЛА;

уменьшение за счет влияния вышеотмеченных факторов взлетной массы самолета дает возможность, в рамках оптимальных для УТС значений удельных ЛТХ, уменьшить значения геометрических размеров ЛА, что, в свою очередь, способствует дальнейшему уменьшению его взлетной массы.

В пользу наличия на современном этапе всех технических предпосылок создания легких реактивных УТС говорит и факт пусть ограниченной по количеству ЛА, но успешной на протяжении более 10 лет эксплуатации легкого реактивного спортивного самолета "Вайпер" ("Viper Jet") одноименной американской компании. Этот 2-местный самолет производится и реализуется в виде "кит" наборов и собирается пользователем. Масса собранного пустого самолета, как и взлетная масса "Вайпер", на 15–25% меньше аналогичных показателей легких реактивных УТС, а его ЛТХ находятся вполне на их уровне [16].

Основными причинами, по которым легкие реактивные УТС не получили в данное время достаточного распространения, являются:

сильнейшая конкуренция в классе легких УТС для первоначальной и базовой летной подготовки со

стороны самолетов, оснащенных турбовинтовыми и даже поршневыми двигателями;

протекционистская политика ведущих авиационно-строительных корпораций, направленная против проникновения на рынок легких реактивных УТС, созданных, как правило, небольшими частными компаниями;

выработанные стереотипы и не всегда оправданный консерватизм заказчика по отношению к внедрению в конструкцию создаваемых УТС новых технологий и конструктивных материалов;

относительная дороговизна ЛА на этапе внедрения в них новых высоко-технологичных процессов и материалов.

Но, как показывает время, научно-технический прогресс не остановить, поэтому, несмотря на объективные и субъективные препятствия развитию легких реактивных УТС, реальная перспектива их развития очевидна и они в будущем займут свою нишу в системе подготовки летного состава. По большому счету, УТС с ТВД также являются, по сути, реактивными, и по своим ЛТХ достаточно близки к легким УТС с ТРД (ТРДД). Таким образом, уже сейчас можно сказать, что ниша УТС первоначальной и базовой летной подготовки практически занята легкими самолетами. Просто в будущем ее будут делить самолеты с ТВД и с ТРД (ТРДД). Вопрос о том, какие самолеты будут более предпочтительны, требует отдельных исследований.

Если при серийном производстве стоимость, точнее коммерческую цену, легких реактивных УТС третьего поколения удастся удержать на уровне до \$10 млн., то они составят серьезную конкуренцию УТС с ТВД и у них появятся хорошие рыночные перспективы во многих странах мира.

На основании проведенного анализа и с учетом разделения УТС третьего поколения на две группы были сформулированы основные объективные показатели и отличительные признаки этих УТС (табл. 2).

Разделение большинства геометрических, массовых, удельных и летно-технических характеристик реактивных УТС третьего поколения на две большие группы довольно существенное (табл. 2). Тенденция создания новых УТС в категории легких и тяжелых самолетов по сравнению с предыдущим поколением явно обозначилась в последние немногие более 10 лет. И хотя новых серийных моделей УТС в весовой категории между легкими и тяжелыми самолетами в последние несколько десятилетий не создано, это отнюдь не говорит о том, что они не будут созданы в будущем. Нишу в этой весовой категории закрывали в последнее время модернизированные реактивные УТС второго поколения, в том числе и вновь произведенные ("Хоук" АЖТ, К-8 "Каракорум" и др.).

Таким образом, на данное время, с учетом разделения реактивных УТС третьего поколения на две подгруппы: легкие «чистые» УТС и многофункциональные тяжелые самолеты, – основные отличительные признаки этого поколения ЛА, приведенные в [1–3], после уточнения и корректировки будут иметь следующий вид.

1. Для многофункциональных УТС – значительное увеличение по сравнению с предыдущим поколением массовых характеристик ($M_{пуст} = 5100 \pm 1000$ кг, $M_{взл} = 7800 \pm 1000$ кг), вызванное усложнением конструкции ЛА, увеличением запаса топлива и номенклатуры подвесного вооружения. Для чисто специализированных УТС, наоборот, – уменьшение по сравнению с предыдущим поколением массовых характеристик ($M_{пуст} = 2000 \pm 300$ кг, $M_{взл} = 2900 \pm 300$ кг) и их геометрических размеров ($S_{кр} = 13 \pm 1,0$ м²) за счет ограничения круга решаемых задач и внедрения новых технологических решений. При этом значения удельной нагрузки на крыло ЛА остаются в диапазоне значений второго поколения УТС (см. рис. 15), расположившись на его правой ($G/S = 320 \pm 30$ кг/м² – многофункциональные УТС) и левой границе ($G/S = 230 \pm 30$ кг/м² – «чистые», т. е. легкие УТС).

Таблица 2

Характерные отличительные признаки УТС	Легкие специализированные реактивные УТС третьего поколения	Многофункциональные реактивные УТС третьего поколения
Геометрические и массовые характеристики ($S_{кр}$, $M_{пуст}$, $M_{взл}$, $M_{макс}$)	$S_{кр} = 13 \pm 1$ м ² ; $M_{пуст} = 2000 \pm 300$ кг; $M_{взл} = 2900 \pm 300$ кг.	$S_{кр} = 24 \pm 2$ м ² ; $M_{пуст} = 5100 \pm 1000$ кг; $M_{взл} = 7800 \pm 1000$ кг; $M_{макс} = 10500 \pm 1000$ кг.
Удельные параметры ЛА (G/S , P/G , \bar{C}_n , $\bar{m}_{ин}$)	$G/S = 230 \pm 30$ кг/м ² ; $P/G = 0,55 \pm 0,05$; $\bar{C}_n = 2,5 \pm 0,5$	$G/S = 320 \pm 30$ кг/м ² ; $P/G = 0,85 \pm 0,15$; $\bar{C}_n = 2,5 \pm 0,5$; $\bar{m}_{ин} = 0,45 \pm 0,1$
Высотно-скоростные ЛТХ ($V_{мин доп}$, $V_{макс}$, $H_{пр}$, V_y^*)	$V_{макс} = 850 \pm 100$ км/ч; $H_{пр} = 13000 \pm 1000$ м; $V_y^* = 50 \pm 25$ м/с.	$V_{макс} = 1200 \pm 200$ км/ч; $H_{пр} = 14500 \pm 2000$ м; $V_y^* = 135 \pm 25$ м/с.
Маневренные характеристики ($n_{y, макс}^3$, $c_{y доп}$, $r_{вир}$)	$n_{y, макс}^3 = 7,0 \pm 1,0$	$n_{y, макс}^3 = 8,0$
Технико-технологические особенности конструкции	Широкое применение композитных материалов в конструкции ЛА. Применение репрограммируемой электродистанционной системы управления ЛА. Использование бортовых тренажерных комплексов. Применение новейших систем авионики.	
Эксплуатационно-экономические особенности	Минимизация эксплуатационных расходов	Высокая автономность эксплуатации ЛА

2. Силовая установка на основе одного-двух ТРДД (ТРДДФ) нового поколения, оптимизированная по тяге в зависимости от массовых характеристик УТС для получения высокой тяговооруженности ($P/G=0,85\pm 0,15$ – многофункциональные и $P/G=0,55\pm 0,05$ – легкие УТС), определенной для нормальной взлетной массы. Значения коэффициента удельного совершенства $\bar{C}_n = P_{\text{max}}/G/G/S \cdot 10^3$ находятся в пределах $\bar{C}_n = 2,5\pm 0,5$ единиц, т. е. существенно выше уровня предыдущих поколений УТС.

3. Высотно-скоростные и маневренные характеристики легких специализированных УТС находятся на уровне лучших представителей второго поколения этих ЛА, а у многофункциональных реактивных УТС – существенно выше этого уровня ($V_{\text{max}} = 1200\pm 200$ км/ч, $H_{\text{np}} = 14500\pm 2000$ м, $V_y^* = 135\pm 25$ м/с).

4. Широкое применение в конструкции УТС передовых авиационных технологий, направленных на уменьшение эксплуатационных расходов, повышение эффективности обучения и безопасности полетов.

5. Расширение функциональных возможностей более тяжелых УТС до уровня легких боевых ЛА, что обеспечивается большим числом точек подвески (до 9) и значениями относительной массы полезной нагрузки на уровне $m_m = 0,45\pm 0,1$.

Анализ современных тенденций развития авиационной техники и авиационных технологий позволяет актуализировать основные отличительные признаки реактивных УТС третьего поколения и обосновано подойти к формированию основных тактико-технических требований к перспективным ЛА этого класса. Такая задача стоит в ближайшей перспективе и перед командованием ВС Украины, когда его амбиции как заказчика продукции нужно сопоставлять и согласовывать с реальными научно-производственными возможностями предприятий отечественной промышленности и ограниченными финансово-экономическими возможностями страны.

Таким образом, создание легких реактивных УТС третьего поколения для применения на этапах, в первую очередь, базовой, а также первоначальной летной подготовки с целью уменьшения их стоимости и повышения качества подготовки летного состава является перспективным направлением развития авиационной техники, в том числе и для Украины. Создание базовой модели УТС модульной конструкции в рамках массовых и габаритных характеристик легких самолетов этого класса при использовании аэродинамической схемы, предложенной в [1, 17], позволит, применяя в дальнейшем различные типы отечественных авиационных двигателей (ТВД, ТРДД, ТРДДФ), создать целое семейство относительно недорогих ЛА различного назначения. Это могут быть УТС базовой и первоначальной летной подготовки, оснащенные экономичным ТВД, УТС повышенной летной подготовки с ТРДД, легкий многофункциональный боевой самолет с ТРДД или ТРДДФ, в том числе и беспилотный.

Анализ современных тенденций развития авиационной техники и авиационных технологий позволяет

актуализировать основные отличительные признаки реактивных УТС третьего поколения и обосновано подойти к формированию основных тактико-технических требований к перспективным ЛА этого класса. Такая задача стоит в ближайшей перспективе и перед командованием ВС Украины, когда его амбиции как заказчика продукции нужно сопоставлять и согласовывать с реальными научно-производственными возможностями предприятий отечественной промышленности и финансово-экономическими возможностями страны.

СПИСОК ССЫЛОК

1. Нор П. И. Тенденции и перспективы развития реактивных учебно-тренировочных самолетов // Озброєння та військова техніка. 2017. № 4 (16). С. 53–64.
2. Нор П. И., Новосад Л. Ю. Реактивные учебно-тренировочные самолеты : моногр. К. : Фитон, ННПМ НАН Украины, 2012. 137 с.
3. Нор П. И. Анализ развития учебно-тренировочных самолетов с турбореактивными двигателями // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України / ХУПС. 2010. № 1 (3). С. 89–95.
4. EM-10 Bielik. URL: <http://www.airwar.ru/enc/other/bielik/html>.
5. PZL EM-10 "Bielik". URL: http://www.avia-museum/narod/rupzl_bielik.
6. Javelin AJT. www.airwar.ru/enc/other/javelinait.
7. Программа Т-Х. URL: <https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Т-Х...>
8. Учебно-боевой самолёт ATG Javelin (США). URL: <https://www.dogswar.ru/oryjei/Авиация>.
9. Первый полет самолета CP-10 [видео]. URL: <https://vpk.name>. Архив от 31.12.2015.
10. Минобороны нашло замену чешским L-39. URL: <https://vpk.name>. Архив от 24.07.2017.
11. CP-10. URL: <https://ru.m.wikipedia.org/wiki/CP-10>.
12. M-345 станет ступенькой к M-346. URL: <https://vpk.name>. Архив от 04.07.2016.
13. Группа "Леонардо" впервые продемонстрировала реактивный УТС M-345. <https://vpk.name>. Архив от 21.06.2017.
14. Aermacchi M-345. URL: <https://ru.m.wikipedia.org/wiki/M-345>.
15. BBC РФ начали испытания уникального самолета [видео]. URL: <https://vpk.name>. Архив от 30.05.2016.
16. Viper Jet. Технические характеристики. URL: <https://avia.pro/blog/viper-jet>.
17. Небесный Мачете. URL: <http://www.nt-magazine.ru/nt/node/6433>.

Рецензент А. А. Расстригин, д-р техн. наук,
старший научн. сотрудник
(Центральный научно-исследовательский институт
вооружения и военной техники Вооруженных Сил
Украины)

УДК 623.983

О. Г. ЛЕЙКО,

доктор технічних наук, професор
(Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені
Сікорського», м. Київ),

А. В. ДЕРЕПА, кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник,

І. В. АВЕРІЧЕВ, старший науковий співробітник,

О. О. КОЧАРЯН, науковий співробітник
(Центральний науково-дослідний інститут
озброєння та військової техніки Збройних Сил
України, м. Київ)

Особливості забезпечення енергетичної ефективності випромінювання гідроакустичних станцій

Виконані дослідження входних електричних опорів та їх активної та реактивної складових кругових циліндричних випромінювачів силової конструкції в складі кругових циліндричних антен з екраном при роботі антени в режимі секторного випромінювання.

Выполнены исследования входных электрических сопротивлений и их активной и реактивной составляющих круговых цилиндрических излучателей силовой конструкции в составе круговых цилиндрических антенн с экраном при работе антенны в режиме секторного излучения.

Енергетична ефективність трактів випромінювання гідроакустичних станцій (ГАС) залежить від багатьох факторів. У фізичному відношенні вона визначається, по-перше, можливостями максимальної передачі електричної енергії від генераторних пристроїв ГАС до випромінювачів її гідроакустичної антени і, по-друге, ефективністю перетворення випромінювачами електричної енергії в акустичну. Ситуація суттєво ускладнюється тим, що п'єзокерамічні випромінювачі, що на сьогодні є основними елементами гідроакустичних антен різного призначення, об'єднують у собі дві зв'язані між собою частини: електричну та механічну. Електрична частина являє собою конденсатор, характеристики електричного поля якого є сталими і значною мірою визначаються електрофізичними параметрами п'єзокераміки. Механічна частина побудована з використанням ефекту електрострикції. Тому вона обумовлює динамічну частину електричного поля, яка визначається параметрами п'єзокераміки, типом механічної коливальної системи випромінювача, характером його радіаційного навантаження. Останнє, у свою чергу, залежить від структури побудови гідроакустичної антени, її геометрії, режимів збудження випромінювачів в антені. Саме названі фактори обумовлюють суттєві зміни параметрів електричних полів випромінювачів у гідроакустичних антенах різного типу, що, по-перше значно ускладнює задачу узгодження по енергетиці генераторів з випромінювачами і, по-друге, змушує для кожної антени заново визначати параметри електричних полів її випромінювачів при будь-якій зміні параметрів самої антени або її елементів. На сьогоднішній день задача енергетичного узгодження елементів трактів випромінювання з метою збільшення їх ефективності ускладнюється ще й тим, що розрахункові методи визначення характеристик електричних полів з урахуванням зв'язаності електричних, механічних та акустичних полів випромінювачів при перетворенні ними енергії та зв'язаності акустичних полів випромінювачів в антенах, обумовленій багатократним перевідбиттям в антені випромінених звукових хвиль, тільки починають розвиватись [1–7].

Метою даної статті є дослідження входних електричних опорів та їх активної та реактивної складових кругових циліндричних випромінювачів силової конструкції в складі кругових циліндричних антен з екраном при зміні складу застосованої у випромінювачах п'єзокераміки при роботі антени в режимі секторного випромінювання.

Визначимо електричні поля випромінювачів, що утворюють кругову циліндричну систему з акустично м'яким екраном у внутрішній порожнині системи. Система, нормальний переріз якої зображено на рис. 1, складається з N паралельних кругових циліндричних випромінювачів I і акустично м'якого екрана 2.

Випромінювачі із середнім радіусом r_{0s} і товщиною h_s ($S = 1, \dots, N$) утворені з M_s електрично паралельно включених п'єзокерамічних призм з окружною поляризацією, жорстко склеєних між собою. До електродів призм підводиться електрична напруга, яка гармонійно змінюється в часі $\psi_s = \psi_{0s} \bar{a}^{-i\omega t}$ із частотою ω (i – уявна

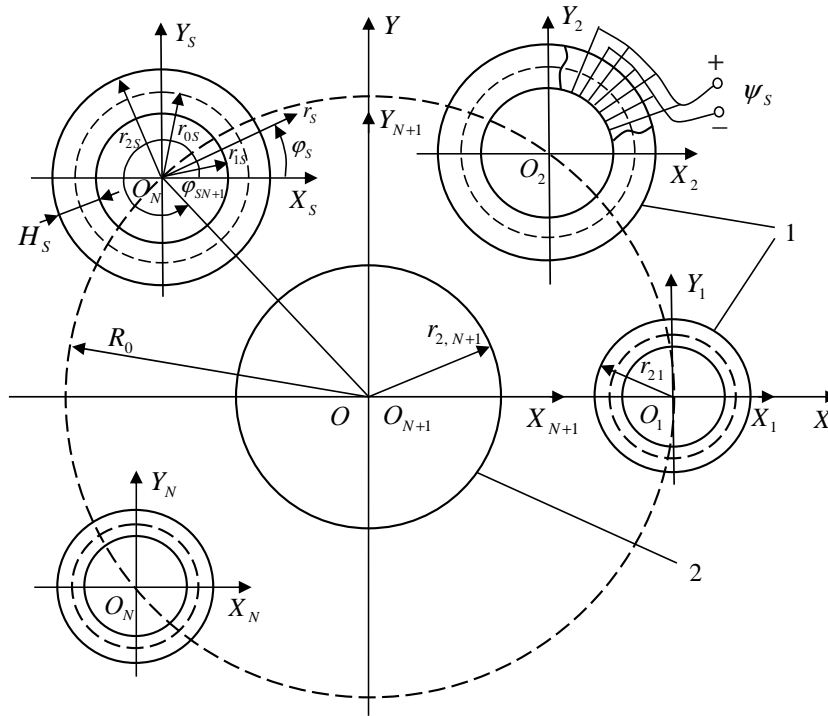


Рис. 1. Нормальний переріз циліндричної системи випромінювачів з екраном

одиниця). Внутрішня порожнина конструкції випромінювачів заповнена середовищем з густиною ρ і швидкістю звуку c . Введені для рішення задачі системи координат показані на рис. 1.

Електричні поля п'єзокерамічних випромінювачів кругової циліндричної системи з екраном можуть бути визначені шляхом спільного рішення системи диференціальних рівнянь:

рівнянь вимушеної електростатики для п'єзокераміки

$$\vec{E}_s = -\text{grad}\psi_s; \text{div}\vec{D}_s = 0; S=1, \dots, N;$$

рівнянь руху тонких п'єзокерамічних оболонок з окружною поляризацією в переміщеннях

$$(1 + \beta_s) \frac{\partial^2 u_s}{\partial \varphi_s^2} + \frac{\partial w_s}{\partial \varphi_s} - \beta_s \frac{\partial^3 w_s}{\partial \varphi_s^3} = a_s \gamma_s \frac{\partial^2 u_s}{\partial t^2},$$

$$-\frac{\partial u_s}{\partial \varphi_s} + \beta_s \left(\frac{\partial^3 u_s}{\partial \varphi_s^3} - \frac{\partial^4 w_s}{\partial \varphi_s^4} \right) - w_s + \frac{\epsilon_{3s} r_{\theta}}{C_{3s}^E} E_{\varphi_s} + \frac{a_s}{h_s} q_{r,s} = a_s \gamma_s \frac{\partial^2 w_s}{\partial t^2};$$

$$S=1, \dots, N;$$

рівняння Гельмгольца, що описує рух пружних середовищ усередині та зовні випромінювачів системи та зовні її екрана

$$\Delta \Phi_{is} + k_{is}^2 \Phi_{is} = 0; S=1, \dots, N;$$

де \vec{E}_s і \vec{D}_s – вектори напруженості та індукції електричного поля S -го випромінювача, Δ – оператор Лапласа; Φ_{is} – потенціал швидкості S -го випромінювача

всередині його $\Phi_{is} = \Phi_{1s}$ та зовні $\Phi_{is} = \Phi_s$, k_{is} – хвильові числа середовищ всередині ($k_s = k_{1s}$) та зовні ($k_s = k$) S -го випромінювача, u_s та w_s – окружна та радіальна складові вектора зміщень точок серединної поверхні п'єзокерамічної оболонки S -го випромінювача, $\beta_s = h_s^2 / 12r_{0s}^2 (1 + e_{33s}^2 / C_{33s}^E \epsilon_{33s}^0)$; $a_s = r_{0s}^2 / C_{33s}^E$; C_{33s}^E – модуль пружності при нульовій електричній напруженості, q_{rs} – зовнішнє навантаження S -го випромінювача; ϵ_{33s}^0 – діелектрична проникність при нульовій деформації, e_{3s} – п'єзоконстанта оболонки, γ_s – густина матеріалу оболонки S -го перетворювача.

Акустичні граничні умови включають умови Зомерфельда, умови відсутності особливостей у внутрішніх областях усіх випромінювачів системи та умова на поверхні екрана $r_{2,N+1}$ у вигляді

$$\Phi(r_{N+1}, \varphi_{N+1}) = 0; 0 \leq \varphi_{N+1} \leq 2\pi; r_{N+1} = r_{0,N+1}, \quad (2)$$

де $\Phi(r_{N+1}, \varphi_{N+1})$ – повне акустичне поле кругової циліндричної системи з екраном в навоколишньому просторі, виражене в локальних координатах екрана.

Електричні граничні умови включають:

задання напруженості електричного поля в п'єзокерамічній оболонці кожного із $S = 1, \dots, N$ випромінювачів системи у вигляді

$$E_{\varphi_s} = -\psi_{0s} M_s / 2\pi r_{0s}; \quad (3)$$

визначення у відповідності до [1–3] радіальної $D_{rs}^{(j)}$, осьової $D_{zs}^{(j)}$ та окружної $D_{\varphi_s}^{(j)}$ складових електричної індукції для j -ї призми в циліндричній п'єзокерамічній оболонці S -го випромінювача з окружною поляризацією виразами:

$$D_{r_s}^{(j)} = 0, D_{z_s}^{(j)} = 0, D_{\varphi_s}^{(j)} = \varepsilon_{33s}^{(j)} E_{\varphi_s}^{(j)} + e_{31s}^{(j)} (\varepsilon_{r_s}^{(j)} + \varepsilon_{z_s}^{(j)}) + e_{33s}^{(j)} e_{\varphi_s}^{(j)}, \quad (4)$$

де $\varepsilon_{r_s}^{(j)} = \partial w_s / \partial r_s$; $\varepsilon_{z_s}^{(j)} = 0$; $\varepsilon_{\varphi_s}^{(j)} = (1/r_s) \partial u_s / \partial \varphi_s + w_s / r_s$; $e_{31s}^{(j)}$ – пезокоefficient; $j = 1, \dots, M_s$; $S = 1, \dots, N$.

Вивід розрахункових співвідношень. Розіб'ємо всю багатозв'язану область існування фізичних полів кругової системи з екраном на ряд часткових областей (див. рис. 1). У цьому випадку для забезпечення повноти систему вихідних співвідношень необхідно доповнити кінематичними та динамічними умовами зв'язування полів на границях розділу часткових областей:

$$-\frac{\partial \Phi_{1s}}{\partial r_s} = \frac{\partial w_s}{\partial t}, \quad r_s = r_{1s} = r_{0s} - \frac{h_s}{2}, \quad 0 \leq |\varphi_s| \leq \pi,$$

$$-\frac{\partial \Phi(r_s, \varphi_s)}{\partial r_s} = \frac{\partial w_s}{\partial t}, \quad r_s = r_{2s} = r_{0s} + \frac{h_s}{2}, \quad 0 \leq |\varphi_s| \leq \pi, \quad (5)$$

$$:\left(\frac{\rho \partial \Phi}{\partial t} - \frac{S_q \partial \Phi_{1s}}{\partial t} \right), \quad r = r_{0s}, \quad S = 1, \dots, N, \quad 0 \leq |\varphi_s| \leq \pi.$$

де $\Phi = \sum_{S=1}^{N+1} \Phi_S$ – потенціал швидкості повного акустичного поля, виражений в локальних координатах S -го випромінювача.

Представимо механічні u_s і w_s , акустичні Φ_s і Φ_{1s} поля всіх випромінювачів $S = 1, \dots, N$ та екрана $S=N+1$ кругової системи у вигляді розкладень по кутових і хвильових функціях кругового циліндра:

$$u_s = \sum_n u_n^{(S)} e^{in\varphi_s}; \quad w_s = \sum_n w_n^{(S)} e^{in\varphi_s}, \quad S = 1, \dots, N; \quad (6)$$

$$\Phi_s = \sum_n A_n^{(S)} H_n^{(1)}(k r_s) e^{in\varphi_s}, \quad S = 1, \dots, N+1;$$

$$\Phi_{1s} = \sum_n B_n^{(S)} J_n(k_s r_s) e^{in\varphi_s}, \quad S = 1, \dots, N. \quad (7)$$

У співвідношеннях (7) використані традиційні позначення циліндричних функцій. Невідомі коефіцієнти $u_n^{(S)}$, $w_n^{(S)}$, $A_n^{(S)}$, $B_n^{(S)}$, що входять до них, визначаються з функціональних рівнянь (1), граничних умов (2) і умов зв'язування полів (5). Необхідне для цього перенесення систем координат здійснюється на основі теорем складення для циліндричних хвильових функцій [8]:

$$H_m^{(1)}(k r_q) e^{im\varphi_q} = \sum_n J_n(k r_s) H_{m-n}^{(1)}(k r_s) e^{i(m-n)\varphi_s} e^{in\varphi_s}, \quad (8)$$

де r_{qs} і φ_{qs} – полярні координати початку координатної системи O_s у координатах q -ї системи.

Алгебраїзація системи функціональних рівнянь (1), (2), (5) з використанням співвідношень (3), (6) – (8) і властивостей повноти та ортогональності систем кутових функцій на інтервалі $[0, 2\pi]$ дозволяє одержати для визначення невідомих коефіцієнтів розкладень (6) і (7) нескінченну систему лінійних алгебраїчних рівнянь виду, наведеного в [9].

Оскільки з фізичних міркувань (див. рис. 1) ясно, що наявність в системі скінченного числа випромінювачів і акустичного екрана порушує радіальну симетрію їх навантаження акустичним полем при збереженні такої симетрії при навантаженні випромінювачів електричним

полем, кутові розподіли коливань по поверхні п'єзокерамічних оболонок випромінювачів системи будуть неоднорідними. Наслідком такої неоднорідності є відповідна прив'язка величини електричного току, що збуджує різні призми оболонок випромінювачів, до кутового розподілу цих призм у випромінювачах системи.

У зв'язку з цим вираз $I_S = S_{el}^{(S)} \sum_{j=1}^{M_s} \frac{\partial D_{\varphi_s}^{(j)}}{\partial t}$, де $S_{el}^{(S)}$ – площа електрода п'єзокерамічної призми S -го випромінювача для електричного току I_S , який протікає в колі збудження S -го випромінювача системи, після ряду перетворень, аналогічних наведеним у роботі [9], з врахуванням співвідношень (3), (4), (6), може бути приведений до виду

$$I_S = -\omega S_{el}^{(S)} \left\{ -\varepsilon_{33s}^0 \frac{\psi_{0s} M_s^2}{2\pi r_{0s}} + \frac{e_{33s}}{r_{0s}} \sum_{j=1}^{M_s} \left[\sum_n i n u_{ns} e^{in \frac{2\pi j}{M_s}} + \sum_n w_{ns} e^{in \frac{2\pi j}{M_s}} \right] \right\}.$$

Вхідні електричні опори випромінювачів системи $Z_S = R_S + iX_S$ визначаються за законом Ома.

Результати досліджень. Застосуємо одержані співвідношення для кількісної оцінки частотних характеристик параметрів електричного поля випромінювачів системи, що розглядається, при її роботі в режимі секторного випромінювання та виконанні випромінювачів у вигляді вакуумованих конструкцій.

При розрахунках приймалися такі значення параметрів випромінювачів, системи та середовищ:

п'єзокераміка складів ЦТБС-3, ЦТС-19, ТБК-3 [10]; середній радіус п'єзокерамічної оболонки $r_0 = 0,068$ м при товщині стінки $h_0 = 0,008$ м;

кількість призм $M_s = 48$; кількість ідентичних випромінювачів в системі $N=3$ при розміщенні їх в секторі $\pm 60^\circ$;

зовнішній радіус екрана $r_{N+1} = 0,072$ м; напруга збудження $\psi_0 = 200$ В для всіх S ;

зовнішній простір випромінювачів заповнений водою ($c = 1500$ м/с, $\rho = 1000$ кг/м³).

Результати розрахунків показані на рис. 2–4.

Аналіз частотних залежностей вхідних електричних опорів випромінювачів при секторному випромінюванні кругової антени з екраном (рис. 2–4) свідчить про їх суттєві зміни при зміні складів п'єзокераміки. Ці зміни стосуються не тільки значень амплітуд опорів, але й характеру їх поведінки в різних діапазонах частот, особливо активної складової опорів. При цьому в останньому випадку суттєвого значення набуває і місце розміщення випромінювача в секторі випромінювання. Зокрема, в низькочастотній області для п'єзокераміки ЦТС-19 і ТБК-3 (рис. 3, 4) від'ємні значення активних вхідних опорів мають більші величини, ніж для п'єзокераміки ЦТБС-3 (рис. 2). У резонансній області при всіх складах п'єзокераміки випромінювачі мають позитивний активний електричний вхідний опір. Реактивний опір для випромінювачів зі складом п'єзокераміки системи ЦТС набуває в цій області індуктивний характер, а при заміні її на п'єзокераміку системи ТБК стає більш складним: в одній частотній області є індуктивним, в іншій – ємнісним (рис. 4).

Значні зміни набуває активний вхідний опір випромінювачів у залежності від складу п'єзокераміки у

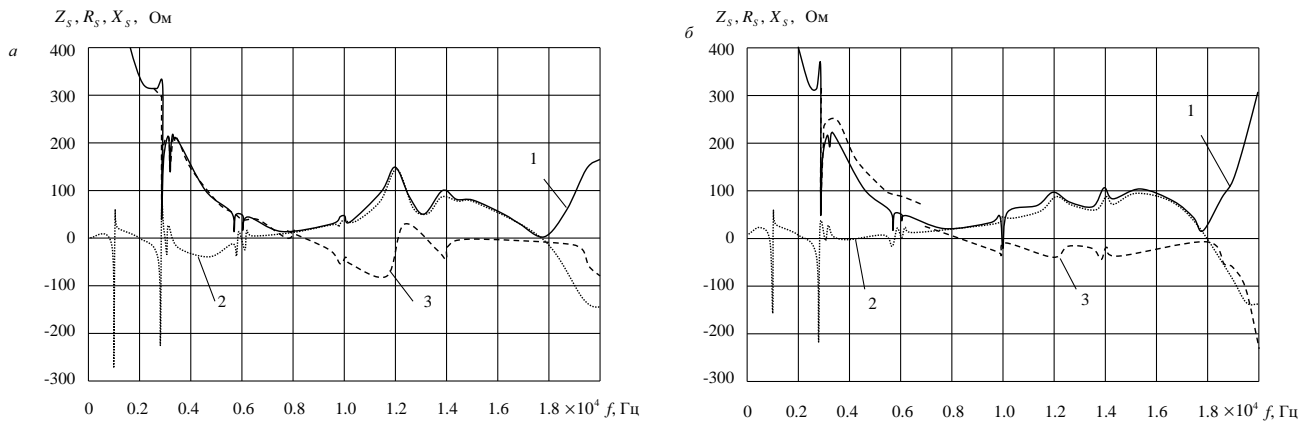


Рис. 2. Частотні залежності повного вхідного електричного опору, його активної та реактивної складових центрального $S=2$ (а) та крайніх $S=1, 3$ (б) випромінювачів із п'єзокераміки ЦТБС-3 у складі кругової антени з екраном при секторному випромінюванні:
 1 – модуль повного опору; 2 – дійсна частина опору; 3 – уявна частина опору

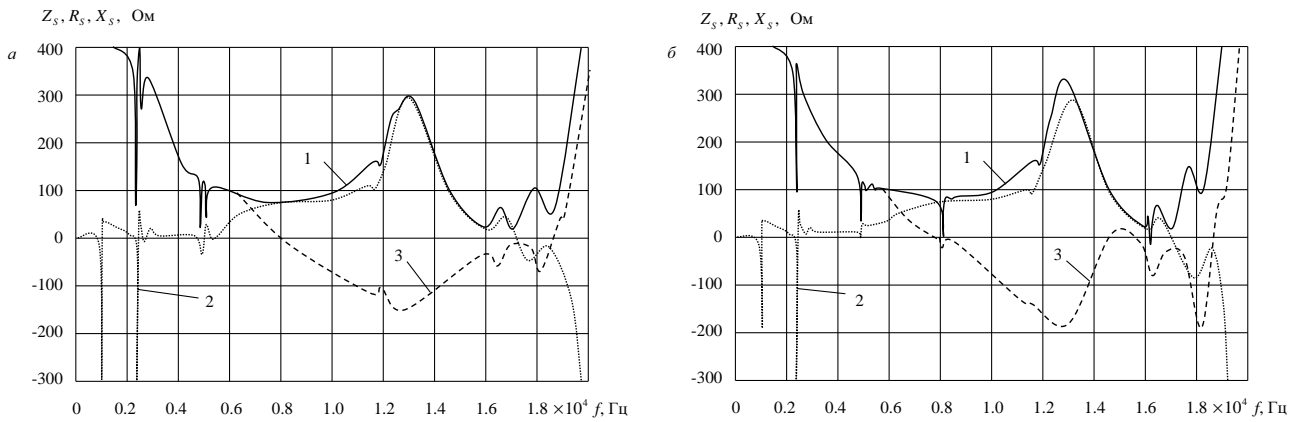


Рис. 3. Частотні залежності повного вхідного електричного опору, його активної та реактивної складових центрального $S=2$ (а) та крайніх $S=1, 3$ (б) випромінювачів із п'єзокераміки ЦТБС-19 у складі кругової антени з екраном при секторному випромінюванні:
 1 – модуль повного опору; 2 – дійсна частина опору; 3 – уявна частина опору

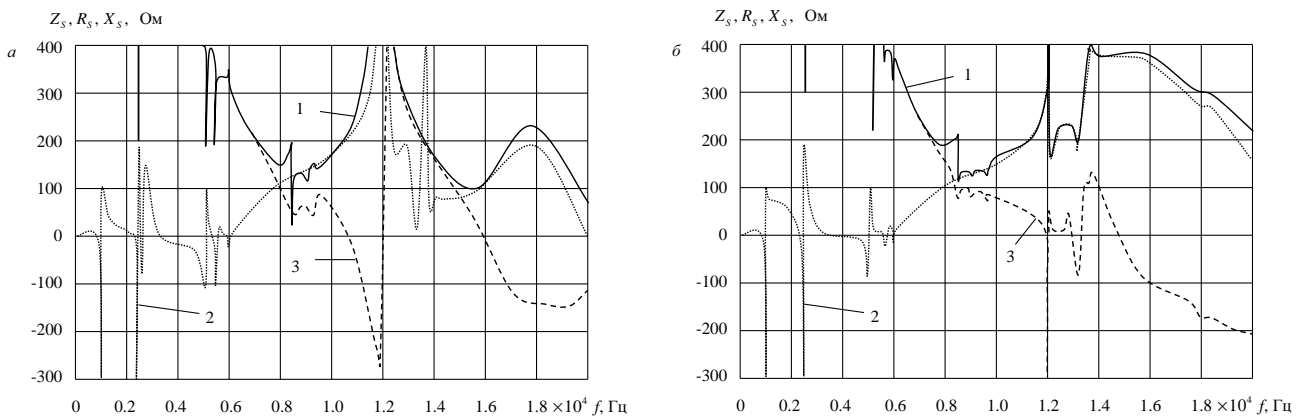


Рис. 4. Частотні залежності повного вхідного електричного опору, його активної та реактивної складових центрального $S=2$ (а) та крайніх $S=1, 3$ (б) випромінювачів із п'єзокераміки ТБК-3 у складі кругової антени з екраном при секторному випромінюванні:
 1 – модуль повного опору; 2 – дійсна частина опору; 3 – уявна частина опору

високочастотній області. Так, якщо для п'єзокераміки ЦТБС-3 (рис. 2) та ТБК-3 (рис. 4) він є позитивним і не змінює свого характеру, то для п'єзокераміки ЦТС-19 він, навпаки, набуває від'ємних значень, що змінюються при зміні місця розташування випромінювача в секторі випромінювання антени.

Звертає на себе увагу поява ряду цікавих ефектів, що, на перший погляд, можуть здатись парадоксальними, але, з іншого боку, суттєво ускладнюють практичну реалізацію задачі енергетичного узгодження генераторів з випромінювачами антен. У цілому ж ці ефекти можуть негативно вплинути на енергетичну ефективність випромінюючих трактів.

Дійсно, при аналізі кривих на рис. 2–4 видно, що на окремих частотах і навіть в діапазонах частот вхідні активні опори випромінювачів з різними складами п'єзокераміки перетворюються на нуль або приймають навіть від'ємні значення. Фізично це свідчить про таке. У тих випадках, коли $R_s < 0$, відповідні випромінювачі антени не споживають електричну енергію від своїх генераторів збудження, а, навпаки, віддають їм цю енергію. Таким чином, вони перетворюються в цих діапазонах частот із споживачів електричної енергії в її виробників. Для цього вони поглинають акустичну енергію з акустичного поля, створюваного досліджуваною антеною в навколишньому середовищі, і завдяки зв'язаності електричного, механічного та акустичного полів перетворюють її зворотним чином в електричну енергію. Фізичний механізм і умови перетворень досліджені в роботах [1–3].

Відомо, що максимальна енергетична ефективність трактів випромінювання має місце тоді, коли компенсована реактивна складова електричного опору випромінювача і збуджуючий генератор працює тільки на активний вхідний опір свого випромінювача. Аналіз графіків на рис. 2–4 показує, що складність виконання цієї задачі значною мірою залежить і від складу п'єзокераміки, з якої утворені випромінювачі досліджуваної антени. Найбільш простою технічною реалізацією задачі компенсації реактивного вхідного опору випромінювачів виглядає при застосуванні п'єзокераміки складу ЦТБС-3 (рис. 2).

Проведений аналіз дозволяє встановити, що вибором складу застосованої п'єзокераміки можна керувати характеристиками електричних полів випромінювачів досліджуваних антен.

Висновок. У літературі відсутні дані для розрахункового забезпечення рішення задачі енергетичного узгодження збуджуючих генераторів і випромінювачів гідроакустичних антен у трактах випромінювання ГАС.

Строгим методом зв'язаних полів у багатозв'язаних областях одержані розрахункові співвідношення для кількісної оцінки параметрів електричних полів циліндричних п'єзокерамічних випромінювачів з окружною поляризацією при їх роботі в складі кругових антен з екраном.

Аналіз частотних властивостей вхідних електричних опорів досліджуваних антен дозволив встановити, що при певних умовах на окремих частотах або частотних діапазонах окремі випромінювачі кругової антени з екраном можуть переходити із режимів відбору

електричної енергії з генераторів трактів випромінювання ГАС в режим повернення її в ці пристрої завдяки поглинанню енергії акустичного поля із зовнішнього середовища антени, та визначити ці умови.

Встановлені ефекти можуть негативно вплинути на енергетичну ефективність трактів випромінювання ГАС з круговими гідроакустичними антенами з екраном і суттєво утруднити узгодження її випромінювачів із збуджуючими їх генераторами.

Показано, що одним із можливих інструментів керування цим процесом є вибір складу п'єзокераміки, застосованої у випромінювачах антени.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Гусак З. Т., Лейко А. Г. О частотных характеристиках электрических полей цилиндрической пьезокерамической антенны с экраном в виде незамкнутого кольцевого слоя // Журнал нано- та електронної фізики. 2016. Т. 8, № 1. С. 01029 (бсс).
2. Нижник А. И., Лейко А. Г. Частотные характеристики электрических полей цилиндрических пьезокерамических излучателей в составе плоских систем // Журнал нано- та електронної фізики. 2016. Т. 8, № 4. С. 04012 (бсс).
3. Лейко А. Г., Старовойт Я. И. Частотные свойства электрических полей цилиндрической системы пьезокерамических излучателей экраном во внутренней полости // Журнал нано- та електронної фізики. 2016. Т. 8, № 4. С. 04018 (бсс).
4. Oishi T., Aronov B. S., Brown D. A. Broadband multi-mode baffled piezoelectric cylindrical shell transducers // J. Acoust. Soc. Am. 121 (6), 2007. P. 3465–3471.
5. Vovk I. V. Nontraditional method of resonant frequency control of low-frequency underwater acoustic transducers // Proc. of the European conference on Underwater Acoustics. Luxembourg, 14–18 sept. 1992. P. 631–634.
6. Vovk I. V., Grinchenko V. T., Oliunik V. N. On the method of construction of directed low-frequency hydroacoustic radiator // Proceedings of the 2 European conference on Underwater Acoustics. Lyngbu, Denmark, 4–9 July 1994. P. 573–578.
7. Vovk I. V., Oliunik V. N. Sound radiation by cylindrical piezoelastic shell with asymmetric insertion // JASA. 1996. V. 99, N 1. P. 133–138.
8. Иванов Е. А. Дифракция электромагнитных волн на двух телах. Минск : Наука и техника, 1968. 584 с.
9. Лейко А. Г., Старовойт Я. И. Физические поля круговых цилиндрических гидроакустических антенн с экраном и цилиндрическими пьезокерамическими излучателями // Электроника и связь. 2016. Т. 20, № 8. С. 94–100.
10. Дідковський В. С., Лейко О. Г., Савін В. Г. Електроакустичні п'єзокерамічні перетворювачі (розрахунок, проектування, конструювання). Кіровоград : Імекс-ЛТД, 2006. 448 с.

Рецензент О. В. Коржик, д-р техн. наук, проф.
(Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Сікорського»)

УДК 623.746.4-519

А. С. ДОВГОПОЛИЙ,

доктор технічних наук, професор
(Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ),

С. О. ПОНОМАРЕНКО, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник

(Державний науково-дослідний інститут авіації),

В. В. ТВЕРДОХЛІБОВ, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,

О. О. БІЛОБОРОДОВ, кандидат технічних наук
(Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ)

Удосконалення систем супутникової навігації озброєння та військової техніки в умовах впливу навмисних завад

Розглянуто початок нового етапу розвитку засобів протидії супутниковим навігаційним системам у військовій сфері, обґрунтовується необхідність застосування для об'єктів військового призначення лише комплексованих навігаційних систем, надано рекомендації щодо розробки зазначених систем.

Ключові слова: навігаційна система, комплексування навігаційних систем, засоби радіоелектронної боротьби.

Рассмотрено начало нового этапа развития средств противодействия спутниковым навигационным системам в военной сфере, обосновывается необходимость применения для объектов военного назначения только комплексированных навигационных систем, даны рекомендации по разработке комплексированных интегрированных навигационных систем.

Ключевые слова: навигационная система, комплексирование навигационных систем, средства радиоэлектронной борьбы.

Ефективність функціонування рухомих об'єктів суттєво залежить від точності і достовірності навігаційних параметрів (координат, швидкості), що використовуються його системою управління. На сьогоднішній день існує велика кількість навігаційної апаратури різного призначення, точності і вартості, але тенденцією останніх десятиліть стало широке використання апаратури супутникових навігаційних систем (СНС) [1], що можуть забезпечувати систему управління рухомих об'єктів високоточними навігаційними даними за помірну вартість.

Однак усі радіотехнічні системи, у тому числі й СНС, мають низьку захищеність від організованого радіоелектронного впливу і можуть бути виведені з ладу засобами радіоелектронної боротьби. Тому СНС не можуть розглядатись як основне джерело навігаційної інформації для систем управління рухомих об'єктів військового призначення, а підвищення рівня радіоелектронного захисту таких систем управління є актуальною науково-технічною задачею. У зв'язку з цим гострою проблемою сьогодення є створення завадозахищених систем навігації для рухомих об'єктів військового призначення, що можуть забезпечувати їхнє ефективне функціонування в умовах радіоелектронної протидії.

Основним напрямом створення навігаційних систем рухомих об'єктів, що компенсують недоліки, притаманні супутниковим навігаційним системам, є створення комбінованих навігаційних систем, в яких супутникові навігаційні системи комплексуються з інерціальними навігаційними системами (ІНС) [2–7].

Метою статті є актуалізація безпеки використання некомплексованих супутникових навігаційних систем для військових рухомих об'єктів у зв'язку з початком широкомасштабного практичного використання засобів протидії системам супутникової навігації та розроблення рекомендацій щодо створення комплексованих навігаційних систем для військового застосування.

Завдання дослідження:

проаналізувати принципи роботи, сфери застосування супутникових навігаційних систем, у тому числі для військових рухомих об'єктів;

оцінити стан розвитку засобів постановки завад супутниковим навігаційним системам;

визначити напрями підвищення завадозахищеності навігаційних систем для рухомих об'єктів військового призначення;

розробити рекомендації щодо розробки комплексної інтегрованої навігаційної системи СНС+ІНС для роботи в умовах завад від комплексів радіоелектронної боротьби (РЕБ) противника.

1. Супутникові навігаційні системи. Сфера застосування. Супутникова навігаційна система – це комплекс інформаційно-технічних систем, який включає сукупність наземного і космічного обладнання, що призначене для визначення навігаційних параметрів (координати, швидкість та напрямок руху). Структура будь-якої СНС включає космічну підсистему (угруповання навігаційних супутників на кругових орбітах висотою 19–21 тис. км з доповненням на геостационарних орбітах, що є джерелом навігаційного сигналу), наземну

підсистему (мережа наземних контрольно-коригуючих станцій і головного центру управління для прийому і обробки сигналів навігаційних супутників, обчислення різноманітних похибок та передачі їх споживачам), а також апаратуру користувачів (приймачі навігаційних сигналів на рухомих об'єктах для обчислення навігаційних параметрів).

Принцип роботи СНС полягає у вимірюванні відстаней від приймальної антени на об'єкті, координати якого визначаються, до супутників, координати яких відомі з високою точністю. Таблиця координат усіх супутників називається альманахом, який зберігається в супутниковому приймачеві до початку вимірювань та поновлюється в ході сеансів навігаційних визначень. Обчислюючи псевдовідстані до чотирьох супутників, здійснюють синхронізацію шкали часу та за допомогою геометричних розрахунків розраховують просторове положення об'єкта (широту, довготу і висоту) [8, 9].

Метод вимірювання відстані від супутника до антени приймача полягає в тому, що швидкість поширення радіохвиль вважають відомою. Для вимірювання часу поширення радіосигналу кожен супутник СНС випромінює сигнали точного часу, використовуючи синхронізований із системним часом атомний годинник. При роботі супутникового приймача його годинник синхронізується із системним часом, і при прийомі сигналів обраховується часова затримка між часом випромінювання, що є в самому сигналі, та часом приймання сигналу. При наявності цієї інформації в навігаційному приймачі розраховуються координати антени. А швидкість, курс і пройдена відстань розраховують на основі часу переміщення об'єкта між точками з визначеними координатами [9].

У світі повністю або частково функціонують чотири глобальні супутникові системи навігації: GPS (США), ГЛОНАСС (РФ), Galileo (ЄС) та COMPASS (КНР), а також дві регіональні системи: IRNSS (Індія) та QZSS (Японія). Створення таких систем є високовартісними проектами (вартість глобальної європейської навігаційної системи Galileo, за оцінками Європейської Комісії, становить 6,45 млрд. дол. США [10], а регіональної індійської навігаційної системи IRNSS – перевищує 230 млн. дол. США [11]). Незважаючи на подібність і високу вартість супутникових навігаційних систем продовжується інвестування значних коштів у їх удосконалення. Основне пояснення цих витрат полягає у прагненні країн-власників до незалежності у сфері навігаційного забезпечення своїх рухомих об'єктів [12], а також в економічній ефективності ринку навігаційної апаратури.

Спектр застосування СНС досить широкий: військова сфера, наземна, морська та повітряна навігація, служба порятунку, геодезія і картографія тощо.

Застосування СНС у військовій сфері набуло найбільшого поширення в 1995–2000 роках. Практично СНС стали використовуватись від індивідуального комплексу військовослужбовця до окремого зразка ОВТ (наземні об'єкти, морські та повітряні). Створення високоточної зброї у великій мірі залежало як від

радіоканалів управління та систем самонаведення, так і від СНС.

Початок практичного масштабного використання СНС GPS у високоточній зброї відноситься до періоду завершення війни в колишній Югославії. У модернізованих крилатих ракетах BGM-109 Tomahawk і AGM-86, як і в інших зразках керованої зброї, використана інерціальна навігаційна система, що доповнена СНС GPS. По Югославії в 1999 році було випущено сотні таких ракет [13, 14].

2. Системи радіоелектронної боротьби з СНС. Розробка і прийняття на озброєння багатьох держав світу високоточної зброї привели до бурхливого розвитку засобів радіоелектронної боротьби з нею. Важливу роль у цих засобах належить протидії супутниковим системам розвідки і навігації [19].

Системи радіоелектронної боротьби включають: засоби радіоелектронної розвідки, що перехоплюють сигнали з каналів зв'язку, працюючих РЛС, станцій радіозавод та інших радіоелектронних засобів, включаючи й сигнали СНС;

засоби радіоелектронної протидії, що використовують електромагнітний спектр завод, створюючи спрямовану дію на апаратуру противника в різних частотних діапазонах.

Принцип РЕБ з СНС полягає в тому, що відома несуча частота сигналів супутників та так званий альманах сигналів, крім того системи радіоелектронної розвідки уточнюють реальний сигнал кожного супутника, після чого системи протидії формують необхідні сигнали активних завод. Ці сигнали дають ефект або “глушника”, або ефект внесення систематичних похибок СНС, який називають “спуфінгом”.

У залежності від виду сигналу заводи та властивостей діаграми спрямованості антени станції РЕБ, яка протидіє СНС, станції умовно розподіляються на два класи: загороджувальні за напрямком та прицільні. У свою чергу, комплекси РЕБ, які можуть бути об'єднані в станції подавлення, також можна визначити як комплекси загороджувального або прицільного подавлення [19].

Однією з головних властивостей першого способу подавлення є те, що не потрібні апріорні знання про місце розташування об'єкта подавлення. Випромінювання завод здійснюється в зони, розмір і положення яких забезпечують надійний захист об'єкта прикриття. Ця обставина спрощує комплекс подавлення, але, з іншого боку, створює труднощі для роботи своїх засобів з приймачами СНС, що функціонують у зоні прикриття.

Суть способу прицільного подавлення СНС військових об'єктів полягає у визначенні місця знаходження об'єкта подавлення і цілевказання засобам подавлення, що вмикаються вибірково і працюють у вузькому секторі простору. Такий спосіб подавлення знижує ймовірність впливу заводи на свої засоби навігації.

Для постановки завод існуючим супутниковим навігаційним системам на озброєння багатьох країн світу прийняті відповідні засоби радіоелектронної боротьби (РЕБ), такі як Р-330М1П “Діабазол”, “Шиповник-Аэро”, 1РЛ257 “Красуха-4” (РФ), Eagle 108, VME



Рис. 1

Terminator H2 (США), ЕКС 274 (Франція), “Оптіма-3.2” (Республіка Білорусь), розробляються СЕС/Н1 “Хмара”, “Анклав”, “Буковель-AD” (Україна) та ін. Такі засоби радіоелектронної протидії дозволяють формувати загороджувальні і прицільні інтелектуальні завади на дистанції до 300 км [16].

Відповідно до інформації в [17] у 2003 році в Іраку використовувались ракети Tomahawk та бомби із системами керування на основі датчиків СНС GPS. У перші дні конфлікту Ірак застосував звичайні загороджувальні системи РЕБ російського виробництва, що призвело до низької ефективності використання високоточної зброї (ВТЗ). Тільки після “килимових” бомбардувань та знищення загороджувальних систем РЕБ ВТЗ використовувалась ефективно.

Останніми роками в пресі з’явилась інформація про значно масштабніші застосування засобів протидії супутниковим навігаційним системам. Так, за заявою австрійського видання «Der Standard» у черві 2017 року в акваторії Чорного моря збройними силами РФ була реалізована масштабна дезорганізація американської системи глобального позиціонування (GPS) методом так званого “спуфінгу”, тобто пересилання на приймачі GPS хибного сигналу, що за своїми характеристиками подібний до справжнього сигналу GPS, але з невірними параметрами місцеположення. Це призвело до того, що кораблі США виявили похибки (більше 30 км) у показав

своїх супутникових навігаційних систем [18]. Цей факт може означати, що на сьогодні РФ створені і знаходяться на етапі випробувань системи радіоелектронної протидії нового покоління, що здатні створювати інтелектуальні завади супутниковим навігаційним системам і системам зв’язку рухомих об’єктів військового призначення на дистанціях більше 300 км. Наявність таких засобів означає початок нового етапу розвитку засобів широкомасштабної радіоелектронної протидії у військовій сфері [16].

Таким чином, засоби РЕБ з СНС та каналами приймання сигналів у різних діапазонах частот унеможливають виконання завдань ураження чи розвідки об’єктів противника при загороджувальному методі організації РЕБ, а у випадку використання прицільного методу РЕБ при наявності координат місця знаходження зразка військової техніки можливо дезорганізувати його старт. Тому використання СНС повинно бути виваженим з урахуванням реальних можливостей РЕБ противника.

3. Підвищення заводозахищеності СНС рухомих об’єктів військового призначення. Слабка заводостійкість СНС до впливу станцій РЕБ спонукала до використання комплексованих СНС з ІНС (платформених та безплатформених). У такій комплексованій системі використовується інформація СНС для компенсації накопичених похибок кутової орієнтації та координат

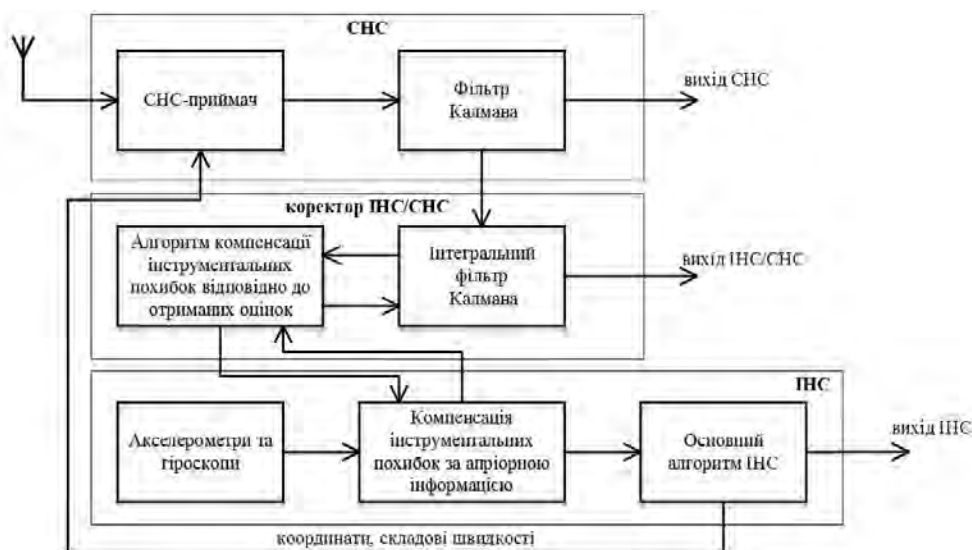


Рис. 2



Рис. 3

ІНС. В умовах завад від станції РЕБ ІНС повинна забезпечувати інформацією системи керування зброєю з прийнятними похибками.

Варіанти комплексування систем, що відрізняються глибиною інтеграції СНС та ІНС, такі [4; 10; 19]:

- роздільна схема;
- слабозв'язана схема;
- жорсткозв'язана схема;
- глибокоінтегрована схема.

На рис. 1 наведена роздільна схема інтеграції СНС та ІНС.

У такій системі використовуються наявні СНС та ІНС, зміни наявних систем мінімальні. Принцип роботи такої системи полягає в періодичному перезапуску алгоритму ІНС з новими значеннями координат і швидкості, що надходять від СНС.

На рис. 2 показана слабозв'язана схема комплексованої системи.

ІНС та СНС у слабозв'язаній схемі функціонують незалежно, а новий блок ІНС/СНС корегує дані за інформацією від СНС за допомогою інтегрального фільтра Калмана. Як і в роздільній схемі СНС, ІНС і блок коректора мають вид закінчених блоків, між якими є інформаційні канали обміну.

Структура жорстко зв'язаної схеми зображена на рис. 3.

У жорстко зв'язаній схемі комплексованої системи роль ІНС полягає лише у визначенні параметрів лінійних і кутових рухів. Тому ІНС виконується у вигляді блока акселерометрів і гіроскопів. Параметри руху об'єкта обчислюються інтегральним фільтром Калмана. У порівнянні з попередніми двома схемами жорстко зв'язана система більш точна та має підвищену стійкість слідування за сигналами при маневрах рухомих об'єктів, але не має прямого виходу інформації ІНС, що може призводити до зменшення надійності при відмові одного каналу (ІНС чи СНС).

Структура глибокоінтегрованої схеми показана на рис. 4.

Як видно з рис. 4, така схема виконана у вигляді компонент СНС приймача, акселерометрів та гіроскопів, а компенсація інструментальних похибок та обробка інформації виконується ЕОМ за алгоритмом інтегрального фільтра Калмана.

Глибокоінтегрована схема має всі переваги згаданих вище систем, за своєю структурою та конструкцією вона проектується як цілісна система, тому має набагато менші масові та габаритні характеристики та енергопоживання.

Основними недоліками такої системи є складнощі реалізації фільтра Калмана великих розмірів (вектор



Рис. 4

стану має до 40 компонент) та недоліки надійності, як і в жорсткій схемі.

Специфіка обробки інформації комплексованих систем на основі СНС та ІНС полягає в тому, що інформація обробляється єдиним алгоритмом, як правило, це фільтр Калмана високих порядків. Його робота полягає в рекурентному уточненні навігаційних параметрів комплексної навігаційної системи шляхом обробки зашумлених спостережень протягом певного часу і дозволяє отримати оцінку потрібних навігаційних параметрів з необхідною точністю [4; 6; 7]. Як показано в роботі [7], така інтегрована навігаційна система дозволяє зменшити систематичні похибки ІНС приблизно на порядок. Але для цього необхідно забезпечити тривалість безперервного сеансу отримання інформації СНС більше 150 с. У цьому випадку для обробки інформації використовувався фільтр Калмана 25 порядку і відповідної потужності комп'ютер.

Висновки. Для розробки конкретної інтегрованої СНС з ІНС для роботи в умовах завад від комплексів РЕБ противника необхідно:

1. Враховувати метод РЕБ, який може протидіяти комплексованій інтегральній СНС з ІНС (загороджувальний чи прицільний), дальність дії комплексу РЕБ та засоби розвідки противника.

2. Вибирати глибину інтеграції комплексованої СНС з ІНС, виходячи з допустимих масових та габаритних характеристик, допустимих похибок комплексованої системи та заданої маневреності ЛА.

3. Вибирати ІНС для комплексованої системи, виходячи з допустимих похибок, що забезпечують необхідні параметри при дії РЕБ, на математичних моделях визначати порядок фільтра Калмана та необхідну тривалість безперервного сеансу отримання інформації СНС.

4. Проводити випробування комплексованої СНС з ІНС в умовах дії навмисних завад від сучасних засобів РЕБ як окремо, так і в складі дослідного зразка під час державних випробувань.

Без врахування наведених чинників навіть комплексована СНС з ІНС може не забезпечувати належне функціонування системи керування рухомим об'єктом із заданими характеристиками.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- Бакулев П. А., Сосновский А. А. Радионавигационные системы : учебн. для вузов. Изд-е 2-е, испр. и доп. М. : Радиотехника, 2011. 272 с.
- Управление и наведение беспилотных маневренных летательных аппаратов на основе современных информационных технологий / под ред. М. Н. Красильщикова и Г. Г. Серебрякова. М. : Физматлит, 2005. 280 с.
- Ориентация и навигация подвижных объектов: современные информационные технологии / под ред. Б. С. Алёшина, К. К. Веремеенко, А. И. Черноморского. М. : Физматлит, 2006. 424 с.
- Захарин Ф. М., Синеглазов В. М., Філяшкін М. К. Алгоритмічне забезпечення інерціально-спутникових систем навігації : моногр. К. : "НАУ-друк, 2011. 320 с.
- Синеглазов В. М., Захарин Ф. М. Теоретические основы проектирования интегрированных навигационных комплексов беспилотных летательных аппаратов : моногр. К. : Освіта України, 2015. 340 с.
- Багмут И. А. Настройка фильтра Калмана в коррекции инерциальных измерений в интегрированной навигационной системе : препринт. URL: <http://archive.kpi.kharkov.ua>.
- Доронин Д. В., Донченко А. А., Шевцов С. Н. Системы при одновременной навигации, динамическом построении и обработке данных многоструктурных систем управления в рамках разработки алгоритмов интегрированной системы навигационного аппарата с использованием GPS/ГЛОНАСС технологий // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14, № 4 (5). С. 1363–1365.
- Лукомский Ю. А., Пешехонов В. Г., Скороходов Д. А. Навигация и управление движением судов : учебн. СПб. : Элмор, 2002. 360 с.
- Соловьев Ю. А. Спутниковая навигация и её приложения. М. : ЭКО-ТРЕНДЗ, 2003. 326 с.
- Galileo navigational system enters testing stage // Deutsche Welle. 13.10.2012. URL: <http://www.dw.com/en/galileo-navigational-system-enters-testing-stage/a-16304096>.
- India's first dedicated navigation satellite placed in orbit // NDTV. 02.07.2013. URL: <http://www.ndtv.com/india-news/indias-first-dedicated-navigation-satelliteplaced-in-orbit-527048>.
- Спутникова система навігації GPS як фактор технологічного домінування США: політичні аспекти. URL: http://journals.iir.kiev.ua/index.php/pol_n/article/viewFile/3141/2822.
- Валецкий О. Опыт "воздушной" войны НАТО 1999 года против Югославии // Война и Мир. Армия, ВПК, спецслужбы. 23.03.2009. URL: <http://www.warandpeace.ru/ru/analysis/view/33856>.
- Татарников В. М. Некоторые уроки войны в Персидском заливе и в Югославии. // Некоммерческое партнерство "Научно-Информационное Агентство "Наследие отечества". 20.03.2000. URL: http://old.nasledie.ru/voenpol/14_21.
- Атражев М. П., Ильин В. А., Марьин Н. П. Борьба с электронными средствами : учебн. М. : Воениздат, 1972. 272 с.
- Бендетт С. Российские средства РЭБ превосходят американские // Военное дело. 21.09.2017. URL: <http://inosmi.ru/military/20170921/240338271.html>.
- Батаршев А. В. Шестдесят календарных лет Аркадия Семенова – на алтарь отечественного подводного флота. СПб. : Литео, 2017. 420 с.
- РФ испытывает средства борьбы с GPS // Военное обозрение. 22.08.2017. URL: <https://topwar.ru/123043-smi-rf-ispytyvayut-sredstva-borby-s-gps.html>.

19. Суворов М. А. Анализ вариантов интегрированных навигационных систем // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1 (1). С. 408.

REFERENCES

1. Bakulev P. A., Sosnovskij A. A. Radionavigacionnye sistemy : uchebnik dlja vuzov. Izd-e 2-e, ispr. i dop. M. : Radiotekhnika, 2011. 272 s.
2. Upravlenie i navedenie bespilotnyh manevrennyh letatel'nyh apparatov na osnove sovremennyh informacionnih tehnologij / pod red. M. N. Krasil'shnikova i G. G. Serebrjakova. M. : Fizmatlit, 2005. 280 s.
3. Orientacija i navigacija podvizhnyh ob#ektov: sovremennye informacionnye tehnologii / pod red. B. S. Aljoshina, K. K. Veremeenko, A. I. Chernomorskogo. M. : Fizmatlit, 2006. 424 s.
4. Zaharin F. M., Sineglazov V. M., Filjashkin M. K. Algoritmichne zabezpechennja inercial'no-sputnikovih sistem navigacii : monografija. K. : NAU-druk, 2011. 320 s.
5. Sineglazov V. M., Zaharin F. M. Teoreticheskie osnovy proektirovanija integrirovannyh navigacionnyh kompleksov bespilotnyh letatel'nyh apparatov : monografija. K. : Osvita Ukraïni, 2015. 340 s.
6. Bagmut I. A. Nastrojka Fil'tra Kalmana v korrekcii inercial'nyh izmerenij v integrirovanoj navigacionnoj sisteme : preprint. URL: <http://archive.kpi.kharkov.ua>.
7. Doronin D. V., Donchenko A. A., Shevcov S. N. Sistemy pri odnovremennoj navigacii, dinamicheskom postroenii i obrabotke dannyh mnogostrukturnykh sistem upravlenija v ramkah razrabotki algoritmov integrirovanoj sistemy navigacionnogo apparata s ispol'zovaniem GPS/GLONASS tehnologij // Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. 2012. T. 14, № 4 (5). S. 1363–1365.
8. Lukomskij Ju. A., Peshehonov V. G., Skorohodov D. A. Navigacija i upravlenie dvizheniem sudov : uchebnik. SPb.: Jelmor, 2002. 360 s.
9. Solov'ev Ju. A. Sputnikovaja navigacija i ejo prilozhenija. M. : JeKO-TRENDZ, 2003. 326 s.
10. Galileo navigational system enters testing stage // Deutsche Welle. 13.10.2012. URL: <http://www.dw.com/en/galileo-navigational-system-enters-testing-stage/a-16304096>.
11. India's first dedicated navigation satellite placed in orbit // NDTV. 02.07.2013. URL: <http://www.ndtv.com/india-news/indias-first-dedicated-navigation-satelliteplaced-in-orbit-527048>.
12. Suputnikova sistema navigacii GPS jak faktor tehnologichnogo dominuvannja SShA: politichni aspekti URL: http://journals.iir.kiev.ua/index.php/pol_n/article/viewFile/3141/2822.
13. Valeckij O. Opyt "vozdushnoj" vojny NATO 1999 goda protiv Jugoslavii // Vojna i Mir. Armija, VPK, specsluzhby. 23.03.2009. URL: <http://www.warandpeace.ru/ru/analysis/view/33856>.
14. Tatarnikov V. M. Nekotorye uroki vojny v Persidskom zalive i v Jugoslavii. // Nekommercheskoe partnerstvo "Nauchno-Informacionnoe Agentstvo "Nasledie otechestva". 20.03.2000. URL: http://old.nasledie.ru/voenpol/14_21.
15. Atrazhev M. P., Il'in V. A., Mar'in N. P. Bor'ba s elektronnimi sredstvami : uchebnik. M. : Voenizdat, 1972. 272 s.
16. Bendett S. Rossijskie sredstva RJeB prevoshodjat amerikanske // Voennoe delo. 21.09.2017. URL: <http://inosmi.ru/military/20170921/240338271.html>.
17. Bataršev A. V. Shestdesjat kalendarnykh let Arkadija Semenova – na altar' Otechestvennogo podvodnogo flota. SPb. : Liteo, 2017. 420 s.
18. RF ispytyvaet sredstva bor'by s GPS // Voennoe obozrenie. 22.08.2017// URL: <https://topwar.ru/123043-smi-rf-ispytyvayut-sredstva-borby-s-gps.html>.
19. Suvorov M. A. Analiz variantov integrirovannyh navigacionnyh sistem // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2015. № 1 (1). S. 408.

Рецензент С. В. Лапицький, д-р техн. наук, проф.
(Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України)

УДК 629.7.083

А. А. ЛЮБАРЕЦЬ,

кандидат технічних наук

*(Державне підприємство "Державне київське конструкторське бюро "Луч", м. Київ),***А. М. ШАТРОВ,** кандидат технічних наук,

старший науковий співробітник

*(Державний науково-дослідний інститут авіації, м. Київ),***М. О. ШИШАНОВ,** доктор технічних наук,

професор

*(Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ),***І. В. ПАВЛОВСЬКИЙ***(Міністерство оборони України, м. Київ)*

Методологічні основи обґрунтування структури системи підтримання справності засобів ураження, за якими не здійснюється авторський нагляд

Проведено аналіз технічного стану засобів ураження Збройних Сил України та сформульовано основні системно-концептуальні вимоги до структури системи підтримання їхньої справності.

Ключові слова: авторський нагляд, засоби ураження, система підтримання справності засобів ураження.

Проведен анализ технического состояния средств поражения Вооруженных Сил Украины и сформулированы основные системно-концептуальные требования к структуре системы поддержания их исправности.

Ключевые слова: авторский надзор, средства поражения, система поддержания исправности средств поражения.

Теперішній етап функціонування Збройних Сил України характеризується наявністю в складі озброєння та військової техніки значної кількості засобів ураження (ЗУ), призначені показники яких (строки служби, строки зберігання) вичерпані або знаходяться на етапі завершення. При цьому переважна їх більшість була розроблена і виготовлена в Радянському Союзі, після розпаду якого їх розробники та виробники опинилися за межами України, в основному в Російській Федерації (РФ). Як наслідок, авторський нагляд за ними перестав здійснюватися з 1991 року, а система підтримання їх справності на території України перестала існувати. Це призвело до того, що ЗУ, які знаходяться на озброєнні Збройних Сил України, поступово вичерпали не тільки гарантійні, а й призначені показники, внаслідок чого подальша їх експлуатація повинна бути припинена, насамперед з міркувань безпеки.

Проведений аналіз технічного стану ЗУ Збройних Сил України показав:

гарантійні та встановлені строки служби, що визначені розробником та виробником, закінчилися практично для всіх типів ЗУ, за винятком незначної кількості авіаційних та протитанкових керованих ракет, закуплених Міністерством оборони України протягом останніх років у підприємств Державного концерну "Укроборонпром";

практично за всіма ЗУ не здійснюється авторський нагляд.

Результати досліджень їх технічного стану дозволили визначити загальні проблемні питання щодо підтримання справності ЗУ, основними з яких є [1]:

закінчення встановлених строків служби (строків зберігання);

поступове старіння матеріалів спецхімії та необхідність визначення граничних термінів експлуатації відповідних складових частин (ракетних двигунів твердого палива, газогенераторів, бойових частин, запобіжно-виконавчих механізмів тощо);

деградація клейових та полімерних матеріалів;

загущення змащення карданових підвісів координаторів головок самонаведення, рульових приводів, роле-ронів тощо;

збільшення кількості неспрацювань п'єзоелектричних підривних пристроїв;

поступове накопичення несправних апаратних частин керованих засобів ураження та відсутність запасних частин для відновлення їх справності тощо.

Разом з цим, проведений порівняльний аналіз основних тактико-технічних характеристик ЗУ, які знаходяться на озброєнні ЗС України, та їх відповідних світових аналогів підтвердив перспективність і доцільність подальшої експлуатації більшості з них до 2025–2030 років.

Таким чином, підтримання справності ЗУ іноземної розробки і виробництва є одним з ключових проблемних питань, яке напряму впливає на загальний стан боєздатності Збройних Сил України та викликає об'єктивну потребу в створенні в Україні універсальної та ефективної системи підтримання їх справності. Задачу практичної

реалізації відповідних заходів принципово можливо вирішити двома шляхами. Перший шлях передбачає закупівлю Міністерством оборони України нових ЗУ в підприємств промисловості, у тому числі й закордонних. Реалізація другого шляху потребує виконання комплексу досліджень і робіт щодо визначення можливості продовження ресурсних показників (строків служби, строків зберігання) ЗУ, освоєння їх ремонту, модернізації та інших заходів щодо відновлення справності шляхом максимально повного використання наукового і виробничого потенціалу вітчизняних профільних підприємств та установ.

Очевидно, що перший шлях є найбільш простим, але потребує суттєвих фінансових затрат. Другий шлях є складним у науково-методологічному й організаційному аспектах, але набагато економічніший.

Аналіз світового досвіду підтримання справності ЗУ засвідчує, що на озброєнні провідних країн продовжують знаходитися ЗУ, які виготовлені ще на початку 90-х років минулого сторіччя. Такий підхід, направлений на зменшення витрат військових відомств, притаманний багатьом країнам світу. Так, міноборони Сполучених Штатів Америки надає 46,7 млн. дол. на проведення повторної сертифікації і модернізації ракет для зенітних комплексів (ЗПК) “Patriot”, які також знаходяться на озброєнні ще 12 армій держав Європи та Азії. Крім того, на сьогодні основу парку авіаційних ЗУ армій провідних країн складають виробни, виготовлені ще до початку 90-х років минулого сторіччя. При цьому їх частка у загальному парку приблизно складає до 50% у США і майже 100% у країнах Європи. Винятком на загальному тренді є закупівля нових зразків авіаційних керованих ракет класу “повітря – повітря”: AIM-120A (США), РВВ-АЕ (РФ) та МІКА ІR (Франція) тощо, – яка здійснюється невеликими партіями у зв’язку з їх високою вартістю.

Таким чином, переважна більшість країн світу максимально використовує ресурсний потенціал існуючого парку ЗУ до досягнення ними гранично допустимих меж експлуатації, дуже поступово замінюючи старіючий парк новими зразками. При цьому підтримання їх справності забезпечується відповідними розробниками та виробниками, які володіють відповідною конструкторською, технологічною і ремонтною документацією, технологічним обладнанням, даними щодо надійності ЗУ за весь період експлуатації, даними за результатами бойового застосування тощо.

Сукупність усіх цих факторів підтверджує актуальність розробки методологічних основ обґрунтування структури системи підтримання справності ЗУ і впровадження в Україні власної системи підтримання їх справності без участі відповідних розробників та виробників.

На сьогодні необхідність припинення експлуатації ЗУ може бути викликана двома причинами (рис. 1): закінченням ресурсних показників (строку служби, строку зберігання) або невідповідністю параметрів вимогам експлуатаційно-технічної документації (ЕТД). Очевидно, що й відновлення справності ЗУ також може бути досягнуто двома шляхами.

У першому випадку виконується комплекс заходів, спрямованих на визначення можливості продовження ресурсних показників (строку служби, строку зберігання) ЗУ та визначається наявність чи відсутність заперечень щодо їх збільшення. При відповідності параметрів вимогам експлуатаційно-технічної документації встановлюються нові значення ресурсних показників (строків служби, строків зберігання), а їх експлуатація триває. Використання зазначеної процедури вже дало змогу продовжити строки служби (строки зберігання) багатьом типам ЗУ, що знаходяться на озброєнні Збройних Сил України.

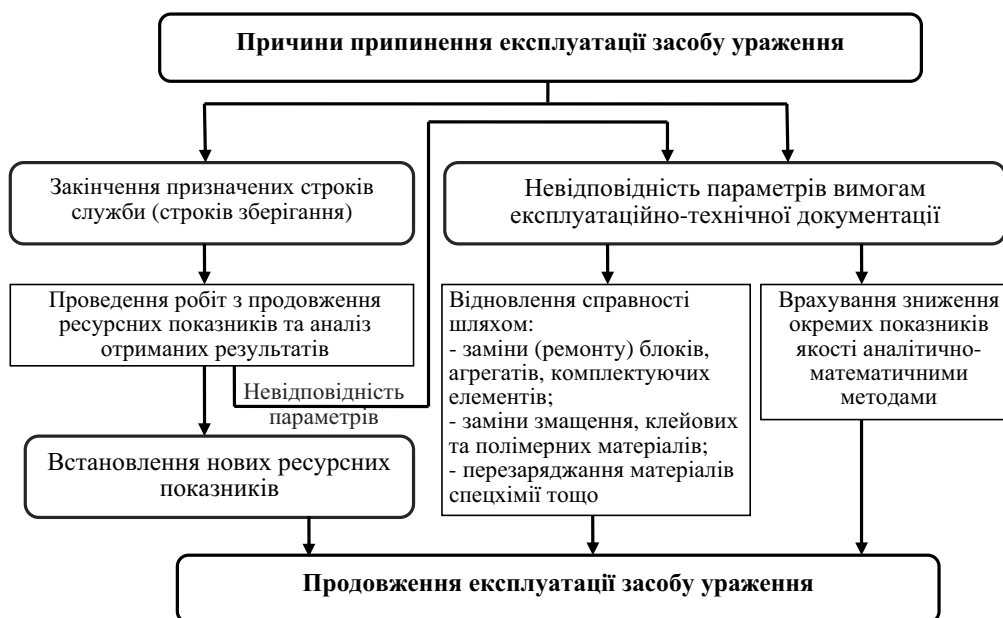


Рис. 1. Шляхи підтримання справності засобів ураження, за якими не здійснюється авторський нагляд

У другому випадку подальша експлуатація ЗУ може бути відбутися за умови відновлення їх справності шляхом:

- заміни або ремонту агрегатів, блоків, комплектуючих елементів, у тому числі ремонті з модернізацією окремих складових частин;

- заміни змащення, клейових та полімерних матеріалів; перезаряджання агрегатів і блоків матеріалами спеціальної хімії тощо –

- або врахуванням наслідків зниження окремих показників якості аналітично-розрахунковими методами.

При неможливості усунення невідповідностей параметрів вимогам експлуатаційно-технічної документації або їх врахування аналітично-розрахунковими методами експлуатацію таких ЗУ необхідно припинити.

У загальному випадку строк служби (зберігання) ЗУ визначається часом від початку експлуатації до переходу в граничний стан, при якому подальше застосування за призначенням недоцільне або неможливе. Досягнення ЗУ граничного стану настає при реальному вичерпанні ресурсу хоч би однією його складовою частиною (СЧ). У цьому аспекті весь строк їх служби можна умовно поділити на два етапи [2].

Тривалість 1-го етапу задається підприємствами-розробниками та (або) підприємствами-виробниками як встановлені ресурсні показники (строки служби, строки зберігання). На теперішній час вони вичерпані для більшості типів ЗУ.

Тривалість 2-го етапу визначається часом досягнення будь-якою СЧ ЗУ граничного стану, ознаками якого є: порушення вимог безпеки експлуатації, що не можуть бути усунені;

- відхилення заданих параметрів поза зазначені межі, які неможливо усунути відповідними налаштуваннями чи регулюваннями;

- зниження ефективності застосування нижче допустимої;

- необхідність проведення ремонту тощо.

Отже, можна вважати, що досягнення граничного стану ЗУ настає при реальному вичерпанні ресурсу хоч би однією його СЧ, а тривалість експлуатації – часом досягнення граничного стану. Критерії щодо визначення ознак досягнення СЧ ЗУ граничного стану повинні бути пов'язані з питаннями оцінки безпеки та ефективності застосування, надійності функціонування і стійкості до факторів старіння. Тобто досягнення граничного стану СЧ ЗУ буде визначатися зниженням нижче допустимого (призначеного) рівня будь-якого з показників якості:

- безпеки експлуатації (у тому числі й застосування);

- надійності (безвідмовності) функціонування;

- стійкості до механічних і кліматичних впливів тощо.

Проведення комплексу ремонтних робіт з такими СЧ дозволить віддалити час досягнення ними граничного стану і продовжити ресурсні показники (строки служби, строки зберігання) ЗУ в цілому.

Для визначення методологічних основ побудови системи підтримання справності ЗУ, за якими не здійснюється авторський нагляд, та формулювання загальних вимог до її структури було досліджено загальну

методологію продовження їх життєвого циклу до граничних термінів, загальні положення методології розробки і дослідження складних технічних систем [3, 4] та реалізації відповідних інноваційних технологій. При цьому враховувалося, що сучасні ЗУ є одним з важливих та специфічних видів військової техніки, основними особливостями якої є відносна самостійність (відокремленість від пускової платформи) та можливість лише одноразового застосування за призначенням. Їх широка номенклатура відрізняється різноманітністю побудови, принципів дії, тактико-технічними характеристиками та параметрами, що визначають технічний стан, а перевірка якісного стану більшості з них виконується поза зв'язком з пусковою платформою. Крім того, всі ЗУ є об'єктами підвищеної небезпеки, що обумовлено наявністю в їх конструкції матеріалів спецхімії (вибухових речовин різноманітного призначення), досягнення якими граничного стану може призвести до непередбачуваних наслідків, що безпосередньо впливає на безпеку експлуатації та створює певну специфіку в плані відновлення і підтримання їх справності.

У науковому, методологічному та організаційному аспектах система підтримання справності ЗУ, у тому числі і таких, за якими не здійснюється авторський нагляд, повинна мати комплекс замкнених наукових, виробничих, технологічних, нормативних та методичних циклів, що забезпечують виконання завдань системи. При цьому вона повинна базуватися на законодавчій та нормативно-правовій базі України, наукових та виробничо-технологічних можливостях вітчизняних підприємств та установ, впроваджених інноваційних технологіях.

Структура системи має бути достатньо гнучкою та універсальною, реалізуватися як на довготривалій (15–20 років), так й середньостроковий (5–10 років) період розвитку та мати властивості уніфікованості, тобто ряд її блоків (фрагментів структури) можуть використовуватися для інших систем.

Враховуючи, що однією з основних проблем більшості ЗУ, що знаходяться на озброєнні Збройних Сил України, є значне перевищення реальних строків служби (зберігання) над початково встановленими розробником та виробником, структура системи підтримання їх справності повинна мати можливість реалізації комплексу досліджень, випробувань і робіт, спрямованих на забезпечення можливості експлуатації (використання за призначенням) ЗУ після вичерпання встановлених ресурсних показників та забезпечення (підтвердження) потрібних рівнів безпеки експлуатації. При цьому така система повинна складатися з окремих підсистем, кожна з яких здатна вирішувати часткові задачі, зокрема:

- проведення досліджень і робіт з продовження призначених показників (строків служби, строків зберігання) ЗУ та встановлення їм нових значень;

- освоєння та виконання ремонту ЗУ та їх СЧ, у тому числі ремонту з модернізацією, з урахуванням можливостей вітчизняних підприємств ДП “Укроборонпром”, науково-дослідних установ Міністерства оборони України та експлуатуючих частин ЗС України;



Рис. 2. Структура та завдання системи підтримання справності засобів ураження, за якими не здійснюється авторський нагляд

визначення можливості нових умов експлуатації ЗУ зі знизеними окремими показниками якості при збереженні заданого рівня безпеки.

Для забезпечення можливості функціонування такої системи необхідно задовольнити ряд системно-концептуальних вимог, а саме:

забезпечити необхідний правовий статус роботам з підтримання справності ЗУ шляхом розробки, впровадження та удосконалення відповідного нормативно-правового забезпечення;

розробити і впровадити науково-методичне та інформаційне забезпечення робіт з урахуванням обмеженої інформації про експлуатаційні властивості ЗУ, що обумовлено можливістю лише одноразового застосування за призначенням, нелінійним характером змін властивостей матеріалів спецмімії тощо;

розробити і впровадити відповідне технологічне забезпечення системи підтримання справності ЗУ з урахуванням можливостей вітчизняних підприємств ДП “Укроборонпром” та наявності в конструкції ЗУ матеріалів спецмімії різноманітного призначення;

створити гнучку кооперацію вітчизняних підприємств промисловості, органів військового управління та науково-дослідних установ Міністерства оборони України для проведення робіт з підтримання справності ЗУ за принципом замкнутого циклу виробництва.

Таким чином, система підтримання справності ЗУ, за якими не здійснюється авторський нагляд, повинна базуватися на законодавчій та нормативно правовій базі України, спиратися виключно на виробничі та технологічні можливості вітчизняних підприємств та установ, відповідне науково-методичне та інформаційне

забезпечення, розроблені та впроваджені інноваційні технології. При цьому система повинна бути достатньо універсальною та гнучкою стосовно постійної можливості удосконалення окремих її елементів.

Структуру та завдання системи підтримання справності ЗУ, за якими не здійснюється авторський нагляд, показано на рис. 2.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Коростелев О. П., Любарец А. А., Мамонтов В. К. Прогноз долговечности управляемых авиационных средств поражения в Украине // Технологические системы. 2010. № 4 (53). С. 10–15.
2. Шатров А. М. Печура Д. С. Возможные пути удосконалення системи організації робіт з продовження призначених строків служби керованим авіаційним засобом ураження // Збірник наук. праць ДНДІА. Вип. 7 (14). К. : ДНДІА, 2011. С. 185–187.
3. Ковтуненко А. П., Зубарев В. В. Основы анализа сложных технических систем. Теория и приложения : моногр. К. : НАУ, 2009. 483 с.
4. Ковтуненко А. П., Зубарев В. В., Шишанов М. А. Основы теории восстановления эксплуатационных свойств технических систем : моногр. К. : НАУ, 2007. 294 с.

Рецензент С. В. Лапицький, д-р техн. наук, проф.
(Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України)

Всеармійський конкурс «Кращий винахід року – 2017»

Згідно з рішенням заступника Міністра оборони України про проведення Всеармійського конкурсу «Кращий винахід року» та у відповідності до Зведеного річного плану наукової та науково-технічної діяльності у Збройних Силах України на 2017 рік на базі Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України 20 грудня 2017 року було проведено церемонію з нагородження переможців конкурсу.

У 2017 році в конкурсі взяли участь більше 20 військових частин і установ Міністерства оборони України та Генерального штабу Збройних Сил України, 7 підприємств оборонно-промислового комплексу України та наукових установ, що виробляють продукцію військового призначення. Усього для участі в конкурсі було подано 231 патент України на винахід та корисну модель. Конкурсною комісією визначені переможці конкурсу. Результати конкурсу затверджено заступником Міністра оборони України.

На церемонію нагородження прибуло більше 50 переможців з військових частин і установ Міністерства оборони України та Генерального штабу Збройних Сил України, з підприємств оборонно-промислового комплексу України й наукових установ. Серед переможців – молоді винахідники та винахідники з великим досвідом роботи в галузі винахідництва, кандидати та доктори технічних наук, заслужені винахідники і раціоналізатори України тощо. Серед переможців конкурсу чимало жінок-винахідників, які не вперше беруть участь у конкурсі, багато військовослужбовців зі стрійових частин та тих, які беруть участь у бойових діях у районі АТО, молодих науковців тощо.

Захід з нагородження переможців конкурсу відкрив начальник Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України доктор технічних наук, професор заслужений діяч науки і техніки України полковник Ігор Чепков. Він поздоровив переможців з їх досягненнями у напрямі винахідництва і побажав усім присутнім і всім винахідникам Збройних Сил України не зупинятися на досягнутому і продовжити роботу над удосконаленням озброєння, військової та спеціальної техніки для досягнення зразками озброєння та техніки світового рівня, своїм прикладом забезпечувати популяризацію винахідницької та раціоналізаторської діяльності в Збройних Силах України, сприяти залученню в цю діяльність як можна більшої кількості особового складу Збройних Сил України.

Нагородження переможців здійснювалося за 15 номінаціями конкурсу, визначеним у Положенні про конкурс, що затверджене заступником Міністра оборони України. Першими були нагороджені кращі винахідники, що посіли призові місця в номінаціях, відповідно, «Кращий винахід у Сухопутних військах Збройних Сил України», «Кращий винахід у Повітряних Силах Збройних Сил України», «Кращий винахід у Військово-Морських Силах Збройних Сил України».

Дипломом переможця з врученням кубку у номінації «Кращий винахід у Сухопутних військах Збройних Сил України» був нагороджений підполковник Дмитро Окіпняк (Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного), який подав на конкурс комплекс винаходів із забезпечення поліпшення ТТХ зразків автомобільної техніки, що знаходиться в районі АТО, та перспективи її модернізації. Дипломом





переможця з врученням кубку у номінації «Кращий винахід у Повітряних Силах Збройних Сил України» був нагороджений заслужений винахідник України Володимир Комаров (Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України), який подав на конкурс комплекс винаходів із продовження ресурсу авіаційної техніки та її ремонту з бойовими ушкодженнями і має більше 200 запатентованих технічних рішень у цьому напрямі. Дипломом переможця з врученням кубку в номінації «Кращий винахід у Військово-Морських Силах Збройних Сил України» був нагороджений доктор технічних наук Анатолій Дерепка (Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України), який має більше 20 технічних рішень стосовно засобів гідролокації.

Інші переможці конкурсу, які посіли перші місця в інших 12 номінаціях, були нагороджені дипломами переможців першого ступеня з врученням кубків. Так, полковник Олексій Коломійцев, заслужений винахідник України з Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, отримав диплом I ступеня і кубок переможця в номінації «Техніка військ протиповітряної оборони» за патент України № 109820 від 12.09.2016 «Канал вимірювання супроводження літальних апаратів (ЛА) за напрямом з використанням частот міжмодових биттів та можливістю пошуку і розпізнавання ЛА для мобільної суміщеної вимірювальної системи», а заслужений раціоналізатор України полковник Володимир Шейко з військової частини А4558, автор більше 100 патентів на винахід, корисну модель та промисловий зразок, отримав диплом I ступеня і кубок переможця в номінації «Утилізація надлишкових озброєнь, військової техніки, боєприпасів та ракет» за технічне рішення за патентом України № 95731 від 12.01.2015

“Спосіб утилізації бойової автоматичної стрілецької зброї”. Удосконалені цим винахідником такі зразки стрілецької зброї, як системи Калашнікова, являють собою зброю за схемою «булпап» і демонструвалися на престижних салонах озброєння та військової техніки, таких як «Айдекс» (ОАЕ) та інші. Але чомусь ця зброя так і не прийнята на озброєння Збройних Сил України.

До речі, обидва офіцери вже неодноразово отримували престижні дипломи у попередніх конкурсах, що проводяться Центральним науково-дослідним інститутом озброєння та військової техніки Збройних Сил України, починаючи з 2006 року. З гордістю можна відзначити, що зазначений конкурс серед силових міністерств проводиться лише у Міністерстві оборони України і є аналогом Всеукраїнського конкурсу «Винахід року», який проводиться щорічно Укрпатентом.

Переможці конкурсу, що посіли другі та треті місця, були нагороджені дипломами переможців, відповідно, другого та третього ступенів. Всі переможці конкурсу також були нагороджені грошовими преміями.

Конкурсною комісією були визначені винаходи, що мають оригінальність технічного рішення. Так, за оригінальність технічного рішення відповідним дипломом був нагороджений підполковник Роман Тимошенко (Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського), який прислав на конкурс технічне рішення, що стосується підвищення точності стрільби з артилерійського озброєння, капітан медичної служби Катерина Гутченко (Українська військово-медична академія) за розробку аптечки для військовослужбовців, що проходять службу в районі бойових дій на сході країни, Павло Копійка (Інститут Військово-Морських Сил Національного університету “Одеська морська академія”) за патент України № 115685 від 25.04.2017

“Карусельно-турбінний пристрій з напівпроникливими лопатями хвильової енергетичної установки”.

Дипломом за оригінальність технічного рішення, що стосується космічних розробок, були нагороджені Леонід Каневський та Сергій Ковбасюк – винахідники з Житомирського військового інституту імені С. П. Королюва, автори патенту України № 114389 від 10.03.2017 “Спосіб аналізу інформативних даних багатоспектральних знімків земної поверхні з космосу для визначення стану хімічних підприємств”.

Винахідникам підприємств ОПК та інших організацій, що розробляють техніку військового призначення, начальник Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України доктор технічних наук, професор Ігор Чепков вручив дипломи переможців відповідного ступеня. До речі, винаходи та корисні моделі, що надійшли на конкурс від зазначених підприємств, оцінювалися конкурсною комісією нарівні з винаходами, що надійшли від структурних підрозділів Міністерства оборони України та Генерального штабу Збройних Сил України, за 12 номінаціями конкурсу. Для участі в конкурсі винаходи своїх фахівців надіслали такі підприємства, як Державне підприємство “Запорізьке машинобудівне конструкторське бюро “Прогрес” імені академіка О. Г. Івченка” (патент України № 117676 від 10.07.2017 “Спосіб роботи прямооточного повітряного-реактивного двигуна”), “Чернігівський завод радіоприладів” – публічне акціонерне товариство “Чезара” (патент України № 119405 від 25.09.2017 “Розвідувальний безпілотний авіаційний комплекс”), Державне підприємство “Конструкторське бюро “Південне” імені М. К. Янгеля” (патент України № 106192 від 25.04.2016 “Розбірна оправа для

виготовлення високоміцних оболонок з композиційних матеріалів”). Декілька номінацій було представлено винаходами на спеціальну тематику, що надійшли від Державного науково-дослідного інституту Міністерства внутрішніх справ України. Один з них – патент України № 116779 від 12.06.2017 “Пристрій для інтелектуального блокування сигналу”, який вже застосовується при проведенні спеціальних операцій.

Додатково заступником Міністра економічного розвитку і торгівлі України Михайлом Тітарчуком грамотами за особисті значні досягнення у винахідницькій діяльності та сприяння розвитку винахідництва в Україні були нагороджені 6 кращих винахідників України, серед яких винахідники ЦНДІ ОВТ ЗС України доктор технічних наук Олександр Расстригін, працівник Збройних Сил України Тетяна Куровська та інші.

Учасники заходу висловили одностайну думку, що з метою військово-патріотичного виховання молоді доцільно залучати до подібних заходів інтелектуальну молодь: студентів технічних вузів та школярів – переможців олімпіад технічних напрямів, а також направляти кращі технічні рішення на підприємства ОПК для вивчення та втілення їх у виробництво.

Захід було висвітлено у засобах масової інформації, на шпальтах газети «Народна армія» та військовим телебаченням.

В. Комаров, заслужений винахідник України
(Центральний науково-дослідний інститут
озброєння та військової техніки
Збройних Сил України)
Фото автора

Персональний хаб як елемент екіпіровки

Одной из ключевых составляющих экипировки солдат является персональная система телекоммуникаций. В странах НАТО в последние несколько лет в ее составе появился принципиально новый элемент – портативный хаб, предназначенный для коммутации данных и электропитания в пределах сетевой архитектуры систем солдата. Подтверждением тому стали результаты очередного заседания подгруппы управления, связи, компьютеризации, разведки и системной архитектуры (C4I and Soldier Architecture Sub-Group, C4ISA), входящей в Группу НАТО по развитию возможностей систем солдата в пешем порядке (LCG DSS), которое состоялось 16–17 октября 2017 года в г. Стокгольм (Швеция). На этом заседании автор представлял Украину и имел возможность детально изучить соответствующие технические решения, презентованные национальными представителями стран НАТО в своих докладах, а также промышленными компаниями во время специальной выставки вооружения, посвященной системам солдата.

Особенностью *итальянского подхода* к созданию коммуникационного комплекта боевой экипировки является использование модификации интегрированной системы солдата компании Харрис (Harris' Integrated Soldier System, ISS). В настоящее время проходят испытания одного из вариантов такого комплекта, составляющими которого являются (рис. 1):

защищенный планшет Panasonic FZ-M1mk2 (в стандартной конфигурации оснащен процессором Intel Core m5-6Y57 vPro (кэш 4 Мб, тактовая частота 1,1...2,8 ГГц), коммуникационным чипсетом Intel Dual Band Wireless-AC 8260 WLAN, Bluetooth V4.1 класса 1,

8-мегапиксельной основной камерой (3264×2448 пикселей, видео 15 кадров/с с LED подсветкой) и фронтальной Full HD камерой (1920×1080 пикселей, видео 30 кадров/с)); планшет функционирует под управлением операционной системы Windows 10 Pro, имеет массу 540 г, толщину 18 мм, его сенсорный дисплей поддерживает несколько режимов управления работой: только стилусом, стилусом и тактильно, только касанием (обычный вариант, в перчатках под дождем или в воде), стандартный вариант аккумулятора из 2 модулей обеспечивает 8 часов работы, а большой вариант (4 модуля) – 20 часов, время полной зарядки – 4 часа;

4-портовый хаб Harris PicoHub USB/BAT Power для управления распределением данных и питания,

радиостанция на основе технологии программно реконфигурируемого радио (SDR) фирмы Selex (вместо Harris 152A Radio в ISS),

процессор импорта/экспорта данных для нацеленных дисплеев (heads-up displays, HUD) ночного или дневного видения (на рис. 1 *Connect*);

очки ночного видения Harris Tactical Mobility Night Vision Goggle (TM-NVG Fused);

аккумуляторная батарея с баллистической защитой компании Leonardo и *комплект кабелей* этой ж фирмы;

модуль нацеленной системы дополненной реальности компании ARC4 (США).

Тактические символы передаются в формате VMF (Variable Message Format), этот же формат может рассматриваться в качестве кандидата для передачи текстовых данных дополненной реальности.

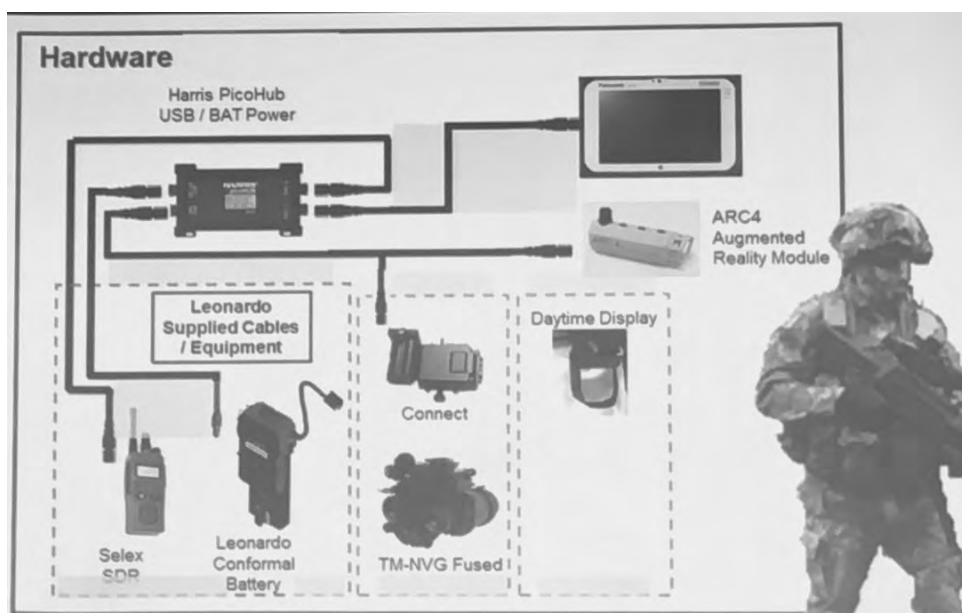


Рис. 1. Телекоммуникационный комплект для итальянских солдат



Рис. 2. Коммуникационный комплект командира (Канада), справа хаб от SAAB и планшет

Канадская версия коммуникационного оборудования солдат отличается использованием хаба шведской фирмы SAAB, сенсорного планшета (Pad RHP) от канадского филиала Рейнметалл, модуля управления INVISIO V60 и радиостанции Harris RF-7800S, подключенных в общую сеть. Соответствующий комплект был анонсирован на заседании C4I&SA в октябре 2015 года (г. Будапешт), в Стокгольме же было представлено два действующих комплекта, каждый из которых содержал 6-портовые хабы (Node RHN), более мощные по сравнению с Harris PicoHub и содержащие 2 разъема USB 2.0, а также по одному разъему RS232 и RS422 (рис. 2).

Существует несколько вариантов хабов фирмы SAAB с различной комплектацией разъемов. Стоимость сенсорного планшета составляет около 5 тыс. канадских долларов, а всего стоимость коммуникационного оборудования с учетом радиостанции может приближаться к 15–20 тыс. дол. Во время презентации была продемонстрирована работа с планшетом для отображения тактических символов, данных GPS, ввода текстовых сообщений и т. п.

Учитывая высокую стоимость коммуникационного оборудования, **немецкие разработчики** пошли по пути

функциональной дифференциации состава телекоммуникационной системы Gladius 2.0, являющейся продвинутой версией электроники национальной системы экипировки солдата IdZ-ES (Infanterist der Zukunft – Erweitertes System). Представленная на заседании C4I-SA концепция Gladius 2.0 предусматривает несколько вариантов комплектации, в частности: легкий, базовый в минимальной и максимальной конфигурациях, командирский и др.

В *легком варианте* конфигурации прототип Gladius 2.0 включает: UHF-радиостанцию PNR-1000 компании Elbit Systems с модулем GPS, наушники (внешние (Open-Headset) или внутренние (In-Ear Headset) INVISIO X5), модуль управления INVISIO V60 с радиомодулем переключения речи INVISIO M80 dual wireless push-to-talk (WPTT), а также внешний аккумуляторный бокс от INVISIO. Модуль WPTT имеет дальность связи до 2 м, функционирует в диапазоне частот 2,405...2,48 ГГц по протоколу IEEE 802.15.4 (Zigbee). Детальное описание всех составляющих комплекта от компании INVISIO Communications представлено на сайтах <http://invisio.com> или <http://www.defcon.com.au/partners/invisio>.

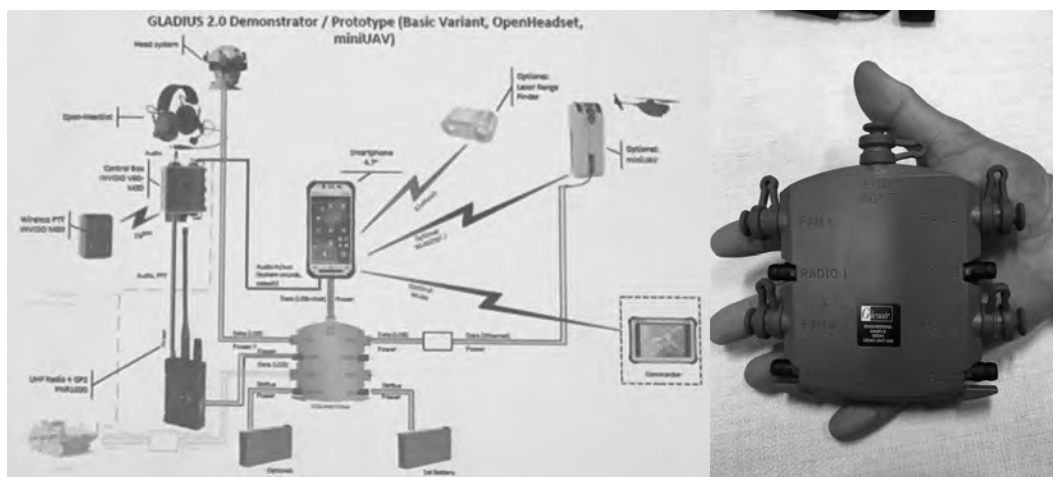


Рис. 3. Базовый вариант Gladius 2.0 в максимальной комплектации (слева) и хаб от Glenair

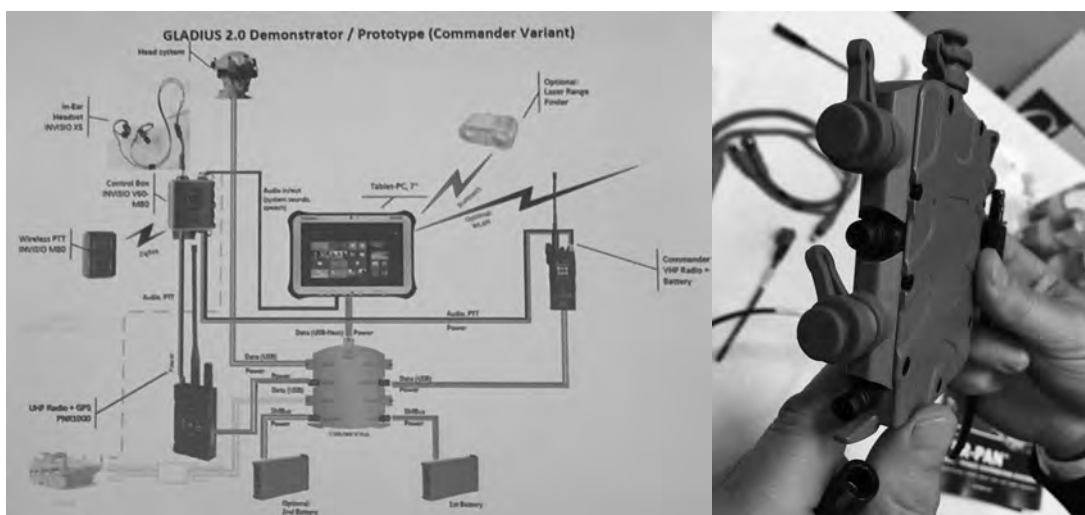


Рис. 4. Командирский вариант Gladius 2.0 (слева) и вид хаба в профиль

Базовый вариант в минимальной комплектации отличается от легкого наличием защищенного смартфона с диагональю экрана 4,7 дюйма и 9-портового хаба USB 2.0 компании Glenair (США, www.glenair.com), имеющего в каталоге Glenair наименование STAR-PAN™ VI Multiport USB Data/Power Hub. При этом используются внутренние наушники, соединенные через модуль управления INVISIO V60 с аудиовыходом смартфона, а к хабу подключен отдельный аккумулятор. Аналогичную по составу комплектацию демонстрировали и представители Канады.

Базовый вариант в максимальной конфигурации предусматривает опцию подключения хаба к двум аккумуляторным батареям (для 48 часов работы) через разъемы питания и SMBus, модуля управления мини-БПЛА через дополнительный конвертер USB-Ethernet и через аналогичный конвертер – к защищенной бортовой сети боевой машины, соединение хаба по интерфейсу USB 2.0 с наплемной системой дополненной реальности типа ARC4 и очками ночного видения (рис. 3). При этом два порта хаба остаются свободными. Кроме того, смартфон через канал Bluetooth (IEEE 802.15.1) подключается к лазерному дальномеру, а через каналы WLAN – к планшету командира и модулю управления мини-БПЛА.

Указанные свободные порты хаба могут быть задействованы для подключения интегрированных в экипировку солдат акустических сенсоров, предназначенных для определения местонахождения снайпера с визуализацией соответствующих данных на наплемном дисплее или с голосовым оповещением через наушники. Примером такого рода акустических датчиков являются *векторные сенсоры* (Acoustic Vector Sensor, AVS) нидерландской компании Microflown AVISA (<http://microflown-avisa.com>). Другой тип подключаемых датчиков относится к персональной системе регистрации эффектов воздействия ударных волн, например, компании Blackbox Biometrics (США), обеспечивающих определение не только моментов воздействия, но и параметров взрыва и измерение его действующих факторов

(излишнее давление, градиент давления, время действия перегрузки и т. д.). Как отметил представитель Blackbox Biometrics на пленарном заседании LCG DSS, кумулятивный эффект от воздействия ударной волны в долгосрочной перспективе неминуемо приводит к нейродегенерации, повреждению головного мозга, горла, гортани, трахеи и глаз (повреждение сетчатки, оптического нерва), поэтому необходимо регистрировать все случаи воздействия эффектов взрывов для всех категорий военнослужащих. Статистика свидетельствует, что в среднем во время тренировок и учений стрелок-пехотинец подвергается воздействию взрывных эффектов до 5 раз в день, а артиллеристы и расчеты минометов – от 30 до 300 раз в день. В процессе учений или боевых действий регистрируемые данные соответствующих датчиков коммутируются хабом на радиостанцию и передаются на командный пункт в объеме до 1 кБ для каждого взрыва, а с учетом остальных медицинских данных – в объеме до 5 кБ.

Особенностью *командирского варианта* Gladius 2.0 в сравнении с максимальной комплектацией базового варианта является использование вместо смартфона защищенного планшета Panasonic FZ-M1mk2, а также подключение дополнительной VHF-радиостанции (рис. 4). Среди требований к оборудованию Gladius 2.0 следует указать возможность плавать с ним на глубине до 1 м, для чего все элементы должны иметь соответствующую защиту. Однако следует отметить, что система дополненной реальности ARC4 к этому не приспособлена.

Существенным недостатком концепции Gladius 2.0 является отсутствие аппаратной реализации мультимедийных шлюзов, что не позволяет передавать видео с мини-БПЛА другим потребителям, хотя через радиостанцию UHF-диапазона это действительно сделать сложно. Однако такая функция важна для сил специальных операций, например, если необходимо передать изображение карты и т. п.

Нидерланды, Бельгия и Люксембург создают в рамках экипировки солдата VOSS-BEST коммуникационный комплект VOSS-SmartVest-C4I (рис. 5).

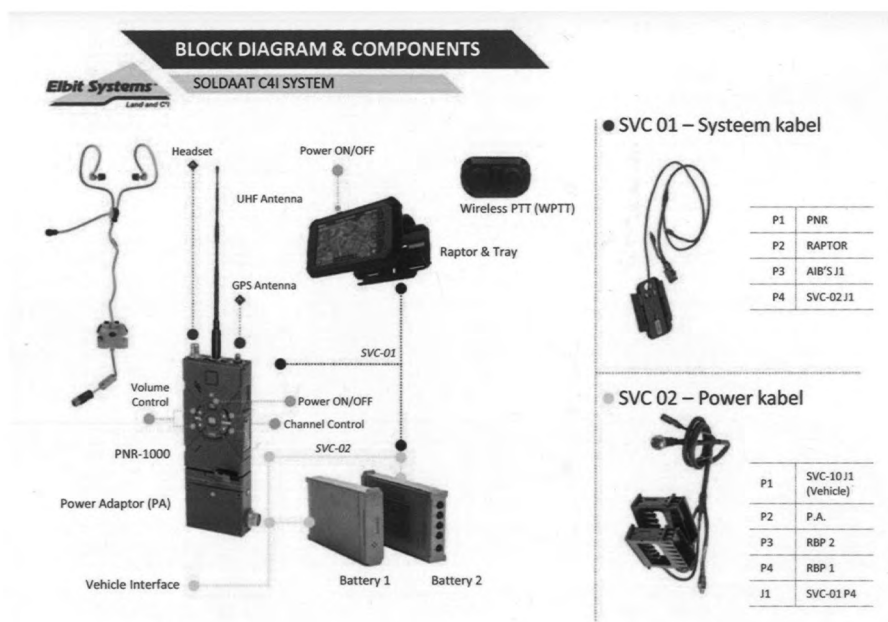


Рис. 5. Коммуникационный комплект VOSS-SmartVest-C4I (страны Бенилюкса)

Отличительной чертой этого комплекта является отсутствие хаба, использование той же радиостанции PNR-1000, что и в немецком комплекте Gladius 2.0, набора таких же аккумуляторов и WPTT. При этом дисплейный модуль подключается непосредственно к радиостанции. Подобное решение было презентовано и на пленарном заседании группы LCG DSS представителем Бельгии.

Отсутствие хаба в данном проекте, а также анализ предыдущих заседаний C4I&SA свидетельствуют, что применение персонального хаба является сравнительно новым трендом – не старше 3 лет.

Фактически, основная конкуренция на рынке персональных хабов для систем солдата в настоящее время развернулась между компаниями SAAB и Glenair. Роль же хабов в персональной телекоммуникационной системе несомненно будет возрастать, особенно после реализации планов перехода на интерфейс USB 3.0. Именно о таких намерениях заявили представители компании Glenair на ее стенде во время упомянутой выставки вооружений. При этом окончательный облик хаба будет не в последнюю очередь формироваться под давлением процессов стандартизации архитектуры систем солдата, разъемов питания и появления стандарта на совместный разъем передачи данных и электропитания, над которым работают эксперты подгруппы электропитания (Power SG), входящей в состав LCG DSS.

На стокгольмском заседании LCG DSS в этом направлении был зафиксирован существенный прогресс, заключающийся в передаче на ратификацию в Офис стандартизации НАТО (NSO) новой редакции стандарта на разъем для электропитания экипировки солдата STANAG 4695 Ed.2 и руководства AEP 95 Ver. 1 соответственно. Внесенных в текст стандарта изменений оказалось достаточно, чтобы оформить их как новую редакцию документа, однако существенных технических

изменений в конструкции разъема не произошло. В частности, удален излишний центральный контакт, который мог усложнять подключение в экстренной ситуации (рис. 6). В новом варианте разъема осталось лишь 6 контактов, что сделало его более совместимым с существующими соединителями, например, американской системы солдата Nett Warrior, аккумуляторами UBBL08 (LI-80) компании Ultralife (США), аккумуляторными батареями SoloPack канадской фирмы Revision Military (www.revisionmilitary.com), хабами Glenair и др.

Кроме того, расширены функции идентификационного контакта шины SMBus (SB ID, контакт № 6), по сигналам с которого теперь возможно идентифицировать не только аккумуляторные батареи, но и другие источники питания (топливные элементы (fuel cells), портативный дизель-генератор E-lighter и др.), что позволит расширить функциональность хабов. В качестве разъемов, соответствующих указанному стандарту, идентифицированы пока лишь соединители компаний Glenair и TE connectivity, однако этот перечень будет расширяться.

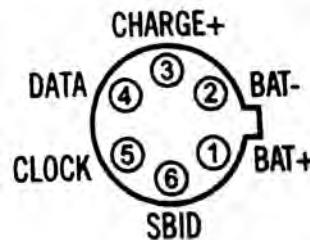


Рис. 6. Назначение контактов разъема питания хаба согласно STANAG 4695 Ed.2

Power SG рекомендовала всем странам, ратифицировавшим прежнюю редакцию стандарта STANAG 4695 Ed.1 (таких стран было 14), ратифицировать также

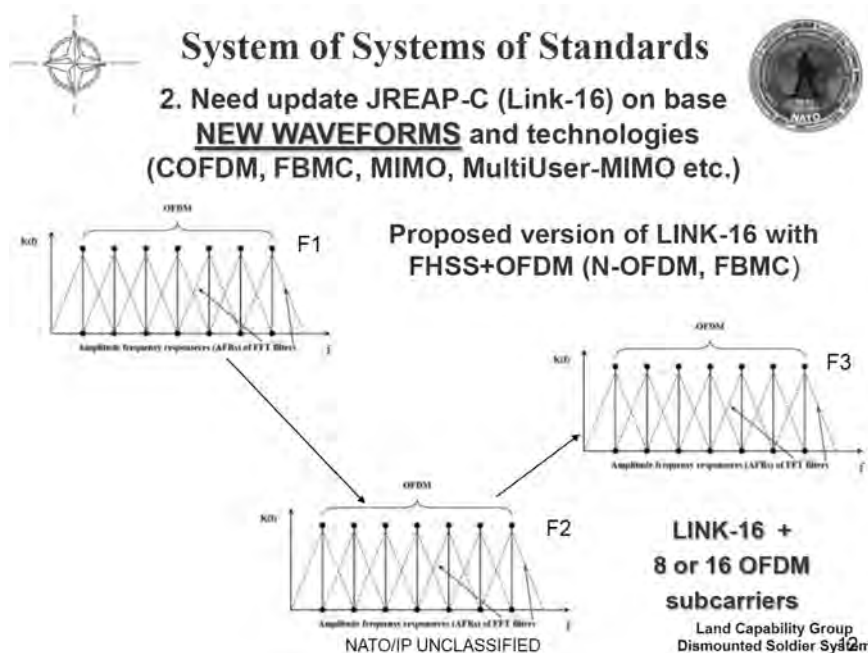


Рис. 7. Принцип повышения скорости передачи данных на основе комбинации методов FHSS и OFDM (N-OFDM)

его обновленный вариант (Ed.2), при этом пороговое количество стран для официальной публикации установлено на уровне 6.

Дальнейшая деятельность Power SG сосредоточится на разработке проекта STANREC по совместимости зарядных устройств. Соответствующая аппаратная концепция была продемонстрирована на заседании Power SG в Стокгольме и будет базироваться на разьеме STANAG 4695. Необходимость такой стандартизации была признана по результатам военной игры в Будапеште в 2015 году. Для продвижения в этом направлении эксперты собрали информацию об аккумуляторных батареях, находящихся в эксплуатации, и рисках совместимости. Вполне вероятно, что в перспективе персональные хабы смогут поддерживать функцию подключения стандартизированных зарядных устройств, осуществляя зарядку носимого комплекта аккумуляторных батарей от портативного зарядного устройства в процессе движения солдата.

Что касается процесса разработки нового стандарта на комбинированный разъем для электропитания и передачи данных (STANAG xx и AEP “Power and data connector”), то по состоянию на октябрь 2017 года была завершена стадия окончательного определения случаев, когда такие разъемы необходимы (use cases). Проектом стратегии разработки стандарта определено, что сначала проблема комбинированного разъема будет решена на уровне солдата, а затем найденное техническое решение будет отмасштабировано на транспортные средства. Немаловажной дилеммой при этом является выбор интерфейса для передачи данных. В качестве возможных альтернатив рассматривается USB 2.0 (3.0) и Ethernet 100 Мбит/с (1 Гбит/с). Вообще отсутствие возможности подключения Ethernet является общим недостатком для известных конструкций хабов, хотя представители SAAB во время общения с автором на

своем выставочном стенде и выразили готовность адаптировать конструкцию своего хаба под нужды заказчика. Впрочем, использование Ethernet 1 Гбит/с на данном этапе эксперты полностью исключают, руководствуясь соображениями максимального продления времени работы аккумуляторов, поскольку существует опасение, что высокоскоростной интерфейс будет потреблять излишне много электроэнергии. Переход к оптоволокну мог бы упростить ситуацию с этой точки зрения, однако необходимость применения оптических соединений для хабов и интеграция в их состав медиаконвертеров является в этом случае сдерживающим фактором.

В целом, следует отметить, что *переход к использованию персональных хабов закладывает основу для внедрения в перспективе более скоростных радиосредств передачи данных* в тактическом звене управления. Речь идет о необходимости обеспечения передачи видео высокой четкости, не говоря уж о разрешении 4К, интеграции существующих протоколов передачи данных с тактическими системами дополненной реальности хотя бы для трансляции текстовых аннотаций, использовании для задач целераспределения информации, полученной от БПЛА или наземных роботизированных платформ и т. д. В этой связи автором в докладе на заседании подгруппы C4ISA и презентации на пленарном заседании LCG DSS в Стокгольме была представлена *концепция стандартизации тактических средств дополненной реальности, а также предложены новые типы модуляции сигналов для повышения скорости передачи данных тактических средств связи*. В частности, акцент был сделан на комбинации метода псевдослучайной перестройки частоты (FHSS) и ортогонального или неортогонального частотного дискретного мультиплексирования сигналов (OFDM и N-OFDM). В основе данного подхода лежит способ, описанный автором в патенте Украины на полезную модель № 122771 и впервые

анонсированный экспертам НАТО на заседании группы по стандартизации средств дополненной реальности AVT-290 в г. Утрехт 10–11 октября 2017 года. Суть этого подхода пояснена на рис. 7.

Использование сравнительно небольшого количества поднесущих (8–16) позволит многократно повысить скорость передачи данных, увеличить емкость и энергетическую эффективность тактических радиосетей при сохранении их помехозащищенности. В итоге обсуждения, с подачи представителя Украины, подгруппа C4ISA официально инициировала процесс поиска новой концепции форм сигналов взамен Loaned Radio в STANAG 4677. Что касается представленной концепции стандартизации дополненной реальности (Augmented Reality, AR), то эксперты C4ISA и LCG DSS сошлись во мнении о необходимости определиться с передачей соответствующих данных, поскольку средства AR приобретают все большую значимость. При этом важно установить, какие данные нужно передавать в реальном масштабе времени, а какие – в медленном темпе. В целом, изучение вопросов стандартизации AR будет продолжено, в том числе путем тестирования соответствующих средств во время учений на национальном уровне.

В заключение следует отметить, что интеграция средств дополненной реальности в экипировку солдата представляется одним из ключевых факторов, стимулирующих развитие технологии персональных хабов. Использование для воспроизведения информации

дополненной реальности не только визуальных, но и акустических, а также тактильных символов потребует необходимости подключения соответствующих средств воспроизведения данных и увеличения количества портов в персональном хабе солдата до 10–12. Не исключено, что переход к Интернету вещей в боевой экипировке приведет к применению не одного, а нескольких различных хабов, обеспечивающих коммутацию данных и питания в пределах одной или нескольких групп систем, отдельно по протоколам USB и Ethernet. Перспективным направлением является интеграция в хабы роутеров беспроводной передачи данных, а также определенных смарт-функций, ранее рассредоточенных по отдельным адаптерам, для преобразования параметров электропитания, сигналов одного протокола передачи данных в другой и т. п. В любом случае очевидно, что приход хабов в телекоммуникационный комплект солдата отнюдь не случаен и станет долговременным фактором. Поэтому следует инициировать исследования по формированию минимальных стандартных требований к этим элементам экипировки, оптимизации их применения и конструкции.

В. И. Слюсар, д-р техн. наук, проф.
(Центральный науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України)
Фото автора

Виставки вооружений 2018

ЯНВАРЬ

VietShip, 9-я международная выставка судостроения, морских технологий и перевозок

Время и место: 24.01–26.01, Ханой (Вьетнам).

Тематика: судостроение, морские технологии и перевозки; научно-технические разработки, проекты для судостроения; оборудование для судостроения; навигационное оборудование, гидрометеорологическое оборудование; сварочные технологии и материалы, оборудование тестирования; материалы для судостроения; краски, химикаты и ГСМ; внутренняя отделка судов; оборудование и материалы для обеспечения безопасности и выживания; порты и услуги: хранение, топливо, заправочные станции и транспортировка; перевозки морем.

ФЕВРАЛЬ

Singapore Air Show

Время и место: 06.02–11.02, Сингапур.

Тематика: оборона, вооружения; космическое, авиационное и аэропортовое оборудование.

DefExpo India

Время и место: 21.02–24.02, Гоа (Индия).

Тематика: вооружение сухопутных войск, средства ПВО, системы РЭБ и связи, авиационная техника, вооружение береговой охраны, бронетанковая техника и артиллерийские системы, специальное стрелковое оружие и экипировка сил специального назначения, военно-морская техника и вооружение, а также спутниковые и космические технологии и продукция двойного назначения (для потребительских нужд и обороны).

МАРТ

Boat Show

Время и место: 07.03–11.03, Москва (Россия).

Тематика: моторные и парусные яхты, катера, электролодки, электромоторы, вертолеты, конструкторские тримараны, понтоны, комплектующие, дайвинг-оборудование, снаряжение и прочие неотъемлемые составляющие мира водно-моторной техники.

ArmHiTec

Время и место: 29.03–31.03, Ереван (Армения).

Тематика: системы управления боем, БПЛА, средства обнаружения и досмотра, высокоточное оружие, лазерные технологии, оптико-электронное оборудование, средства ПВО, средства РЭБ, бронетехника, ракетно-артиллерийское вооружение и техника, военная авиация, боеприпасы всех типов, средства защиты, полигонное оборудование, тренажеры и симуляторы, средства экстренной медицины.

АПРЕЛЬ

FIDAE, авиасалон

Время и место: 03.04–08.04, Сантьяго (Чили).

Тематика: гражданская коммерческая авиация, военное авиастроение (вооружение, связь, комплектующие), наземное оборудование, космические технологии, техническое обслуживание.

DSA, 16-я Международная азиатская выставка и конференция систем и услуг в оборонной отрасли

Время и место: 16.04–19.04, Куала-Лумпур (Малайзия).

Тематика: вооружение сухопутных войск, средства ПВО, РЭБ и связи, авиационная техника, вооружение береговой охраны, бронетанковая техника и артиллерийские системы, специальное стрелковое оружие и экипировка сил специального назначения, военно-морская техника и вооружение, а также спутниковые и космические технологии и продукция двойного назначения.

ILA Berlin Air Show, Международная берлинская аэрокосмическая выставка и конференции**Время и место:** 25.04–29.04, Берлин (Германия).**Тематика:** авиационное и аэропортовое оборудование, беспилотные летательные аппараты, профессиональная подготовка летного состава и наземного персонала; коммерческое воздушное сообщение (включая услуги по техническому обслуживанию и уходу); космические полеты; вооруженные силы, оборона и безопасность; оборудование, двигатели и материалы.**Marrakech Air Show, 6-я международная авиационная выставка Северной Африки****Время и место:** 27.04–30.04, Марракеш (Марокко).**Тематика:** гражданское и военное авиастроение, оборона, вооружения, авиационное и аэропортовое оборудование.**МАЙ****SOFEX, 12-я международная выставка и конференция сил специального назначения****Время и место:** 08.05–10.05, Амман (Иордания).**Тематика:** оборона, вооружения, безопасность, защита.**ITEC, 28-я Европейская выставка и конференция оборонного тренинга, образования и тренажеров****Время и место:** 15.05–17.05, Штутгарт (Германия).**Тематика:** компьютерная техника, моделирование и тренажеры; оборудование для контроля; обучающие материалы, учебные материалы, дистанционное обучение; организация курсов и классов; визуальные системы, моделирование изображений и эффектов; оборудование для физического тренинга; тренажерное оборудование и системы по вооружениям; программное обеспечение; учебные пособия, консалтинг.**IDEB, 7-я выставка вооружений и специальных технологий****Время и место:** 16.05–18.05, Братислава (Словакия).**Тематика:** оружие и боеприпасы; танки, сухопутная военная техника и транспортные средства; военная авиация; средства управления войсками и разведки; технологии и услуги обеспечения безопасности; специальное оборудование и приборы наблюдения; оборудование и материалы для обслуживания и ремонта техники; средства для подготовки и тренировки личного состава армии и полиции; средства персональной защиты; радары, приемники и передатчики систем навигации, анализа и обработки сигналов.**KADEX, 5-я Международная выставка вооружения и военно-технического имущества****Время и место:** 23.05–26.05, Астана (Казахстан).**Тематика:** вооружение и военная техника; IT-технологии, связь; тыловое имущество, медицина; строительство и инфраструктура.**MBVI–2018 (HeliRussia–2018)****Время и место:** 24.05–26.05, Москва (Россия).**Тематика:** оборудование для аэропортов, гражданские и военные вертолеты, двигателестроение, приборостроение, беспилотные летательные аппараты и т. д.**ИЮНЬ****Комплексная безопасность****Время и место:** даты уточняются, Москва (Россия).**Тематика:** вооружения и технические средства сил спецназначения, технические средства пограничного и таможенного контроля, техника охраны, пожарная безопасность, средства спасения, медицина катастроф, экологическая безопасность, промышленная безопасность, ядерная и радиационная безопасность, безопасность информации и связи, а также транспортная безопасность.**Eurosatory, 26-я Международная выставка вооружений, технологий безопасности и средств защиты****Время и место:** 11.06–15.06, Париж (Франция).**Тематика:** оружие и боеприпасы; боевые машины; системы управления боем и информационного обеспечения.

UDT Europe, 31-я международная выставка и конференция, посвященная подводным оборонным технологиям**Время и место:** 26.06–29.06, Глазго (Великобритания).**Тематика:** судостроение, портовая инфраструктура, ВМС, оборона, вооружение, машиностроение, станкостроение, безопасность, защита.**Balt Military Expo****Время и место:** 25.06–27.07, Гданьск (Польша).**Тематика:** техническое оснащение польского военно-морского флота, спецназа, военной полиции и служб материально-технического обеспечения вооруженных сил, пограничной охраны, полиции, государственной пожарной службы, таможенной и тюремной служб.**ИЮЛЬ****Международный Дальневосточный морской салон****Время и место:** даты уточняются, Владивосток (Россия).**Тематика:** гражданское и военное судостроение, вооружения и техника ВМФ, оборудование, приборостроение и т. д.**Farnborough, международный авиасалон****Время и место:** 16.07–22.07, Фарнборо (Великобритания).**Тематика:** летательные аппараты всех типов и назначений, авиационные и космические двигатели, космические аппараты и спутники, разработка и производство летательной техники, компоненты и материалы для аэрокосмической отрасли, оборудование для аэропортов, ремонт и техническое обслуживание авиационной техники, летательные аппараты, представляющие историческую ценность, вооружение, авионика и наземное оборудование, разработки в области космических исследований, радары и системы наблюдения.**АВГУСТ****Армия, IV Международный военно-технический форум****Время и место:** 21.08–26.08, Москва (Россия).**Тематика:** сухопутные, морские и авиационные виды вооружений и военной техники, боеприпасы, оборудование, средства защиты, электроника, приборостроение, полигонное оборудование, биотехнологии и т. д.**СЕНТЯБРЬ****Land Forces Expo****Время и место:** 04.09–06.09, Авалон (Австралия).**Тематика:** содействие развитию промышленных, производственных и информационно-коммуникационных технологий Австралии в секторах военной обороны и безопасности.**MSPO, 26-я Международная выставка оборонной промышленности****Время и место:** 04.09–07.09, Кельце (Германия).**Тематика:** оборудование для защиты, броня, вооружение, ракеты и взрывчатые материалы, оборудование и материалы для химических атак и защиты, авиация и вооружение для противовоздушной обороны, военно-морское вооружение, оборудование для полиции; оборудование для пограничников, спасательное оборудование, транспортные средства, радио- и оптоэлектронное оборудование, коммуникации и информационные технологии, оборудование для полевой кухни, транспортировка и хранение продуктов питания, оборудование для распределения и хранения топлива, медицинское оборудование и материалы, индивидуальные аптечки и т. д.**MS&D, Marine Security & Defense, international conference on maritime security and defence****Время и место:** 06.09–07.09, Гамбург (Германия).**Тематика:** безопасность международных морских перевозок и морской инфраструктуры, развертывание военно-морских сил в международных кризисных операциях, цифровая безопасность под угрозой кибератаки и новые тенденции в военно-морских и экологических технологиях.

Africa Aerospace and Defence, Международная африканская выставка оборонной, аэрокосмической промышленности и технологий безопасности

Время и место: 19.09–23.09, Претория (ЮАР).

Тематика: оборонные системы, вооружение, космическая техника и технологии, авиационное и аэропортовое оборудование.

ADEX, 3-я Международная выставка оборонной промышленности

Время и место: 25.09–27.09, Баку (Азербайджан).

Тематика: техника, оборудование, вооружения и боеприпасы для сухопутных войск, ВВС, ВМС и силовых ведомств.

Kazakhstan Security Systems

Время и место: 26.09–28.09, Астана (Казахстан).

Тематика: комплексные технические решения для охраны объектов, современное аварийно-спасательное оборудование и техника, технические средства и экипировка для оснащения охраняемых компаний и правоохранительных органов.

ADAS, Asian Defense & Security

Время и место: 26.09–28.09, Манила (Филиппины).

Тематика: оборонные системы, безопасность и управление в чрезвычайных ситуациях.

ОКТАБРЬ

XV Международная специализированная выставка «Оружие и безопасность – 2018»

Время и место: 09.10–12.10, Киев (Украина)

Тематика: вооружение, средства защиты, военная и специальная техника, технологии и товары двойного использования, средства обеспечения пограничного контроля, военная авиация.

Future Force Forum

Время и место: 17.10–19.10, Прага (Чехия)

Тематика: международная платформа для обмена опытом и информации в сфере обороны и безопасности

HeliTech International

Время и место: 16.10–18.10, Амстердам (Голландия).

Тематика: крупнейшая в Европе вертолетная выставка, посвященная оборудованию, технике, аксессуарам, деталям, услугам и т. д.

EURONAVAL, 26-я Международная выставка и конференция военно-морской техники и вооружения

Время и место: 23.10–26.10, Париж (Франция).

Тематика: кораблестроение, вооружение и военная техника для ВМС, морская авиация, системы управления, телекоммуникации, навигационное оборудование, тренажеры.

Интерполитех

Время и место: 23.10–26.10, Москва (Россия).

Тематика: полицейская и военная техника, боеприпасы, средства индивидуальной защиты, спецэкипировка, амуниция, оптика, средства связи, информационная безопасность, средства экстренной медицины.

Milipol

Время и место: 29.10–31.10, Доха (Катар).

Тематика: полиция, береговая и приграничная безопасность, безопасность портов и аэропортов, спецподразделения, таможня, гражданская оборона, охрана режимных объектов и периметра, защита промышленных объектов.

НОЯБРЬ**Airshow China**

Время и место: 06.11–11.11, Чжухай (Китай).

Тематика: самолеты и вертолеты (военные и гражданские), системы управления воздушным движением, авиационные двигатели и силовые установки, ангары для самолетов и вертолетов, производство самолетов, оборудование для аэропортов, моделирование полета и тренировка пилотов, ракеты, реактивные снаряды, искусственные спутники, оборудование для тестирования, ремонтное оборудование, гидравлические, воздушные, электронные системы, авиационная радиоэлектроника, оптоэлектроника, навигационные системы, системы связи; радарные установки, погрузочно-разгрузочное оборудование для грузовых самолетов; контейнеры, оборудование, обеспечивающее безопасность работ, противопожарное и защитное оборудование, услуги и пр.

Indo Defence Expo & Forum

Время и место: 07.11–10.11, Джакарта (Индонезия).

Тематика: вооружение и военная техника, применяемые в сухопутных войсках, военно-воздушных и военно-морских силах стран Юго-Восточной Азии.

Bahrain International Airshow

Время и место: 14.11–16.11, авиабаза Сахир (Бахрейн).

Тематика: гражданская и военная авиация, авиационные двигатели и силовые установки, вооружение, боеприпасы, оборудование для аэропортов и т. д.

IDEAS, The International Defence Exhibition and Seminar

Время и место: 27.11–30.11, Карачи (Пакистан).

Тематика: системы защиты, военное оборудование, вооружение, боеприпасы, военная техника.

Japan Aerospace

Время и место: 28.11–30.11, Токио (Япония).

Тематика: авиационно-космическая промышленность и смежные отрасли.

ДЕКАБРЬ

Exponaval, XI Международная военно-морская выставка и конгресс для Латинской Америки

Время и место: 04.12–07.12, база Конкон (Вальпараизо, Чили).

Тематика: технологии, изделия, услуги и оборудование для военно-морской сферы

Resume

MILITARY TECHNICAL POLICY

Dykhanovskiy V. M., *Doctor of Technical Sciences, Senior Research Fellow*

Rusevych A. O., *Senior Research Fellow*

(Central Research Institute of Armaments and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv),

Egginton B., *Doctor of Science*

(Defence Academy of the United Kingdom, Shrivenham, Wiltshire)

CONCEPT OF PLANNING OF WEAPONS DEVELOPMENT ON THE EURO-ATLANTIC APPROACHES BASIS

The procedures of defence planning remain imperfect in Ukraine. They are not coordinated with the budgetary process. Mechanisms for program management of defence resources are imperfect. Defence planning is still based on the absolute centralization of power and total state ownership of the means of production, although the economy of modern Ukraine is laid in the conditions of the market and equality before the Law of all economic entities. These circumstances require fundamentally different approaches to defence planning, the allocation of resources and the implementation of those plans. It is expedient to use Euro-Atlantic approaches in the defence planning system. Therefore, in this article we are outlining a concept for planning the development of armaments and military capability, based on the methodology of value-oriented project, program and portfolio management integrated into the system for planning the development and procurement of weapons and military equipment in Ukraine.

It is shown that in the NATO countries, due to its effectiveness, the use of project, program and portfolio management and a "portfolio approach" becomes more and more popular to the management of the development of organizations. Cranfield University at the Defence Academy of the United Kingdom has supported the implementation of these approaches in UK Defence and most recently, as part of UK Defence Reform.

To form the concept, the definition of the notions "project", "program", "portfolio", "vision", "mission", "value" and other notions on the basis of which it is proposed to develop the weapons development program:

The vision is to ensure the defence of Ukraine, protect its sovereignty, territorial integrity and inviolability. Accordingly, the mission consists in a comprehensive re-equipment of the Ukraine Armed Forces structural units with weapons and military capability that align to its strategic vision.

The project is a package of concerted actions aimed at creating a unique product.

The program is an organic combination of a projects package aimed at realizing a global task that is unattainable in the case of managing individual projects.

Portfolio is the whole set of the organization's investments in the changes necessary to carry out strategic tasks.

The foreground of the concept of planning for the armaments and military equipment development on the basis of Euro-Atlantic approaches is the notion of "value", since the Euro-Atlantic approaches to the defence planning system are based on the methodology of value-oriented project, programs and portfolios management. Here, the utilitarian concept of value is used. Characteristic features for the concept of "value" are defined: this is the military or 'business' need for which the program or portfolio is being developed and implemented; it is what we are ready to pay for and is assessed as being affordable; this is a prioritized option that will enable the customer to achieve the its objectives and outcomes and ultimately deliver its strategic goals.

It is suggested to calculate the portfolio value as the difference between the quantities characterizing the state of the Ukraine Armed Forces after the implementation of the portfolio and without its implementation. As a state of the Ukraine Armed Forces, it is possible to consider their defensive potential, or a set of available capabilities. Therefore, the value of such a portfolio as weapons development program can be defined as the difference between the levels of defence capabilities of the Ukraine Armed Forces after the implementation of the portfolio and without its implementation. The value of the weapons development program can also be defined as the whole set of the capabilities of the Armed Forces, which are added as a result of the implementation of this program. The value of the portfolio approach should be such that its implementation would ensure the

improvement of the state of the Ukraine Armed Forces to a level sufficient to fulfill the requirements of the Constitution of Ukraine.

In the future, it is necessary to develop a methodology for determining the state of the Ukraine Armed Forces as an essential element for determining the value of the portfolio.

The development of methods for assessing the effectiveness of the execution of the weapons development program and the definition of quantitative indicators for this purpose is a separate scientific task that requires an immediate solution.

Dykhanovskiy V. M., *Doctor of Technical Sciences, Senior Research Fellow*

(Central Research Institute of Armaments and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv),

Myronyuk S. S., *Head of Investment Company, Kyiv*

EXPANSION OF ARMAMENT PROCUREMENT BY MEANS OF CORRUPTION RISKS LOWERING

An analysis of the state of corruption in the procurement system of armament and military equipment in Ukraine suggests that this sphere of state activity remains critical. The effectiveness of measures for the development of the Armed Forces of Ukraine directly depends on reducing the level of corruption risks in the state bodies of the defense sector. The losses from corruption scams during public procurement procedures actually reduce the funding allocated for the development of the Armed Forces to 15 percent annually. The plundering of public funds during procurement of armament and military equipment reduces the amount of material resources for the Armed Forces of Ukraine, and also reduces the quality of purchased weapons and military equipment. Together, this leads to a significant deterioration in the combat capabilities of the Armed Forces as a whole.

In recent years, Ukraine has made a notable step towards overcoming corruption, including in the system of procurement of armament and military equipment. But the anti-corruption potential of civil society remains insufficiently involved. With the aim of attracting him to overcoming corruption in the system of procurement of armament and military equipment, it is proposed to influence public officers through civil organizations that do not meet the standards of integrity. To do this, it is necessary to develop a list of criteria that will be considered signs of receiving illegal benefits by public officers. A civil organization, on its own initiative, should identify public officers who do not meet the standards of integrity and have signs of obtaining illegal benefits through corrupt acts according to established criteria. The identified public officers must be dismissed from their positions without the right to re-appointment within a specified period.

Civil organizations with similar powers should be formed by oppositional political forces and should be accountable only to the relevant bodies of the Group of States against Corruption (GRECO).

An effective anti-corruption fuse considers the system of recommendations to candidates for positions of public officers who make decisions in the system of public procurement in the interests of defense. A prerequisite for appointment to this position should be the receipt of written recommendations from three authoritative people in this field or public figures. These recommendations are published and further the experts are responsible for its activities – at least, reputationally and politically.

The proposed impact of civil organizations in countering corruption in the procurement of armament and military equipment can be effective only if the maximum possible transparency of such purchases and cooperation with the media.

ARTILLERY WEAPONS & SMALL ARMS

Shyiko O. M., *PhD in Engineering Sciences, Ass. Professor,*
(*Sumy National Agrarian University, Sumy*),
Polenica P. V., *PhD in Engineering Sciences, Ass. Professor,*
Sergeev S. V., *Senior Research Fellow*
(*Missile Force and Artillery Research Center, Sumy*)

DEFINITION OF THE DERIVATION OF ARTILLERY SHELLS BY MEANS OF CALCULATIONS

The system of the differential equations for settlement definition of a derivation of the artillery shells stabilized by rotation is given in article. The system consists of the differential equations of the movement of the center of mass of a shell and the differential equation of change of angular speed of rotation of a shell at the movement on a trajectory as a result of aerodynamic friction.

Keywords: artillery shell, derivation, differential equations, center of mass of a shell, angle of dynamic balance, normal component of force of resistance, angular speed of rotation of a shell.

Senatorov V. M., *PhD in Engineering Sciences, Ass. Professor,*
Gurnovych A. V., *Doctor of Technical Sciences,*
(*Central Research Institute of Armaments and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv*),
Senatorov M. V., *PhD in Engineering Sciences*
(*«UA.RPA Ltd», Kyiv*).

COLLIMATOR SIGHT RETICLE FOR SUBMACHINE GUN

Design methodology of collimator sight reticle for submachine gun was developed in paper. Reticle includes two additional sight marks "red dot" type. Reticle permits to simplify a shooting to movable target.

Keywords: collimator sight, reticle, movable target.

TACTICAL WHEELED VEHICLES

Krajnyk L., *Doctor of Technical Sciences, Professor*
(*Lviv Polytechnic National University, Lviv*)
Hrubel M., *PhD in Engineering Sciences, Associate professor*
(*Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy, Lviv*)

PROBLEM OF UPDATING MOTOR TRANSPORT POOL OF THE ARMED FORCES OF UKRAINE AND FORMATION OF MILITARY AUTOMOTIVE EQUIPMENT OF ADVANCED TYPE IN THE CONTEXT OF MODERN TRENDS

The article substantiates the relevance of the study of military scientific and scientific and technical support of works peculiarities on creation of military automotive equipment (MAE) modern models and directions for improving their efficiency.

This is connected with the analysis of the situation regarding the formation of MAE of the advanced type for the Armed Forces of Ukraine needs, taking into account the current regulatory requirements and trends of the development of world leading armies, as well as analysis of the possibilities of domestic automobile and machine building in relation to the organization of MAE of advanced type production.

Herewith, the methodology of the approach is based on the program-target method of development of armaments and military equipment planning in accordance with the defining provisions of the updated state defense program within the framework of measures on the development of the military-industrial complex (MIC) of Ukraine.

On the other hand, it is also based on radical changes in the nature of modern military conflicts starting from the doctrine of positional wars to highly mobile, so-called network-centric, military actions that significantly expanded the zone of brigade formations action in both the width of the front and the depths.

Taking into account the experience of the armies of the advanced countries, over the past 20-25 years, the transition to new models of MAE that meet modern requirements regarding mobility support of military operations in modern conditions has taken place.

The modern state of the motor transport pool and MAE of the Armed Forces of Ukraine has been considered. From the analysis of trends in the development of MAE in the NATO forces and the need to renew outdated fleet of Ukrainian Armed Forces, a promising type of all-wheel drive (MAE) and component unified combat and special wheeled vehicles has been formed, taking into consideration potential of domestic machine building and critical import of major vehicle component parts and assemblies. At the same time, changes in approaches to formation and classification of MAE and the regulatory framework in relation to the mass-dimensional characteristics, first of all axle loads, stability and movement control, as well as braking characteristics are taken into account.

Keywords: analysis of the motor transport pool, tendencies of MAE development, formation of advanced type.

AIR DEFENSE SYSTEMS

Nikolaev I., PhD in Engineering Sciences, Research Fellow
(Kharkiv National Ivan Kozhedub university of Air Forces)

SUGGESTIONS ON THE USAGE OF FOREIGN COMPONENT BASE IN THE RADIO ELECTRONICS OF THE ANTI-AIRCRAFT MISSILE ARMAMENTS THAT ARE NOT SUBJECT TO THE AUTHORIAL SUPERVISION

Proposals are justified in order to streamline the legal mechanism that regulates the order of use of foreign component base in the systems (complexes) of anti-aircraft missile armaments that are not subject to authorial supervision, in order to keep them in the service conditions using technological basis of enterprises and establishments of Ukrainian forces without their developers and manufacturers participation.

Keywords: element component base, system (complex) of anti-aircraft missile arms, certification tests, acceptance on a supply, bulletin of revisions.

MISSILE SYSTEMS

Lanetskii B. N., Doctor of Science, Professor,
Lukyanchuk V. V., Doctor of Philosophy, Senior Research,
Nikolaev I. M., PhD in Engineering Sciences, Senior Researcher,
Trofimenko Yu. V., Researcher
(Scientific Center of Aircrafts, Senior Research Associate of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv)

ESTIMATION OF POSSIBILITY AND TERMS OF EMPLOYMENT OF ANTI-MISSILE MANEUVER AND RADIO ELECTRONIC COUNTERMEASURES BY A HIGH-SPEED CRUISE MISSILE FOR BREAKING THROUGH THE KILL ZONES OF AIR DEFENSES

Based on the simulation results, we have analyzed the conditions, in which a high-speed cruise missile can break through active air defense zone by means of anti-missile maneuvers and deceptive electronic countermeasures. The results are presented of study that shows how the zooming and diving parameters of the CM maneuver affect the value of the surface-to-air missile (SAM) miss. We show that value of the SAM miss, and consequently, the CM survival probability substantially depends on the distance between objects at the moment when evasive maneuver begins, as well as on a kind and parameters of maneuver. We present

the ranges of required distances between the CM and SAM at the moment of beginning of maneuver, that ensure that required values of the CM kill probability are achieved. We formulated basic tasks and principles of operation for the on-board countermeasures complex, which can be installed on a CM for it to effectively break through the kill zones of modern air defense systems.

Keywords: cruise missile, evasive anti-missile maneuver, active noise interference, breaking through the AD zone, diving, zooming, miss, probability of survival.

MILITARY AIRCRAFTS

Smirnov V. O., *PhD in Engineering Sciences, Senior Research Fellow*

(Central Research Institute of Armaments and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv),

Nerubatsky V. O., *PhD in Engineering Sciences, Senior Research Fellow*

(Kharkiv National University Air Force Named After I. Kozhedub, Kharkiv)

METHODICAL ASPECTS OF RESEARCH ON AIRCRAFT HANDLING QUALITIES RATIONING: APPLICATION OF THE SCALE OF PILOT RATING

This article is devoted to one of the mandatory tools of the explorer of the handling properties of the aircraft - the scale of pilot rating of the aircraft. Based on the critical analysis of the existing foreign and domestic scales of pilot rating of aircraft, the experience of carrying out research with their application in field experiments, a five-point scale for the qualitative rating of aircraft handling qualities was proposed. This scale can be used in studies evaluating the effect of aircraft dynamics on the quality of its piloting pilot and their rationing.

Nor P. I., *Ph.D. in Engineering Science, Senior Research Fellow*

(Central Research Institute of Armaments and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv)

MODERN TRENDS OF THE JET TRAINER DEVELOPMENT

The analysis of the main aircraft performance characteristics (APC) of new jet training aircraft (TA) for the past few years has revealed a number of new trends in their development. Along with the improvements and serial production of existing types of multifunctional third-generation jet TA (T-50, Yak-130, M-346, L-15), new jet TAs with significantly smaller mass-size and better technical and economic characteristics were developed and developed.

Among them we can find experimental samples of light TAs as EM-10 Bielik (Poland), Javelin AJT (USA), developed by small private companies, Russian CP-10 and the Italian M-345 that were recently developed and are passing flight tests. The developers regard them as an alternative to the existing and new reactive TAs from the economic point of view and turboprop TAs from a methodological point of view when applying, primarily, during basic flight training stages.

The wide spread of light jet TAs, mass and operational characteristics of which are 2-3 times smaller than the existing TAs of the third generation, is hindered by a number of objective and subjective reasons. But created on the basis of advanced aviation technologies, the above-mentioned flying models of such equipment really demonstrate the obvious prospect of the development of light jet TAs of third-generation. An analysis of their main APC has made it possible to clarify and actualize the main distinguishing features of jet TAs of third-generation.

Keywords: training aircraft, aircraft performance characteristics, distinctive features of development of aircraft generations.

NAVY ARMAMENT & EQUIPMENT

Leiko O., *Doctor of Engineering Science*

(National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"),

Derepa A., *PhD*,

Averichev I.,

Kocharian O.,

(Central Research Institute of Armaments and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv)

FEATURES OF PROVIDING ENERGY EFFICIENCY OF RADIATION OF HYDROACOUSTIC STATIONS

The energy efficiency of the radiation paths of hydroacoustic stations is determined by the possibilities of maximum transmission of electrical energy from the generator devices of the hydroacoustic station (HAS) to the radiators and the efficiency of converting into acoustic energy. The above factors greatly complicates the task of coordinating generators with radiators, and makes to redefine the parameters of the electric fields of its radiators with change in the parameters of the antenna or its elements. The purpose of the paper is to investigate the input electrical resistance and their active and reactive components of circular cylindrical power radiators in the composition of circular cylindrical antennas with a screen when the composition of the piezoceramic applied to the antenna in the mode of sector radiation is changed.

By the strict method of bound fields in multidirectional domains, the calculated relations are obtained for quantitative estimation of the parameters of electric fields of cylindrical piezoceramic radiators with circular polarization during their work in the form of circular antennas with a screen.

The analysis of the frequency properties of the input electrical resistances allowed to establish that under certain conditions, at separate frequencies or frequency bands, individual circular antenna radiators with the screen can switch from the modes of selection of electric energy from the generators of the radiation paths of the HAS to the mode of returning it to these devices due to the absorption of acoustic energy fields from the external antenna and determine these conditions. The established effects can negatively influence the energy efficiency of the radiation paths of the HAS and significantly impede the harmonization of its radiators with their oscillating generators. It is shown that one of the possible tools for controlling this process is the selection of the piezoceramic composition used in the antenna radiators.

INFORMATION SYSTEMS

Dovhopoliy A. S., *Doctor of Engineering Science, Professor*

(Central Research Institute of Armaments and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv),

Ponomarenko S. O., *Ph.D. in Engineering Science, Senior Research Fellow*

(State Research Aviation Center),

Tverdohlibov V. V., *Ph.D. in Engineering Science, Senior Research Fellow*,

Biloborodov O. O., *Ph.D. in Engineering Science*

(Central Research Institute of Armaments and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv)

IMPROVEMENT OF THE SATELLITE NAVIGATION SYSTEMS OF WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT IN CONDITIONS OF JAMMING

Satellite navigation systems can be disabled by means of electronic warfare. The article assesses the state of the development of means of jamming satellite navigation systems. Directions for increasing the noise immunity of navigation systems for military installations are determined. The recommendations for the development of an integrated navigation system for operation in the conditions of interference from enemy electronic warfare complexes have been substantiated.

Key words: satellite navigation, radio electronic control, noise immunity, integrated systems

PRODUCTION, MODERNIZATION, MAINTENANCE

Lyubarets A. A., *Head of the Operation, Reliability and Testing Division, Ph.D. in Engineering Science (State Kyiv Design Bureau “Luch”, Kyiv),*

Shatrov A. M., *Ph.D. in Engineering Science, Leading Research Fellow, Senior Research Fellow (State Aviation Research Institute, Kyiv),*

Syshanov M. O., *Leading Research Fellow*

(Central Research Institute of Armaments and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv),

Pavlovskiy I. V. *Deputy Defense Minister*

METHODOLOGICAL BASE OF THE SUBSTANTIATION OF STRUCTURE OF DESTRUCTION FACILITIES SUPPORT SYSTEM THAT ARE NOT SUBJECT TO THE AUTHORIAL SUPERVISION

The article considers the issue of development of methodological bases of construction of destruction facilities support system that are not subject to the authorial supervision, and the statement of general requirements to its structure, based on the study of lifting general methodology. It is outlined that in terms of scientific, methodological and organizational aspects the destruction facilities support system should include the complex of closed scientific, production, technological, normative and methodical cycles that provide system tasks solution. However, it should be based on the legislative and normative-legal base of Ukraine, scientific and production-technological possibilities of domestic enterprises and establishments.

Формат 60 x 84 1 / 8. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman. Друк офсетний.
Обсяг 7,8 ум. др. арк., 9 обл.-вид. арк. Наклад 250 прим. Зам. № 1714-1.

Видавничий дім Дмитра Бураго

Свідоцтво про внесення до державного реєстру ДК № 2212 від 13.06.2005 р.

04080, Україна, м. Київ-80, а / с 41

Тел. / факс: (044) 227-38-28, 227-38-48; **e-mail:** info@burago.com.ua, **site:** www.burago.com.ua