

ЗМІСТ

<u>№</u> <u>з/ч</u>	<u>Назва</u>	<u>Стор.</u>
1.	ДРОЗДОВ С.С. Військова частина А0215. ЛЕОНТЬЄВ О.Б., НАУМЕНКО М.В. Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба. Проблемні питання синтезу програм переозброєння тактичної авіації Повітряних Сил Збройних Сил України на довгострокову перспективу	10
2.	ХАРЧЕНКО О.В., ПАЩЕНКО С.В. Державний науково-дослідний інститут авіації. Концептуальні засади подальшого розвитку авіації Збройних Сил України	12
3.	АГАМОВ Л.Г., ВОЗНЮК М.М., ЄРКО В.Б. Державний науково-дослідний інститут авіації. Шляхи забезпечення справності резервних і аварійних джерел живлення бортового обладнання військової авіаційної техніки	14
4.	АРТЮШИН Л.М., КОНОНОВ О.А. Державний науково-дослідний інститут авіації. Формування вимог до складу бортового обладнання та наземної станції керування груповим застосуванням безпілотних літальних апаратів	15
5.	АРТЮШИН Л.М., ЧЕМЕРИС Є.І. Державний науково-дослідний інститут авіації. Перспективні шляхи реалізації ресурсних показників елементів конструкцій авіаційних двигунів	17
6.	БОГОСЛАВЕЦЬ С.О., ЛУЖБИНА О.Б. Державний науково-дослідний інститут авіації. ПАЩЕНКО О.В. Військова частина А1906. Термінологія та класифікація в області безпілотної авіаційної техніки військового призначення	18
7.	БОНДАР А.В., ШУМІЛІН Г.О., КАРАСЬОВ О.Г. Державний науково-дослідний інститут авіації. Узагальнення досвіду продовження календарних строків служби двигунів РУ19А-300 в умовах експлуатації	20
8.	ВОЛЧЕНКОВ О.В., МАМОНОВА Н.Л. Державний науково-дослідний інститут авіації. До питання вибору структури та технічних характеристик бортової системи електропостачання БпЛА класу II	21

9.	ГОЛОВІН О.О. Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України. Підходи щодо формування індексної зони в інформаційно-аналітичній системі управління розвитком озброєння та військової техніки	22
10.	ГОРОХОВ Г.Т., НАУСЕНКО Б.Ю. Державний науково-дослідний інститут авіації. Математична модель прогнозування надійності конструкції планера повітряних суден з продовженим строком служби	23
11.	ГРІДІН Ю.В. Управління стандартизації, кодифікації та каталогізації. Стан перегляду міждержавних стандартів системи розроблення та поставлення на виробництво озброєння та військової техніки	24
12.	ДОБРИДЕНКО О.М., СТРЕЛА М.О. Державний науково-дослідний інститут авіації. Оцінка (класифікація) силових елементів літальних апаратів за областями технічного стану з використанням статистичного методу розпізнавання та методу експертів	25
13.	ДОВЖУК Д.В., ШАТРОВ А.М., ВАБЩЕВИЧ О.В. Державний науково-дослідний інститут авіації. Методичний підхід обґрунтування кількості авіаційних керованих ракет, необхідної для забезпечення заданих показників вірогідності результатів контрольних льотних випробувань	26
14.	ДУДКІН І.П., ЛОГВИНЕНКО М.М. Державний науково-дослідний інститут авіації. Визначення шляхів зниження витрат на експлуатацію і ремонт бортового обладнання військової авіаційної техніки	27
15.	ЄВЧИК В.С., УДОД А.М., СКОКОВ О.І. ДП “Український науково-дослідний конструкторсько-технологічний інститут еластомірних матеріалів і виробів”. Создание адгезивов для изготовления резиноармированных изделий, комплекующих специальную технику	28
16.	ЄРКО В.Б., ХРАМЧЕНКО В.А., БАБКІНА Т.В. Державний науково-дослідний інститут авіації. До питання подальшої експлуатації парку однотипних виробів бортового обладнання військової авіаційної техніки	29
17.	ЄРМОЛАСВ І.Р., ПОЧЕРНЯЄВА С.І. Державний науково-дослідний інститут авіації. Дослідження впливу ракет, створених на базі систем залпового вогню, на аеродинамічні характеристики літака Су-27, оснащеного такими ракетами, в аеродинамічній трубі АТ-1	30

18.	ЖЕВТЮК О.А. Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України. Щодо шляхів оснащення розвідувальною авіацією на середньострокову перспективу	31
19.	ЗАПАДИНЧУК О.П. Секція з оборонних проблем Міністерства оборони України при Президії НАН України. Проблемні питання імпортозаміщення при розробці і ремонті авіаційної техніки Збройних Сил України	32
20.	ЗАРІЦЬКИЙ І.В., ЧЕЛОБИТЧЕНКО О.О. Державний науково-дослідний інститут авіації. Вплив четвертої технічної революції на розвиток бортових систем електропостачання літальних апаратів	34
21.	ЗАХАРІН Ф.М., КАРНАУХ Т.І. Державний науково-дослідний інститут авіації. Напрями вдосконалення навігаційних комплексів тактичних літаків	36
22.	ЗІАТДІНОВ Ю.К., УЛІЗЬКО В.І. Державний науково-дослідний інститут авіації. ВОРОНІН А.М. Національний авіаційний університет. Постановка задачі оцінки проблемних ситуацій	37
23.	ЗІРКА М.В. Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України. Актуальні питання інтеграції ризик-менеджменту під час супроводження життєвого циклу зразків озброєння та військової техніки	39
24.	КАРПІНОС Б.С. Інститут проблем міцності імені Г.С. Писаренка НАН України. КОВЕЛЬ П.П., КАРПЕНКО О.В. Державний науково-дослідний інститут авіації. Аналіз напружено-деформованого стану силової конструкції шарнірного вузла крила літака типу Су-24	41
25.	КОЗЛОВ В.Г. Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України. Проблемні питання щодо створення сучасних каналів зв'язку та передачі даних	42
26.	КОРИТЬКО О.І., ПІДЧИБІЙ Л.В. Державний науково-дослідний інститут авіації. Проблеми забезпечення ефективної підготовки військових льотчиків України	43
27.	КРИВОВ Г.О., ШУЛЕПОВ В.М., КАЙНОВ М.М. АТ "УкрНДІАТ". КРАВЧЕНКО І.Ф., СТЕПАНЕНКО С.М., АТАНАСОВА А.А. ДП "Івченко-Прогрес". Корпоративна система нормативних документів в інтересах підприємств і організацій авіаційної промисловості України	45

28.	КРИВОВ'ЯЗ А.Т., КУЛЮКІН В.О. ДП “Оризон-Навігація”. Розробка і виробництво вітчизняної апаратури супутникової навігації	46
29.	КУБАРЬ С.В., ПАУТИНКА В.М. Державний науково-дослідний інститут авіації. Щодо сучасного стану та перспектив оновлення парку військово-транспортних літаків авіації Збройних Сил України	47
30.	ЛАДИК М.О. Державний науково-дослідний інститут авіації. САМОЙЛЕНКО Н.М. Національний університет оборони України імені Івана Черняховського. Особливості впровадження уніфікованих наземних автоматизованих комплексів обробки польотної інформації повітряних і космічних систем	48
31.	ЛОБУНЬКО О.П., САМУЛЄСВ В.В. Державний науково-дослідний інститут авіації. Концепція відновлення та підтримання справності компонентів авіаційних силових установок винищувачів типу Су-27 і МиГ-29 на період до 2035 року	49
32.	ЛОБУНЬКО О.П., САМУЛЄСВ В.В., ШУЛЬГІН А.А. Державний науково-дослідний інститут авіації. Спосіб експлуатації основних деталей роторів авіаційного двигуна військового призначення	50
33.	ЛОБУНЬКО О.П., ЧЕМЕРИС Є.І. Державний науково-дослідний інститут авіації. Обґрунтування шляхів застосування критичних компонентів в авіаційних двигунах винищувачів	51
34.	МАВРЕНКОВ О.С., МАТВІЙЧУК С.В. Державний науково-дослідний інститут авіації. Багатокритерійна оцінка авіаційних тренажерних комплексів	52
35.	МАНУЛІН Ю.О., УСТІНОВ С.В. Державний науково-дослідний інститут авіації. Вибір альтернативного варіанту щодо заміни заклепок по ОСТ 1 11200-73 на сучасні зарубіжні аналоги для забезпечення вібраційної стійкості заклепкових з'єднань ступок верхнього входу повітрязабірника літаків типу МиГ-29	53
36.	МАРЧЕНКО В.Я. Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України. Пропозиції щодо розробки навчальної авіаційної бомби малого калібру	54
37.	МЕДВЕДЕСВ Г.А. Державний науково-дослідний інститут авіації. Актуальність та проблеми модернізації літаків розвідувальної авіації	55

38.	НАГОРНИЙ Л.В., ЖИКОЛ П.О. Державний науково-дослідний інститут авіації. Досвід досліджень з продовження призначених строків служби генераторів СГС-40ПУ	56
39.	НІКІТЧЕНКО В.І., ТЕЛЕВНИЙ І.В. Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки. БАШИНСЬКИЙ Д.В. Державний науково-дослідний інститут авіації. Результати чисельного моделювання польоту керованої авіаційної бомби в турбулентній атмосфері	57
40.	НОВОСАД Л.Ю. Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України. Підходи оптимального вибору основного бойового літака для потреб Збройних Сил України	59
41.	ПЕЧУРА Д.С. Державний науково-дослідний інститут авіації. КРИЖАНІВСКИЙ Є.С. ДП “Державне Київське конструкторське бюро “Луч”. Методологічні основи оцінки результатів ремонту авіаційних керованих ракет	61
42.	ПІЛЬКЕВИЧ І.А., ЛОБОДА Р.І. Житомирський військовий інститут імені С.П. Корольова. Перспективні напрями підвищення ефективності функціонування безпілотних авіаційних комплексів	62
43.	ПОНОМАРЬОВ О.І., РОКУНОВА М.А. Державний науково-дослідний інститут авіації. Технічні аспекти оснащення літаків тактичної авіації аеробалістичними керованими ракетами	64
44.	РОДІЧЕВ Ю.М., СОРОКА О.Б., ШАБЕТЯ О.А., БОДУНОВ В.Є. Інститут проблем міцності імені Г.С. Писаренка НАН України. Балістична стійкість перспективного скління для авіаційної техніки	65
45.	САМОЙЛЕНКО О.В., ЛАДИК М.О. Державний науково-дослідний інститут авіації. Перспективи розвитку оперативних та стратегічних безпілотних авіаційних комплексів в інтересах Збройних Сил України	67
46.	СІЛКОВ В.І. Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України. Літаюча модель замість аеродинамічної труби	68
47.	СКЛЯР О.І., БСЛІНСЬКА Р.Б. Державний науково-дослідний інститут авіації. Результати аналізу експлуатаційної надійності літальних апаратів державної авіації України	69

48.	СКЛЯРОВ О.Г., ДДЕНКО Ю.Л. Державний науково-дослідний інститут авіації. Оцінювання льотно-технічних характеристик літака Су-27 при його оснащенні ракетами, створеними на базі ракет систем залпового вогню	71
49.	СМЕТАНКІНА Н.В. Інститут проблем машинобудування імені А.М. Підгорного НАН України. Розрахункові методики оцінки міцності авіаційної техніки	72
50.	СОРОКІН Д.М., СОРОКІНА О.М. Державний науково-дослідний інститут авіації. Визначення шляхів створення сучасних автоматизованих наземних систем підготовки польотного завдання	74
51.	СОРОЧАН А.Г., ІЛЬІН О.І. Національний авіаційний університет. ІЛЬІНА О.В. Державний науково-дослідний інститут авіації. Кореляційний метод вимірювання дальності (висоти)	75
52.	СТАНКЕВИЧ С.А., КОНДРАТОВ О.М., ГЕРДА М.І., МАКАРЕНКО С.Л., ПОДКУР О.Р. Військова частина А1906. Технологія автоматизованого розпізнавання об'єктів на багатоспектральних аерокосмічних знімках за їх спектральними характеристиками	77
53.	СТЕШЕНКО П.М., ІСАКЖАНОВ Р.А. Державний науково-дослідний інститут авіації. Проблемні питання при застосуванні безпілотних авіаційних комплексів І класу підрозділами Збройних Сил України	79
54.	СТОРОЖУК С.М., ІЛЬІНА О.В. Державний науково-дослідний інститут авіації. Методологічні основи формування структури системи підтримання справності авіаційних керованих ракет іноземної розробки і виробництва	80
55.	СТРЕЛЯ М.С., БОЛОГІН А.С. Державний науково-дослідний інститут авіації. Розроблення методики кластеризації технічного стану силових елементів літаків-винишувачів	81
56.	ТАРАНЕНКО В.В., КОЦУРЕНКО Ю.В. Державний науково-дослідний інститут авіації. Основні вимоги до перспективного морського патрульного вертольота	82
57.	УДОД А.М., ЄВЧИК В.С., СКОКОВ О.І. ДП "Український науково-дослідний конструкторсько-технологічний інститут еластомірних матеріалів і виробів". Создание высокомолекулярного эластомерного материала для изделий специального назначения	83
58.	УДОД А.М., СКОКОВ О.І., ВОЛОВЦІКОВА В.В. ДП "Український науково-дослідний конструкторсько-технологічний інститут еластомірних матеріалів і виробів". ДУДНИК О.Г., МАЗУР А.В. ДП "Конотопський авіаремонтний завод "Авіакон". Заклучний етап у виробництві та випробуванні м'яких паливних баків для вертольотів типу Ми-24	84

59.	УДОД А.М., СКОКОВ О.І., ЄВЧИК В.С. ДП “Український науково-дослідний конструкторсько-технологічний інститут еластомірних матеріалів і виробів”. Розробка нових гум і клеїв за програмою імпортозаміщення для виготовлення гумотехнічних виробів, які комплектують ракетну і ракетно-космічну техніку	85
60.	УЛТЕНКО Ю.О., ЄЛАНСЬКИЙ О.В., КРАВЧЕНКО І.Ф. ДП “Івченко-Прогрес”. Роботи Державного підприємства “Івченко-Прогрес” щодо розвитку сімейства двигунів АІ-322	87
61.	УЛТЕНКО Ю.О., ЄЛАНСЬКИЙ О.В., ЧЕРНИХ М.В., КРАВЧЕНКО І.Ф. ДП “Івченко-Прогрес”. Науково-технічні напрацювання Державного підприємства “Івченко-Прогрес” щодо створення повітряно-реактивного двигуна в рамках аванпроєкту літального апарату “Блискавка”	88
62.	ХАТУНЦЕВА З.В., МАРАКУЛІН О.Ю. Державний науково-дослідний інститут авіації. Щодо ефективності бортового наведення винищувача при ураженні безпілотного літального апарата	89
63.	ЦЕЛШЦЕВ І.Ю., ТИМОФТИКА Г.Ф. Державний науково-дослідний інститут авіації. Щодо переваг оснащення літаків тактичної авіації аеробалістичними керованими ракетами, створеними на основі боєприпасів реактивних систем залпового вогню	91
64.	ЦЕЛШЦЕВ І.Ю., ШЕМЯКІН С.Г., БАБКІН С.М. Державний науково-дослідний інститут авіації. Основні напрями розвитку вертолітних комплексів протитанкового керованого ракетного озброєння	92
65.	ЧЕЛОБІТЧЕНКО О.О., ДЕРЕВЯНКО М.М., ВНУКОВ А.В., ФОКІН С.О. Державний науково-дослідний інститут авіації. Концептуальні засади інноваційної діяльності щодо створення конкурентоспроможних зразків продукції військового призначення під час реформування оборонно-промислового комплексу держави	93
66.	ЧЕМЕРИС Є.І., ЛОБУНЬКО О.П. Державний науково-дослідний інститут авіації. Обґрунтування шляхів застосування критичних компонентів в авіаційних двигунах винищувачів	95
67.	ЧЕРНЯК С.І. Приватне акціонерне товариство “Рамзай”. Прицільно-навігаційний комплекс ПрНК-17 для озброєння вертольота Мі-8МСБ	96

68.	ШАТРОВ А.М. Державний науково-дослідний інститут авіації. ГУРБА О.В. ДП “Державне Київське конструкторське бюро “Луч”. Методологічні основи оцінки працездатного стану авіаційних керованих ракет логіко-імовірнісними методами	97
69.	ШУЛЬГІН А.А., АГАМОВА Р.Г. Державний науково-дослідний інститут авіації. Щодо впровадження в практику способу експлуатації основних деталей роторів авіаційного двигуна літаків-винищувачів	98
70.	ЮЩЕНКО К.А., ЯРОВИЦІН О.В., ЧЕРВ’ЯКОВ М.О., ФОМАКІН О.О., ВОЛОСАТОВ І.Р., ХРУЦОВ Г.Д. Інститут електрозварювання імені Є.О. Патона НАН України. ГУССВ Ю.В. ДП “Луцький ремонтний завод “Мотор”. Реалізація заходів з розвитку процесу мікроплазмового порошкового наплавлення при відновленні деталей з важкозварюваних нікелевих жароміцних сплавів сучасних авіаційних двигунів	99

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ СИНТЕЗУ ПРОГРАМ ПЕРЕОЗБРОЄННЯ ТАКТИЧНОЇ АВІАЦІЇ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ НА ДОВГОСТРОКОВУ ПЕРСПЕКТИВУ

У відповідності до ключових позицій бачення розвитку Повітряних Сил (ПС) Збройних Сил (ЗС) України, що відображено у представленій в травні 2020 року Візії Повітряних Сил 2035, актуальним питанням, що вимагає термінового вирішення, є питання щодо переозброєння авіації на сучасні зразки озброєння і військової техніки (ОВТ). Терміновість цього питання обумовлена вичерпанням успадкованого Повітряними Силами від радянського минулого військового потенціалу бойової авіаційної техніки (БАТ) та наближення граничних термінів її експлуатації. До того ж, обраний євроатлантичний курс держави вимагає набуття взаємної сумісності системи озброєння авіації Повітряних Сил Збройних Сил України з партнерами не тільки на організаційному, а й на технічному рівнях.

У не досить віддаленому минулому ремонт, модернізація та підтримання належного рівня справності БАТ розглядалися як можливі варіанти вирішення проблеми технічного оснащення тактичної авіації, збереження її бойового потенціалу. Такі заходи вимагають щорічного збільшення фінансового ресурсу для утримання старого парку ОВТ, що наприкінці стає економічно недоцільним, оскільки такі витрати стають співрозмірними із показниками фінансування закупівлі сучасних зразків БАТ іноземного виробництва. Крім цього, можливості максимізації бойового потенціалу парку бойових літаків обмежуються наявною їх чисельністю у складі системи ОВТ авіації ПС ЗС України при зростанні вимог до необхідного рівня спроможності авіації внаслідок суттєвої динаміки оперативного середовища на глибині довгострокового оборонного планування. Цей факт обумовлює необхідність переходу до отримання на озброєння нового типу багатofункціональних (багатоцільових) літаків в майбутньому.

Застосування багатоцільових винищувачів розглядається доцільним як для нарощування спроможності системи боротьби із повітряними цілями при прикритті військ та важливих об'єктів, забезпечення дій інших родів авіації, так і при виконанні завдань із нанесення вогневого ураження противнику в глибині його оперативно-тактичної побудови, ізоляції районів бойових дій, а також ведення повітряної розвідки. Але на цей час залишається невирішеним питання: який саме багатоцільовий винищувач стане основним носієм спроможностей Повітряних Сил у відповідності до можливих сценаріїв застосування ПС ЗС України, визначених у Єдиному каталозі спроможностей від 19.12.2019.

При синтезі програми переозброєння авіації ПС ЗС України та відпрацьованні плануючих документів мають бути вирішені питання щодо системного урахування впливу різних за своєю природою факторів на можливі варіанти формування перспективного кількісно-якісного складу тактичної авіації ПС. Першим таким фактором слід вважати прогноз зміни кількісно-якісного складу і пов'язаних з ними змін варіантів застосування повітряної

компоненти потенційного противника за часом із врахуванням прогнозу темпів розробки, виробництва, постачання у військові частини противника новітніх зразків ОВТ та темпів їх освоєння особовим складом, що буде обумовлювати наявні терміни набуття авіацією ПС ЗС України спроможності до виконання бойових завдань в майбутніх операціях і бойових діях. При цьому, в ході оцінювання термінів виробництва та постачання у війська новітніх зразків авіаційної техніки, окрім обсягів фінансування відповідних державних програм, які анонсує імовірний противник, має бути врахований технологічний стан його підприємств-виробників бойової авіаційної техніки та максимально можливі обсяги виробництва нових літаків. Другим фактором є прогноз динаміки зміни за часом наявного потенціалу тактичної авіації ПС ЗС України під впливом різноманітних чинників, що буде обумовлювати, разом зі змінами оперативного середовища, необхідний темп оновлення авіаційної техніки та його пріоритетні напрямки. Третій фактор – це визначені прогнозні показники фінансування програм оновлення авіаційної техніки з урахуванням динаміки економічної спроможності держави та прогноз можливості перерозподілу фінансового ресурсу при можливих змінах оперативного середовища. Наприкінці, четвертий важливий фактор являє собою прогноз досяжного рівня бойових властивостей альтернативних типів зразків ОВТ, обраних для оновлення авіаційного парку авіації ПС ЗС України, прогнозні обсяги і терміни можливого постачання нових літаків у авіаційні частини, які певною мірою будуть обумовлювати економічну складову можливих контрактів на постачання багатоцільових винищувачів, наявність або необхідність формування необхідної інфраструктури для якісного забезпечення експлуатації нових літальних апаратів, а також терміни освоєння нової техніки льотним та інженерним складом авіаційних частин, термінів його підготовки до достатнього рівня виконання завдань за призначенням.

Перелічені проблемні питання, у разі їх невирішення, можуть стати критичними при формуванні програм та планів переозброєння тактичної авіації ПС ЗС України, що може призвести до синтезу варіанту програми, виконання якої не досягатиме кінцевої мети набуття необхідної спроможності авіацією ПС ЗС України, недозволеної втрати часу та/або безрезультатної витрати обмеженого фінансового ресурсу держави.

Розв'язання зазначених проблемних питань потребує створення відповідного науково-методичного апарату обґрунтування рішень, чому і планується присвятити подальші дослідження.

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ АВІАЦІЇ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Одним із важливих питань розвитку Збройних Сил України є формування єдиних підходів щодо перспектив подальшого утримання військової авіації в відповідному складі та забезпечення ефективного її використання за призначенням. В цьому контексті на сьогодні на рівні керівництва держави розглядаються відповідні можливі варіанти та сценарії функціонування й розвитку авіаційної складової Збройних Сил України як основного носія їх бойового потенціалу.

З набуттям Україною незалежності в бойовому складі авіації Збройних Сил України перебувають винищувачі Су-27 та МиГ-29, бомбардувальники Су-24М, штурмовики Су-25, літаки-розвідники Су-24МР та Ан-30, військово-транспортні літаки Іл-76МД, транспортні та спеціальні літаки Ан-24 та Ан-26 різних модифікацій, вертольоти типу Ми-2, Ми-8, Ми-14, Ми-24, Ка-27, Ка-29 та учбово-тренувальні літаки Л-39. Всі зазначені літальні апарати, за виключенням літаків сімейства “Ан”, є авіаційною технікою іноземної розробки і виробництва (в основному – колишнього СРСР) і були виготовлені переважно в кінці 80-х – на початку 90-х років.

Враховуючи специфіку застосування зазначеного парку літальних апаратів на сьогодні найбільший інтерес викликають питання щодо:

забезпечення максимального рівня бойового потенціалу літаків тактичної авіації;

розвитку та модернізації високоточних авіаційних засобів ураження; формування уніфікованого парку військово-транспортних літаків; подальшого розвитку вертолітного парку державної авіації України; перспектив оснащення Збройних Сил України сучасними багатофункціональними винищувачами та навчально-бойовими літаками.

Перше з зазначених питань на сьогодні безпосередньо пов'язано з **нарошуванням бойового потенціалу парку літаків тактичної авіації** Повітряних Сил Збройних Сил України у відповідності до затверджених Міністром оборони України Концепцій та Програм модернізації. Відповідні заходи (за типами літальних апаратів) можуть здійснюватися поетапно з послідовним нарошуванням варіантів модернізації як силами вітчизняних підприємств при відносно незначних витратах на реалізацію запропонованих технічних рішень, так і з залученням іноземних компаній з метою підвищення військово-технічного рівня основних типів літаків до ”покоління 4+” та надання їм властивостей багатофункціональних винищувачів.

При цьому слід зазначити, що забезпечення необхідного військово-технічного рівня літаків тактичної авіації та ефективного їх використання за призначенням на сьогодні неможливо без подальшого розвитку **комплексу їх авіаційного озброєння** з відповідними характеристиками щодо дальності дії, точності, діапазону часових та погодних умов застосування тощо.

Для цього в інтересах військової авіації виконується (або планується до виконання) низка дослідно-конструкторських робіт та аванпроектів з розроблення (модернізації) керованих авіаційних засобів ураження. Основним ключовим питанням при цьому є **визначення найбільш пріоритетних з проєктів,**

що пропонуються, та забезпечення ефективної їх реалізації з урахуванням реальних фінансових спроможностей держави та прогнозних термінів виконання відповідних робіт.

Разом з тим, з метою забезпечення потрібного рівня бойового потенціалу авіації Збройних Сил України **на довгострокову перспективу** необхідно поступове **оновлення (переозброєння)** парку тактичних і навчально-тренувальних (навчально-бойових) літаків на нові сучасні зразки починаючи з 2025 року.

На основі аналізу закордонного досвіду переозброєння авіаційних парків провідних держав світу та враховуючи сучасне військово-політичне і фінансово-економічне становище України **можна розглядати такі проекти** оновлення авіаційної складової Збройних Сил України:

щодо бойових тактичних літаків:

закупівля за імпортом нових сучасних багатофункціональних винищувачів типу F-35A (США), F-16C Block 70/72 (США), EF-2000 Tranche F.3, Rafale C Tranche F.3 (Франція) або JAS-39E (Швеція);

ліцензійне виробництво (складання) літаків JAS-39E;

участь у міжнародній кооперації при створенні багатофункціональних винищувачів п'ятого покоління TFX (Туреччина) або KF-X (Південна Корея);

щодо навчально-бойових (легких бойових) літаків:

закупівля за імпортом навчально-бойових літаків типу M-346FA (Італія), FA-50 (Південна Корея), L-15B (Китай) або L-39NG (Чехія);

ліцензійне виробництво (складання) навчально-бойових літаків типу L-15B або L-39NG;

участь у міжнародній кооперації при створенні перспективних навчально-бойових (легких бойових) літаків типу HURJET (Туреччина) або GROT-2 (Польща);

спільне виробництво навчально-бойових (легких бойових) літаків на базі державного підприємства “Антонов” із залученням провідних західних компаній для отримання комплектуючих, що не виробляються в Україні.

Ще одним важливим аспектом в контексті розвитку авіації Збройних Сил України залишається збереження та **поступове нарощування її транспортно-бойового потенціалу**. Виходячи з поглядів Командувань видів Збройних Сил України щодо забезпечення функціонування та подальшого розвитку військово-транспортної авіації **основними пріоритетами на сьогодні є поступова заміна літаків Ан-26 на літаки Ан-178 та літаків Іл-76 на літаки Ан-188**.

Реалізація зазначених заходів дасть можливість суттєво підвищити бойовий потенціал по парку літальних апаратів Збройних Сил України та забезпечить планове завантаження профільних підприємств промисловості.

ШЛЯХИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СПРАВНОСТІ РЕЗЕРВНИХ І АВАРІЙНИХ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ БОРТОВОГО ОБЛАДНАННЯ ВІЙСЬКОВОЇ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

В сучасних умовах недостатня забезпеченість основних типів літальних апаратів Повітряних Сил Збройних Сил України резервними і аварійними джерелами живлення бортового обладнання (БО) військової авіаційної техніки (ВАТ) стала однією з основних причин зниження бойової готовності авіаційних частин. Це зумовлено такими обставинами: вичерпання ресурсів (строків служби) резервних і аварійних джерел живлення БО ВАТ; припинення виробництва певних типів джерел живлення; відсутність вітчизняного виробництва резервних і аварійних джерел живлення; неможливість закупівлі нових джерел живлення, виробником яких є Росія.

Тому забезпечення належного рівня справності ВАТ шляхом застосування альтернативних резервних і аварійних джерел живлення її БО є актуальним завданням.

Можливі шляхи забезпечення справності резервних і аварійних джерел живлення БО ВАТ:

- розроблення вітчизняних резервних і аварійних джерел живлення та організація їх виробництва в Україні;

- закупівля альтернативних джерел живлення у закордонних виробників;

- адаптація існуючих іноземних зразків резервних і аварійних джерел живлення для застосування на повітряних суднах державної авіації;

- удосконалення технічного обслуговування резервних і аварійних джерел живлення з метою забезпечення можливості продовження встановлених строків служби.

У Державному науково-дослідному інституті авіації (ДНДІА) розроблено методику вибору раціонального варіанта забезпечення справності резервних і аварійних джерел живлення, яка базується на застосуванні математичного апарату багатокритеріальної оптимізації у комплексі з основними принципами системних досліджень.

При виборі раціонального варіанта у якості критеріїв пропонується використовувати: електричні характеристики джерела живлення (напругу, максимальний струм, ємність, кількість запусків); масогабаритні характеристики; характеристики надійності; вартість.

За останні роки було введено в дію велику кількість розпорядчих документів щодо допуску до експлуатації альтернативних джерел живлення БО ВАТ, організації їх експлуатації та зберігання.

При цьому в рамках науково-методичного супроводження експлуатації резервних і аварійних джерел живлення фахівці ДНДІА приймають безпосередню участь в обґрунтуванні прийняття відповідних Рішень і розробленні проєктів нормативних документів.

ФОРМУВАННЯ ВИМОГ ДО СКЛАДУ БОРТОВОГО ОБЛАДНАННЯ ТА НАЗЕМНОЇ СТАНЦІЇ КЕРУВАННЯ ГРУПОВИМ ЗАСТОСУВАННЯМ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Групове застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА) є перспективним напрямком їх використання, який забезпечує суттєву перевагу у порівнянні з поодиноким застосуванням. Принципові можливості груп БпЛА дозволяють їх результативно застосовувати для багатьох видів бойових завдань в умовах неповної апіорної інформації, радіоелектронної і вогневої протидії.

Під груповим застосуванням розуміється сумісне скоординоване відносно цілі функціонування декількох БпЛА, які можуть бути різними за льотно-технічними характеристиками, навантаженням, траєкторіями руху тощо.

Проведений аналіз відомих результатів дослідно-лабораторних робіт щодо групового застосування БпЛА (насамперед, американський проект “SWARM Robotic Technology” або російський “Охотник”) дозволяє стверджувати, що існуючий рівень технологій принципово дозволяє реалізувати зазначений спосіб спільного використання літальних апаратів, але істотним обмеженням є проблема організації скоординованого руху великої кількості динамічних об’єктів при можливій протидії противника. Це є ключовою перешкодою використання зазначених переваг групового застосування та визначає актуальність розгляду даного наукового напрямку.

Проведений аналіз вказує, що вже в найближчій перспективі потенційний противник України отримає зазначений вид комплексів озброєння. Наявність у Збройних Сил України комплексів групового застосування БпЛА стане значним аргументом для забезпечення воєнної безпеки держави та протидії агресору.

Вивчення наукових результатів у напрямі формування автоматизованого керування групою БпЛА вказує, що методичною основою синтезу керування є використання принципу декомпозиції та використання внутрішніх нелінійних енерго-інформаційних процесів та ефектів самоорганізації для досягнення бажаних фазових станів групи як макрооб’єкту.

Алгоритми автоматичного керування окремими апаратами у групі повинні базуватися на використанні прогнозуючої моделі у формі екстраполяції геометричних параметрів групового руху БпЛА. Застосування такої моделі дозволить забезпечити керування в реальному масштабі часу великою кількістю апаратів. У цьому випадку, бортова система автоматичного керування буде складатися з блоку екстраполяції геометричних параметрів групи БпЛА і регулятора, що реалізує функціонально стійке керування.

Майбутня система автоматизованого керування групою БпЛА буде комбіновано реалізовувати як традиційну схему “силового” керування (штурвальне керування окремими елементами комплексу; безпосереднє керування окремими апаратами у бойових порядках; програмне автоматичне керування з розрахунку на “найгірший випадок”), так і сучасну синергетичну

схему автоматизованого керування, що дозволить значно зменшити втрати БпЛА у порівнянні з іншими варіантами формування управління та зменшити середній час виконання бойових завдань.

Ключовою вимогою до автоматизованої системи керування груповим застосуванням БпЛА є вимога забезпечення фізіологічної можливості функціонування оператора у контурі керування (ергономічної можливості отримання інформації, її опрацювання та видання сигналів керування).

Регулятори систем автоматизованого керування групою БпЛА повинні передбачати використання нелінійних властивостей об'єкта та штучне формування його самовільного руху до бажаного фазового стану введенням місцевих позитивних і негативних зворотних зв'язків.

Найбільш важливими технічними чинниками, що визначають практичну реалізацію автоматизованого керування груповим застосуванням БпЛА є тактико-технічні можливості бортових і наземних засобів зв'язку і обчислювальних пристроїв.

Для реалізації групового застосування БпЛА у формі бойових порядків в умовах протидії противника критичним є необхідний період оновлення інформації про просторове положення окремих літальних апаратів, в межах якого забезпечується збереження структури групи.

Мінімальне інформаційне навантаження на оператора групового застосування БпЛА буде забезпечувати варіант розподілу функцій, при якому оператор здійснює управління макрооб'єктом з БпЛА, а автоматика реалізує всі функції управління усередині даного макрооб'єкта.

Приведені вимоги визначаються базовими інформаційно-енергетичними закономірностями предметної галузі, що розглядається, і не залежать від конкретних конструктивно-технологічних особливостей реалізації групового застосування БпЛА. Відповідно до цього, вони дозволяють априорно формувати обрис майбутніх автоматизованих систем управління груповим застосуванням БпЛА, уточнювати технічні завдання для дослідно-конструкторських робіт щодо їх створення. Подальше уточнення вимог передбачає конкретизацію умов та завдань застосування.

ПЕРСПЕКТИВНІ ШЛЯХИ РЕАЛІЗАЦІЇ РЕСУРСНИХ ПОКАЗНИКІВ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ АВІАЦІЙНИХ ДВИГУНІВ

Повне уявлення про працездатність елементів конструкції авіаційних двигунів при циклічних навантаженнях можна отримати із результатів стендових випробувань. Водночас ще на стадії проектування доцільно прогнозувати ступінь вичерпання довговічності, так як шляхом внесення незначних змін у директивний технологічний процес можна значно збільшити ресурс конструкції.

Як показує практика експлуатації авіаційних двигунів, тріщини малоциклової втоми утворюються в місцях конструктивних концентраторів напружень. Складність процесу втоми металів та кінетики зародження і розвитку тріщин обумовлена залежностями одночасної зміни діючих навантажень, довжини тріщини від схеми навантаження та геометричних розмірів зразка. Тому для досліджень характеристик тріщиностійкості доцільним є розрахункове визначення напружено-деформованого стану саме в зонах концентрації напружень з урахуванням пружно-пластичного деформування елементів конструкції. В той же час, сучасні програмні комплекси типу ANSYS, SolidWorks засновані на розрахунках методом кінцевих елементів та враховують коефіцієнти інтенсивності напружень, дозволяють достатньо точно оцінювати граничну несучу здатність елементів конструкції з тріщинами різної форми при їх пластичному деформуванні.

Різноманітність властивостей матеріалів, які застосовуються в двигунобудуванні, та широкий спектр кліматичних умов експлуатації виробів обумовлює індивідуалізацію науково-методичних підходів у дослідженнях. Використання граничних значень силових, деформаційних і енергетичних характеристик в зонах вірогідного втомного руйнування елементів конструкції під дією циклічних навантажень дозволяє більш обґрунтовано та ціленаправлено досліджувати процес руйнування втоми, прогнозувати довговічність і граничний стан з урахуванням властивостей матеріалу та умов його навантаження.

Результатом проведення комплексу досліджень є розроблення моделей визначення напружено-деформованого стану елементів конструкцій авіаційних двигунів з урахуванням концентрації напружень в зонах вірогідного руйнування. Використання сучасного програмного забезпечення дозволить проводити достовірні інженерні розрахунки враховуючи граничні значення коефіцієнтів інтенсивності напружень. Отримані результати є підґрунтям для впровадження методик розрахунково-експериментального обґрунтування ресурсних показників суттєво важливих конструкцій авіаційних двигунів, виготовлених за відновленою документацією і відтвореним директивним технологічним процесом, а також реалізації їх заданого ресурсу, з урахуванням впливу технологічних, конструктивних та експлуатаційних факторів на закономірності безпечного розвитку тріщин втоми.

ТЕРМІНОЛОГІЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ В ОБЛАСТІ БЕЗПІЛОТНОЇ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Інтенсивний розвиток безпілотних авіаційних комплексів (далі – БпАК) Збройних Сил України за останні шість років, а також – перехід на стандарти НАТО показали потребу у виконанні заходів, які спрямовані на:

усунення термінологічних і класифікаційних перешкод в процесі гармонізації національних стандартів на озброєння та військово техніку з нормативними документами (стандартами) НАТО;

створення необхідної термінологічної бази і класифікації для розроблення національних стандартів та інших нормативних і нормативно-технічних документів стосовно авіаційних безпілотних літальних апаратів (далі – БпЛА) у складі БпАК державної авіації.

Тому, Державним науково-дослідним інститутом авіації відповідно до програм робіт з національної стандартизації на 2018 та 2019 роки було проведено роботу, кінцевим результатом якої є новий термінологічний національний стандарт ДСТУ В 7371:2020 “Техніка авіаційна державної авіації. Апарати літальні безпілотні. Основні терміни та визначення понять. Класифікація”. Цей стандарт встановлює загальні терміни, визначення понять і класифікацію в області БпЛА державної авіації, які відповідають діючим міжнародним нормативним документам, у тому числі НАТО. Стандарт прийнято наказом № 88 від 06.06.2020 національного органу стандартизації – Державного підприємства “Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості” з наданням стандарту чинності з 01 липня 2021 року.

У національному стандарті ДСТУ В 7371:2020 застандартизовано 34 основних терміни в області безпілотних авіаційних комплексів військового призначення. Зокрема, терміно статті містять такі поняття як безпілотний авіаційний комплекс, безпілотний літальний апарат, станція керування та контролю, цільове споряддя, оператор засобів керування, лінія керування та контролю, лінія пересилання даних, зовнішній екіпаж, корисна та бойова навантага, бойовий радіус та інші. Більшість визначень понять гармонізовані із стандартизованими угодами НАТО STANAG 4586, 4670, 4671, 4702, 4703 та ін., а також із словниками НАТО, наприклад – AAP-06:2016 NATO glossary of terms and definitions.

Розроблена Державним науково-дослідним інститутом авіації українська система класифікації БпАК, що реалізована в стандарті ДСТУ В 7371:2020, увібрала в себе позитивний досвід існуючих систем і усунула ряд їх недоліків. Ця система відповідає сучасним вимогам до безпілотної авіаційної техніки і має певні переваги, серед яких виділяються, в першу чергу, простота і логічне уявлення типів БпЛА з урахуванням льотно-тактичних і тактико-технічних характеристик. В основу системи покладені 17 ознак БпЛА, найбільш характерними з яких є: масштаб завдань, що виконуються БпЛА; цільове призначення БпЛА; злітна маса БпЛА; тривалість польоту; практична дальність польоту; спосіб створення підйімальної сили; тип силової установки.

Така класифікація є розгорнутою та дозволяє стисло і повною мірою описувати БпЛА, проводити їхнє порівняння або висувати вимоги до них. Наприклад, можна зробити такий опис БпЛА згідно з розгорнутою класифікацією: “Тактичний розвідувально-ударний багаторазовий безпілотний літак нормальної аеродинамічної схеми з одним турбогвинтовим двигуном. Базується на кораблі, має максимальну злітну масу 70 кг, злітає з катапульти, здійснює неманеврений телекерований політ впродовж 7 годин на великій висоті із середньою швидкістю та виконує посадку в уловлювальну сітку. Оснащений пошуково-прицільним обладнанням та двома коригованими авіаційними бомбами калібру 8 кг”.

Структура розробленої системи класифікації дозволяє розширювати кількість ознак або змінювати показники за кожною з них з огляду на стрімкий розвиток безпілотної авіаційної техніки у світі та в Україні.

Термінологію та класифікацію, які наведені у національному стандарті ДСТУ В 7371:2020 доцільно використовувати фахівцями під час розроблення керівних і нормативно-технічних документів, пов'язаних з безпілотною авіаційною технікою (положень, наказів, оперативного-тактичних і тактико-технічних вимог, тактико-технічних завдань тощо).

УЗАГАЛЬНЕННЯ ДОСВІДУ ПРОДОВЖЕННЯ КАЛЕНДАРНИХ СТРОКІВ СЛУЖБИ ДВИГУНІВ РУ19А-300 В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Об'єктом виконання робіт з продовження календарних строків служби є турбореактивний двигун РУ19А-300, який експлуатується в складі літаків Ан-24, Ан-26, Ан-30 у якості допоміжної силової установки і енерговузла.

В державній авіації України експлуатуються двигуни, виготовлені у 1972...1999 роках. З них на 43% двигунах проводиться ремонт.

На сьогоднішній день продовження календарних строків служби двигунам РУ19А-300 та їх агрегатам здійснюється індивідуально, етапами на один рік, за умови отримання позитивних результатів виконання робіт, передбачених вказівкою головного інженера авіації Повітряних Сил Збройних Сил України від 30.08.2016 № 1258 (0116) “Про продовження строків служби двигунів РУ19А-300”.

Роботи з продовження ресурсних показників виконуються фахівцями експлуатуючої частини за участю товариства з обмеженою відповідальністю “Вінницький авіаційний завод” (підприємство, що виконує капітальний ремонт двигуна РУ19А-300) при науково-методичному супроводженні ДНДІА.

Під час робіт з продовження ресурсних показників на двигуні проводяться зовнішні огляди стану вузлів кріплення двигуна, стану двигуна та його агрегатів, надійності та цілісності вузлів кріплення агрегатів до двигуна, проводяться огляди вузлів газоповітряного тракту двигуна, перевіряється легкість ходу та стан проводки управління двигуном, перевіряється технічний стан генератора-стартера ГС-24Б, чистота масляного, паливного, повітряних фільтрів та повітряного жиклеру, проводиться опробування двигуна з перевіркою параметрів роботи двигуна, працездатності всіх агрегатів та герметичності систем двигуна.

На всіх справних двигунах РУ19А-300 протягом 2016 року проведено роботи з продовження ресурсних показників. Типовою несправністю, яку виявлено під час проведення цих робіт є невідповідність технічним вимогам тиску повітря у розвантажувальних порожнинах двигуна. Несправність усувалася шляхом заміни повітряного жиклеру.

Аналіз матеріалів робіт з продовження ресурсних показників, проведених у 2019 році показав, що в процесі цих робіт несправностей не виявлено. Це свідчить, що регулювальні роботи параметрів двигуна, які було проведено у 2016 році, дали сталий позитивний результат.

Отриманий в процесі проведення робіт з продовження ресурсних показників досвід, спрямований на виявлення “слабких місць” двигуна і його агрегатів щодо впливу на них фактору часу, вдосконалення обсягу та технологій виконання робіт з продовження, як двигунів даного типу так і двигунів інших типів.

ДО ПИТАННЯ ВИБОРУ СТРУКТУРИ ТА ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БОРТОВОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ БПЛА КЛАСУ II

Вибір структури і параметрів системи електропостачання (далі – СЕП) безпілотних літальних апаратів (далі – БПЛА) в значній мірі обумовлений завданнями, які ним вирішуються, типом силової установки, переліком бортового обладнання, цільового спорядження та засобів ураження і, відповідно, кількістю потрібної повної електричної енергії (далі – ЕЕ) та часом, протягом якого цю енергію необхідно постачати зазначеним споживачам. При цьому, потужність джерел ЕЕ, яка потрібна, визначається за циклограмами електричного навантаження.

У зв'язку з глибокою електрифікацією систем управління планером та силової установки БПЛА, сучасною широкою номенклатурою цільового спорядження багатофункціональних БПЛА до бортових СЕП пред'являються підвищені вимоги.

Перш за все, це пов'язано з автоматичним та (або) дистанційно керованим польотом БПЛА і необхідністю забезпечення споживачів електричною енергією заданого виду та якості для всіх режимів роботи комплексів бортового обладнання і цільового спорядження.

По-друге – необхідністю оптимізації маси системи з одночасним забезпеченням потрібного рівня надійності, кількісних і якісних характеристик електроенергії СЕП.

Для обґрунтування структури технічних характеристик бортової СЕП БПЛА пропонується інформаційно-енергетична методика проектування енергокомплексів літальних апаратів.

Запропонований у методиці принцип комбінування, можна сформулювати таким чином: варіюванням типами джерел первинної системи електроживлення (при фіксованій їх кількості і сукупності техніко-економічних характеристик) визначається така комбінація, щоб сумарна потужність СЕП забезпечувала споживачів електричною енергією в кожний момент часу, а сумарна запасена енергія була достатня для забезпечення бортового обладнання та цільового спорядження БПЛА протягом потрібного часу польоту для різних режимів роботи споживачів.

У доповіді запропоновано підхід до обґрунтування оптимального складу і параметрів СЕП, у якій первинна система складається з двох типів джерел ЕЕ – електромеханічних (генератори) і електрохімічних (аккумуляторні батареї), а вторинна – статичних перетворювачів АС/DC та DC/DC. Основними характеристиками джерел живлення прийнято: коефіцієнт корисної дії (коефіцієнт використання за ємністю), масогабаритні характеристики, питома потужність (енергоємність) та техніко-економічні характеристики.

ПІДХОДИ ЩОДО ФОРМУВАННЯ ІНДЕКСНОЇ ЗОНИ В ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНІЙ СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ РОЗВИТКОМ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Засоби індексування інформаційно-аналітичної системи (ІАС) управління розвитком озброєння та військової техніки (ОВТ) мають забезпечувати відображення трансдисциплінарних семантично пов'язаних контекстів в результаті обміну інформацією між розподіленими інформаційними ресурсами.

Побудова зазначених засобів базується на корпусних лексикографічних технологіях та теорії, архітектурі й системотехніці лексикографічних систем (теорії семантичних станів, на основі якої здійснюється семантико-синтаксичний аналіз природномовних об'єктів та трансдисциплінарних даних).

Так, для експлікації, наприклад, значень визначеного слова необхідно зібрати всі – у певному сенсі – його контексти, де воно функціонує, розподілити їх за однорідними у певному (“семантичному”) відношенні групами, кожна з котрих і є репрезентантом певного лексичного значення. Далі, вивчаючи ці групи контекстів, можна вивести із кожної такої групи окреме лексичне значення аналізованої лексеми і кваліфікувати відповідні граматичні значення.

Побудова структурної моделі лексикографічної підсистеми ІАС орієнтується на багатоаспектне представлення знакової природи лексичних одиниць як найкомпактніших і найінформативніших у природній мові. З позицій теорії лексикографічного ефекту це означає виділення в досліджуваній мовній системі підсистеми її елементарних інформаційних одиниць і визначення множини їх системно-структурних параметрів.

Слід враховувати дихотомічність структури кожної елементарної інформаційної одиниці, що відображається в багатовимірному співвідношенні форми та змісту, носієм якого є визначений клас елементарних інформаційних одиниць.

Багатоаспектність представлення знакової природи одиниць природної мови, за аналогією з традиційними словниками забезпечується врахуванням лінгвістичних (фонетичних, граматичних, семантичних, стилістичних та ін.) і когнітивних особливостей об'єктів лексикографування – залежно від глибини характеристики лексикографічного ефекту, який виступає предметом дослідження в кожному конкретному випадку. В інформаційно-лексикографічній моделі здійснюється зіставлення певної множини комплексів даних та/або знань.

Обсяги мовного матеріалу, який циркулює в системі управління розвитком ОВТ, комплексність, оперативність опрацювання зазначеного матеріалу та можливість прямого доступу до великої кількості лінгвістичних фактів вимагають мати в ІАС лінгвістичний корпус, який забезпечить представлення, маркування та експлікацію необхідної інформації у системі.

Таким чином, загальна структура лінгвістичного корпусу ІАС передбачає наявність як мінімум трьох взаємодіючих між собою підсистем: а) репрезентації (представлення) даних; б) маркування (“тегування”, “анотування”); розмітки) і в) експлікації даних.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУВАННЯ НАДІЙНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ПЛАНЕРА ПОВІТРЯНИХ СУДЕН З ПРОДОВЖЕНИМ СТРОКОМ СЛУЖБИ

Для дослідження надійності конструкції планера повітряних суден (ПС) застосовано методичний апарат оцінки одного із параметрів теорії надійності, а саме – параметру довговічності конструкції, що характеризує можливість експлуатації ПС з продовженими строками служби.

Прогнозні оцінки довговічності конструкції планера ПС передбачають їх випадковий характер і базуються на сучасних математичних методах, що дозволяє забезпечити інформаційну підтримку рішень прогнозування змін експлуатаційної міцності силових елементів (СЕ).

Визначення в процесі прогнозу технічного стану планера ПС передбачає статистичну оцінку можливих випадкових відхилень амплітуд змінних напружень в польоті і їх вплив на конструкцію ПС при виконанні польотного завдання, а також статистичну оцінку випадкових значень границь витривалості матеріалів СЕ, що встановлюється згідно кривої втоми для заданої довговічності експлуатації ПС в залежності від умов експлуатації.

Процес прогнозування технічного стану СЕ планера ПС та визначення умов безпечної експлуатації складається з наступних етапів.

Перший етап: за результатами статистичної обробки даних експлуатації встановлюється момент T_0 виникнення тріщини, як момент відмови СЕ.

Другий етап: на основі інтегральної повторюваності вертикальних перевантажень (наприклад, простий чи складний пілотаж) визначається ймовірність виникнення максимально можливого навантаження $n_{\text{можл}}^{\text{max}}$ та оцінка його відхилення від максимально дозволеного навантаження $n_{\text{екс}}^{\text{max}}$.

Третій етап: обчислюється прогнозоване значення навантаження з урахуванням коефіцієнта безпеки $f = 1.3$ та визначається критична довжина тріщини $L_{\text{ТР}}^{\text{KP}}$ на основі розрахунку функціональної залежності зміни статичної міцності конструкції при наявності тріщини.

Четвертий етап: визначається співвідношення між критичною довжиною тріщини $L_{\text{ТР}}^{\text{KP}}$ та поточною довжиною $L_{\text{ТР}}$ на момент закінчення інтервалу прогнозу $\Delta T_{\text{ПР}}$.

Прогнозне значення поточної довжини $L_{\text{ТР}}$ обчислюється на основі прогнозу швидкості розвитку тріщини.

Якщо $L_{\text{ТР}} < L_{\text{ТР}}^{\text{KP}}$, то додаткової перевірки відносно контрольних оглядів та перевірок, що встановлено технічним регламентом експлуатації ПС, не потрібно проводити.

СТАН ПЕРЕГЛЯДУ МІЖДЕРЖАВНИХ СТАНДАРТІВ СИСТЕМИ РОЗРОБЛЕННЯ ТА ПОСТАВЛЕННЯ НА ВИРОБНИЦТВО ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Відповідно до статті 15 Закону України “Про стандартизацію” розроблення національних стандартів на озброєння та військову техніку (далі – ОВТ) та їх перегляд здійснює технічний комітет стандартизації ТК-176 “Стандартизація озброєння та військової техніки” (далі – ТК-176).

Відповідно до основних стратегічних документів пріоритетним завданням ТК-176 є перегляд міждержавних стандартів системи розроблення та поставлення на виробництво військової техніки (ГОСТ В 15.), стандартів держав – членів НАТО, передових міжнародних (регіональних) стандартів.

Результатом роботи ТК-176 у 2016-2020 роках щодо розроблення національних стандартів СРПВ ОВТ є:

прийнято 15 стандартів наказами національного органу стандартизації;

схвалено в остаточній редакції 5 проєктів стандартів;

знаходяться на різних стадіях розроблення 10 проєктів стандартів.

Роботи щодо вдосконалення національної моделі СРПВ ОВТ тривають і на даний час, з метою забезпечення заданого рівня сумісності, взаємозамінності, уніфікації продукції оборонного призначення, у тому числі з продукцією оборонного призначення держав – членів НАТО, підвищення її якості ТК-176 сплановано розроблення ряду нових стандартів національної СРПВ ОВТ, зокрема, в “0” класифікаційній групі (“Основні положення”), яких не було в колишній СРПВ ОВТ.

Водночас, за період функціонування ТК-176 накопичено певні проблемні питання у сфері стандартизації ОВТ, а саме:

невідповідність спроможності технічних комітетів стандартизації обсягам робіт зі стандартизації ОВТ (перегляду ГОСТ В, розробленню нових національних стандартів на основі стандартів НАТО);

недостатня кількість кваліфікованих фахівців зі стандартизації ОВТ, а також зі знанням англійської мови ускладнює впровадження стандартів НАТО;

відсутність фінансування робіт зі стандартизації ОВТ та ефективного механізму оплати робіт за рахунок державного бюджету;

неможливість заміни більшості ГОСТ В міжнародними та європейськими стандартами.

ОЦІНКА (КЛАСИФІКАЦІЯ) СИЛОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ЗА ОБЛАСТЯМИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ З ВИКОРИСТАННЯМ СТАТИСТИЧНОГО МЕТОДУ РОЗПІЗНАВАННЯ ТА МЕТОДУ ЕКСПЕРТІВ

При реалізації прийнятого курсу підтримки справності авіації Збройних Сил України виникла проблема забезпечення справності парку літальних апаратів та виконання точної класифікації технічного стану силових елементів різних типів літаків для своєчасного виявлення їх граничного стану.

Мета доповіді полягає в оприлюдненні результатів дослідження щодо системи класифікації технічного стану з використанням системи розпізнавання образів. В доповіді розглянуто проблематику щодо вибору ефективного методу розпізнавання, головні вимоги до нього, проаналізовано обраний метод класифікації технічного стану (або розпізнавання образів технічного стану), який заснований на статистичному методі розпізнавання.

Реалізація методу класифікації технічного стану виконана в графічній оболонці (для застосування на персональних електронно-обчислювальних машинах) за допомогою мови програмування python та допоміжних наукових і графічних бібліотек.

Для виконання розрахунків, в якості прикладу, обрані еталонні об'єкти та визначені їх основні визначальні параметри, які характеризують інтенсивність вичерпання ресурсного потенціалу. Обрані об'єкти, розділені на два образи технічного стану, а саме на умовні стани “добрі” та “погані”. Обрано контрольний досліджуваний об'єкт.

Обрані дані надали змогу провести аналіз технічного стану одного з відповідальних силових елементів літака-винишувача Збройних Сил України типу Су-27 (шасійна група). Силкові елементи, які брали участь в аналізі технічного стану мають приблизно однакові ресурсні напрацювання, та різні статистичні дані щодо інтенсивності використання в процесі експлуатації.

Проаналізовано адекватність роботи методу за допомогою експертів, надані рекомендації у вигляді управлінських рішень щодо контрольного досліджуваного об'єкта.

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ОБҐРУНТУВАННЯ КІЛЬКОСТІ АВІАЦІЙНИХ КЕРОВАНИХ РАКЕТ, НЕОБХІДНОЇ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАДАНИХ ПОКАЗНИКІВ ВІРОГІДНОСТІ РЕЗУЛЬТАТІВ КОНТРОЛЬНИХ ЛЬОТНИХ ВИПРОБУВАНЬ

При проведенні робіт з визначення можливості продовження призначених показників (строків служби, строків зберігання) авіаційних керованих ракет (АКР) використовується метод порівняльного аналізу технічних характеристик досліджуваних зразків з аналогічними характеристиками АКР-лідерів, які вже досягли запланованого продовження строку служби. При цьому, значення технічних характеристик отримують шляхом дослідження вибірок з обох партій ракет. Контрольні льотні випробувань (КЛВ) досліджуваних АКР є завершальним і найбільш важливим етапом робіт, результати якого є визначальними при прийнятті рішення щодо їх подальшої експлуатації.

В існуючій практиці проведення КЛВ передбачає використання мінімальної кількості АКР (4...12 одиниць), що обумовлено економічними причинами. При малій кількості ракет традиційний підхід до визначення показників вірогідності оцінок імовірності їх придатності для подальшої експлуатації вимагає проведення громіздких розрахунків, що обумовлено необхідністю використання біноміального закону розподілу ймовірностей.

В основу підходу, що розглядається, покладено припущення про достатньо мале значення ймовірності непридатності АКР після ретельного дослідження їх технічного стану при проведенні лабораторно-стендових досліджень і випробувань, в процесі яких виявляються практично всі дефекти окремих складових частин, тобто до проведення натурних випробувань допускаються тільки технічно справні вироби. При цьому вважалось, що технічний стан ракети описується перервною випадковою величиною з двома можливими значеннями: 1 (непридатна) і 0 (придатна).

Практичне значення розглянутого підходу визначається тим, що його застосування дозволяє на практиці планувати кількість АКР для проведення КЛВ, при яких будуть забезпечуватися задані замовником значення вірогідності оцінки імовірності їх справності. Посилення вимог до надійності і точності оцінки призводить до збільшення необхідної кількості ракет і навпаки.

Запропонований підхід, крім надання можливості обґрунтованого планування кількості АКР, необхідної для проведення КЛВ, дозволяє також кількісно виразити ступінь погіршення показників вірогідності оцінки ймовірності невідповідності технічних характеристик ракет заданим вимогам у випадках негативних результатів випробувань окремих зразків.

ВИЗНАЧЕННЯ ШЛЯХІВ ЗНИЖЕННЯ ВИТРАТ НА ЕКСПЛУАТАЦІЮ І РЕМОНТ БОРТОВОГО ОБЛАДНАННЯ ВІЙСЬКОВОЇ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

На сьогодні питання зниження витрат на експлуатацію і ремонт військової авіаційної техніки (ВАТ) за умови підтримання заданого рівня безпеки польотів та при недостатньому фінансуванні є одним з актуальних і найважливіших завдань інженерно-авіаційного забезпечення.

Навний досвід експлуатації ВАТ Збройних Сил України показує, що зниження витрат здійснюється, в основному, за рахунок:

- підвищення надійності бортового обладнання (БО) ВАТ;
- збільшення встановлених ресурсних показників;
- зниження витрат матеріальних ресурсів;
- зниження трудомісткості робіт;
- підвищення продуктивності праці;
- зниження собівартості (ціни) ремонту ВАТ;
- розширення номенклатури і збільшення кількості виробів ВАТ, які ремонтуються;
- збільшення регламентованих строків зберігання законсервованих виробів ВАТ тощо.

Основним із шляхів зниження витрат на експлуатацію і ремонт БО ВАТ є підвищення надійності.

Заходи щодо підвищення (забезпечення) рівня надійності БО ВАТ полягають у:

- оптимізації режимів технічного обслуговування та контролю комплектувальних виробів (КВ) БО у процесі експлуатації, тобто правил управління їх технічним станом;

- виконанні доробок КВ БО з метою підвищення їх надійності, усунення конструктивно-виробничих недоліків та впровадження імпортозаміщення тощо;
- зниженні коефіцієнтів навантаженості КВ БО при перехідних режимах та застосуванні резервування;

- проведенні прогнозування відмов КВ БО;

- виконанні ремонту КВ БО (заводського та військового) з використанням сучасної елементної бази;

- висококласній технічній підготовці фахівців інженерно-авіаційної служби, що експлуатують ВАТ.

Впровадження зазначених заходів дозволяє визначати раціональні методи підтримання заданого рівня справності ВАТ та оптимізувати фінансові витрати на її експлуатацію і ремонт за умови забезпечення безпеки польотів.

Свчик В.С., Удод А.М., Скоков О.І., Державне підприємство “Український науково-дослідний конструкторсько-технологічний інститут еластомірних матеріалів і виробів”

СОЗДАНИЕ АДГЕЗИВОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕЗИНОАРМИРОВАННЫХ ИЗДЕЛИЙ, КОМПЛЕКТУЮЩИХ СПЕЦИАЛЬНУЮ ТЕХНИКУ

Клеи широко используются в различных отраслях народного хозяйства – в ракетостроении, авиации, судостроении, оборонной технике и в быту. Они эксплуатируются в широком интервале температур в маслах, топливе, кислотах и щелочах, сильных окислителях и в вакууме.

Научно-техническая литература по клеям обобщена во многих книгах, статьях, патентах и изобретениях. Однако, изделия специального назначения могут эксплуатироваться в неординарных условиях и контактировать с материалами, которые могут быть термодинамически несовместимыми между собой и с клеями. Для достижения высокого уровня прочности склеивания разных по совместимости материалов требуются клеи с универсальными свойствами.

Нашим предприятием в рамках программы импортозамещения разработан и прошел широкие испытания клей, который представляет собой олигомер-полимерную композицию и предназначен для крепления резин из полярных и неполярных каучуков (СКЭПТ, СКИ, СКД, СКН и др.) между собой, к металлу и к другим субстратам в процессе вулканизации или термообработки.

Так, например, прочность связи полярной резины НО-68-1 с металлом через разработанный нами клей на отрыв составляет 47 кгс/см².

Прочность связи с металлом через клей неполярной резины марки 1001 составляет 23 кгс/см².

Прочность связи на отрыв вулканизационной резины 1001 с невулканизированной резиновой смесью 1001 в процессе их совулканизации через клей составляет 20,0 кгс/см².

Прочность связи неполярной резины с эпоксидным связующим с применением клея в качестве адгезионной прослойки составляет 30,0 кгс/см².

Он имеет ряд других ценных свойств и может эксплуатироваться при температурах от минус 50 до 150 °С.

В настоящее время разработанный клей используется при создании новых образцов ракетного вооружения.

ДО ПИТАННЯ ПОДАЛЬШОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПАРКУ ОДНОТИПНИХ ВИРОБІВ БОРТОВОГО ОБЛАДНАННЯ ВІЙСЬКОВОЇ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

На сьогодні основну частину одностипних виробів бортового обладнання (БО) військової авіаційної техніки (ВАТ), за якою не здійснюється авторський нагляд, експлуатують за ресурсом, граничний стан яких задають встановленими показниками основного виробу, на якому вони встановлені. Решту складають дві групи виробів.

На виробках БО першої групи виконано капітальний ремонт з відповідним продовженням встановлених показників, а виробки БО другої групи переведено на експлуатацію за технічним станом (ЕТС) у складі літального апарата.

Чинною нормативною базою для ВАТ, за якою не здійснюється авторський нагляд, передбачено тільки індивідуальне продовження встановлених показників і переведення на ЕТС. Усе зазначене створює певні труднощі для інженерно-технічного складу (ІТС) авіаційних військових частин в забезпеченні потрібного рівня боеготовності ВАТ.

Як один із раціональних шляхів подальшої експлуатації виробів БО ВАТ, за якою не здійснюється авторський нагляд, запропоновано на основі досвіду експлуатації та за результатами контролю визначальних параметрів обґрунтувати рішення щодо переведення на ЕТС парку одностипних виробів БО. При переведенні парку одностипних виробів БО на ЕТС є можливі два варіанти: ІТС має досвід ЕТС виробів БО певного типу; жодного виробу БО певного типу на ЕТС не переведено.

У разі відсутності досвіду ЕТС виробів БО необхідно визначити можливість переведення виробу БО певного типу на ЕТС. При позитивному результаті вибирають метод технічної експлуатації, стратегію технічного обслуговування (ТО) виробу БО та визначають раціональний режим його ТО.

У загальному випадку для виробу БО певного типу необхідно обрати визначальні параметри та задати ознаки граничного стану виробу. Після цього для виробів БО необхідно оцінити можливості переведення парку одностипних виробів БО на ЕТС.

При цьому: для виробів БО з першого варіанта коригують переліки контрольно-відновних робіт (КВР), періодичність та обсяг контрольно-технічного огляду (КТО); для виробів БО з другого варіанта формують переліки КВР, визначають періодичність та обсяг КТО.

Слід зазначити, що запропонований шлях можна реалізувати за умови наявності відповідної нормативної бази щодо парку одностипних виробів БО.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РАКЕТ, СТВОРЕНИХ НА БАЗІ СИСТЕМ
ЗАЛПОВОГО ВОГНЮ, НА АЕРОДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ЛІТАКА СУ-27, ОСНАЩЕНОГО ТАКИМИ РАКЕТАМИ,
В АЕРОДИНАМІЧНІЙ ТРУБІ АТ-1**

Метою досліджень було вимірювання піднімальної сили та лобового опору моделей літака Су-27 з ракетами, створеними на базі ракет систем залпового вогню. Значення підйимальної сили та лобового опору моделі з урахуванням поправок було перераховано на натурні розміри ракет та літака.

Здійснено попередню оцінку зміни аеродинамічних характеристик літака Су-27 зі створеними ракетами.

Результати експериментального дослідження в аеродинамічній трубі АТ-1 моделі літака Су-27 з новими ракетами були порівняні з результатами теоретичних досліджень.

Отримані результати змін основних аеродинамічних коефіцієнтів (піднімальної сили, лобового опору) та аеродинамічної якості літака Су-27 з вище згаданими ракетами дещо гірші змін відповідних характеристик літака при використанні штатного варіанту озброєння, а саме ракет класу “повітря-повітря” Р-73 й класу “повітря-поверхня” Х-29Т та АЗУ Б8-М1.

Достовірність отриманих результатів забезпечено дотриманням параметрів подібності при проведенні експериментів. Похибка не перевищує відхилень 5,2 % із відомими даними і проведеними теоретичними розрахунками.

Результати експериментальних досліджень аеродинамічних характеристик моделі літака Су-27 зі створеними ракетами дозволяють здійснити розрахунок та оцінку зміни основних льотно-технічних характеристик літака Су-27.

ЩОДО ШЛЯХІВ ОСНАЩЕННЯ РОЗВІДУВАЛЬНОЮ АВІАЦІЄЮ НА СЕРЕДНЬОСТРОКОВУ ПЕРСПЕКТИВУ

На даний час парк літаків-розвідників Су-24МР, безпілотних авіаційних комплексів (далі - БпАК) ВР-2, ВР-3, а також відповідної наземної техніки є морально застарілим, вичерпав ресурсні показники та експлуатується за технічним станом.

З метою підтримання справного стану вищезазначеної військової авіаційної техніки (далі – ВАТ) здійснюються заходи з проведення ремонту, модернізації та відповідно продовження строку служби (збільшення ресурсу).

Наведені заходи дозволяють частково підтримувати справний стан ВАТ орієнтовно лише до 2025-2030 років, частково задовольняють визначені потреби, разом з тим не вирішують комплексну проблему щодо забезпечення Збройних Сил України сучасною авіаційною технікою у порівнянні з аналогічним озброєнням і військовою технікою провідних країн світу.

Розв'язання проблеми щодо оснащення Повітряних Сил Збройних Сил України сучасною авіаційною технікою для ведення повітряної розвідки поєднується із загальною проблемою щодо заміни парку ВАТ та може відбуватися за трьома варіантами.

Перший варіант передбачає створення замкнених циклів розроблення та виробництва бойових багатоцільових літаків, універсальних підвісних розвідувальних контейнерів до них, БпАК II та III класів (зокрема, розвідувально-ударних), наземних систем комплексів повітряної розвідки на вітчизняних підприємствах оборонно-промислового комплексу, організацію підготовки льотного та інженерно-технічного складу.

Другий варіант передбачає закупівлю зазначеної ВАТ іноземного виробництва, яка необхідна для оснащення Збройних Сил України, її ліцензійне виробництво і, на початкових етапах, підготовку льотного та інженерно-технічного складу у державах-виробниках.

Третій варіант є комбінованим та передбачає максимальне залучення вітчизняного наукового, науково-технічного потенціалу і виробничих потужностей держави до розроблення та виробництва ВАТ у поєднанні з їх ліцензійним виготовленням та закупівлею озброєння і військової техніки іноземного виробництва від країн-партнерів.

Зазначений підхід є оптимальним та розкривається у виступі більш детально.

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ІМПОРТОЗАМІЩЕННЯ ПРИ РОЗРОБЦІ І РЕМОНТІ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Однією з актуальних проблем, від вирішення якої залежить боєздатність Збройних Сил (ЗС) і, як наслідок, воєнна безпека держави є якісне та своєчасне забезпечення потреб бойового складу авіації ЗС України озброєнням та військовою технікою, яке залежить від стану розробки нових зразків авіаційної техніки та забезпечення справності існуючого парку повітряних суден, в першу чергу, авіаційних двигунів та елементів трансмісії.

Реалізація завдань щодо створення нових зразків авіаційної техніки та забезпечення ремонту існуючого парку авіаційної техніки авіації ЗС України потребує вдосконалення законодавчої і нормативно-правової бази у сфері виробництва та ремонту військової техніки, визначення пріоритетів науково-технічної діяльності щодо реалізації “Концепції підтримання справності та бойового потенціалу авіаційної техніки авіації Повітряних Сил ЗС України на період до 2025 року” та вирішення проблем з імпортозаміщенням.

Однією із причин актуалізації проблеми імпортозаміщення стала агресія Російської Федерації проти Української держави, що унеможливило прямі поставки озброєння та військової техніки, комплексувальних виробів і запасних частин та надання інших послуг військового призначення державою-агресором в інтересах авіації ЗС України.

До розв’язання завдань імпортозаміщення залучаються профільні підприємства промисловості та науково-дослідні установи НАН України. Відповідні дослідження та роботи проводяться на виробничо-технологічних та випробувальних базах авіаремонтних підприємств України, які на сьогодні перебувають у сфері управління ДК “Укроборонпром”.

Координацію наукових досліджень з питань розробки та впровадження перспективних технологій щодо ремонту та експлуатації авіаційної техніки здійснює дорадчий орган – Міжвідомча координаційна рада з питань експлуатації, ремонту та модернізації авіаційної техніки, створена спільним наказом Міністерства оборони України та Національної академії наук України від 31.10.2011 року №664/694.

Завдяки зазначеним дослідженням та на підставі їх практичних результатів, на сьогодні в Україні створено національну систему відновлення та підтримання справності і боєздатності авіаційної техніки авіації ЗС України шляхом освоєння та виконання заводського ремонту, продовження строків служби і збільшення ресурсів, переведення її на експлуатацію за технічним станом.

Функціонування та правове врегулювання зазначеної системи забезпечило гарантовану спроможність відновлення та підтримання справності переважної більшості типів повітряних суден ЗС України. Однією з умов успішного функціонування цієї системи є постачання підприємствам відповідних ремонтних комплектів запасних частин, деталей та агрегатів. Частково зазначена проблема вирішена організацією виробництва на авіаремонтних підприємствах України значної номенклатури деталей об’єктов’язкової заміни.

Разом з тим, впровадження програми імпортозаміщення потребує вдосконалення нормативно-правової бази та проведення комплексу наукових досліджень щодо впровадження науково обґрунтованих методик випробувань виготовлених запчастин з підтвердження їх надійності та надання нових значень ресурсних показників.

Історія народження і становлення авіаційного матеріалознавства як науки, виникнення та розвитку ресурсно-сировинних і матеріалознавчих підприємств авіаційної та космічної галузі в СРСР пов'язана зі створенням 28.06.1932 р. Всесоюзного науково-дослідного інституту авіаційних матеріалів (далі – ВНДІАМ). На основі фундаментальних і прикладних досліджень у ВНДІАМ створювалися і потім освоювалися в промисловості нові матеріали, що відповідали високим вимогам по міцності, ресурсу та надійності. Крім того, ВНДІАМ визначав придатність застосування матеріалів, видавав рекомендації щодо систем захисту від корозії і зовнішніх кліматичних факторів та забезпечував розробників авіаційної техніки обов'язковими до виконання стандартами на авіаційні матеріали і нормативною документацією за технологіями їх виробництва і застосування в авіаційних конструкціях.

Зважаючи на те, що Україна залишається виробником авіаційної і космічної продукції світового рівня, в Україні з самого початку незалежності і до цього часу не створений центр розробки та сертифікації авіаційних матеріалів (металів, сплавів, гумотехнічних виробів, полімерів тощо).

Враховуючи вищезазначене, Кабінету Міністрів України, новоствореному Міністерству з питань стратегічних галузей промисловості України спільно з Міністерством оборони України, Національною академією наук України та іншими центральними органами виконавчої влади доцільно прийняти рішення щодо створення “Матеріалознавчого центру з питань встановлення відповідності та взаємозамінності матеріалів критичного імпорту” та визначити завдання і умови його функціонування.

ВПЛИВ ЧЕТВЕРТОЇ ТЕХНІЧНОЇ РЕВОЛЮЦІЇ НА РОЗВИТОК БОРТОВИХ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Тенденції в літакобудуванні, які пов'язані з підвищенням рівня електрифікації літальних апаратів (ЛА), призводять до підвищення потужності і об'єму споживаної електричної енергії на борту літаків і вертольотів та необхідності більш раціонального використання наявної на борту електричної енергії з урахуванням вимог надійної роботи основного і допоміжного обладнання.

Слід розрізняти рівні електрифікації ЛА. Концепція повністю електрифікованого літака (ПЕЛ) розпочала свій шлях з початком третьої технічної революції в 70-х роках минулого століття з літаків, які мали підвищену електрифікацію бортового обладнання (ЛПЕО). Суттєвий стрибок в реалізації концепції припадає на початок – середину 1990-х років. Він базувався на розвитку комп'ютерних технологій, досягнень в електротехніці та електроніці.

Наявність практичного досвіду та наукових досягнень в різних галузях науки дали змогу в період з 1990 по 2000 рік за рахунок використання системного підходу визначити наступний етап розвитку ПЕЛ, який включає в себе удосконалення концепції ЛПЕО. Кожен наступний етап, враховуючи попередні досягнення, був реалізований у вигляді підвищення критеріїв ефективності: безпека польоту, економічність, екологічність та військовий (розширення бойових можливостей літака).

На сьогоднішній день четверта технічна революція (Індустрія 4.0) позиціонує як нові технології, які об'єднують фізичний, цифровий та біологічний напрями. Ці технології формують проблеми досліджень в різних галузях науки і техніки, в тому числі і авіабудуванні.

Ключовим принципом поступової реалізації концепції ПЕЛ являється поетапна трансформація централізованих гідравлічної й пневматичної систем з подальшим переведенням усього обладнання ЛА на живлення від центральної електричної системи. Це рішення дозволить оптимізувати роботу газотурбінних двигунів, зменшити загальну масу обладнання і систем розподілу енергії, зменшити витрати палива, витрати ресурсів та часу на технічне обслуговування за рахунок уніфікації обладнання. Найбільші переваги повна електрифікація дає для великих пасажирських і транспортних літаків.

При реалізації концепції ПЕЛ на пасажирських і транспортних літаках постає питання заміни повітряної системи запуску авіаційних двигунів на електричну. Як відомо, одним з напрямів розвитку бортового обладнання є його максимальне комплексне використання на землі і в польоті. Будь-яка електрична машина може використовуватись як в режимі стартера, так і генератора. Проектування нових електричних систем запуску з використанням електричної машини подвійної дії визначає подальші принципи проектування системи електропостачання з відповідними підходами побудови системи електричного захисту обладнання та електричних мереж ЛА. В якості головних джерел електричної енергії на

пасажирських і транспортних літаках використовуються синхронні генератори, системи управління якими за роки їх використання досягли певного рівня досконалості. Доопрацювання потребують лише ланцюги живлення і захисту нового бортового обладнання. Загальний принцип побудови системи електроживлення залишається незмінним. Синхронні машини великої потужності в якості стартера не використовуються на борту ЛА у зв'язку з малими пусковими моментами та конструктивними обмеженнями, які не дають змогу їх використання за частотою обертання (до 20000 об/хв.).

На сьогоднішній день стали широко застосовуватися асинхронні електричні машини в якості електростартера. У цих машинах відсутні недоліки притаманні синхронним, але їх використання теж обмежується у зв'язку з необхідністю застосування джерела живлення, потужність якого в п'ять разів повинна перевищувати потужність асинхронної машини при запуску газотурбінного двигуна на землі. Тому дане питання потребує більш детального вивчення асинхронної машини як об'єкта застосування в системі "авіаційний двигун – електростартер" з метою визначення раціональних законів управління відносно мінімізації енергетичних втрат.

При використанні асинхронної машини в якості автономного генератора на борту ЛА необхідно проектувати систему збудження генератора та регулювання частоти вихідного струму й напруги з урахуванням характеру навантаження. Асинхронний генератор не потребує захисту від короткого замикання, так як в цьому режимі він розмагнічується (скидає навантаження). Дана властивість може погано вплинути на роботу бортового обладнання, а саме – призведе до його знеструмлення з подальшою розбалансовкою бортової системи генерації електроенергії.

Таким чином, можемо зробити наступні висновки:

використання асинхронної машини в якості електростартера являється перспективним;

систему електропостачання на основі синхронних генераторів необхідно використовувати як основну;

систему електропостачання на основі асинхронних генераторів необхідно використовувати як допоміжну для потреб, не пов'язаних з виконанням польоту;

необхідно розробляти нові закони управління асинхронними стартерами та системи електричного захисту бортових споживачів з використанням комп'ютерних технологій для обмеження струмових навантажень в генераторному режимі.

НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ НАВІГАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ ТАКТИЧНИХ ЛІТАКІВ

Тактичні літаки становлять основу парку військової авіації Збройних Сил України. Ефективність виконання бойових завдань літаками суттєво залежить від ступеня досконалості їх навігаційних комплексів, до складу яких входять як системи числення координат місцезнаходження, так і навігаційні коректори (позиційні, швидкісні та кутомірні).

Основним класом систем числення координат літаків є інерціальні навігаційні системи, які мають високий ступінь автономності та завадозахищеності. Курсошвидкісні системи числення координат місцезнаходження (курсо-доплерівські і курсо-повітряні) є допоміжними.

На теперішній час вдосконалення інерціальних навігаційних систем літаків здійснюється шляхом заміни застарілих платформних інерціальних навігаційних систем на сучасні безплатформні інерціальні навігаційні системи (БІНС), які мають суттєві переваги за багатьма показниками. Промисловістю України освоєно виробництво таких сучасних датчиків для БІНС, як інтегруючі акселерометри та лазерні гіроскопи навігаційного класу точності, а також розробку програмно-алгоритмічного забезпечення БІНС. Ці обставини сприяють впровадженню БІНС в склад навігаційних комплексів літаків у найближчій перспективі.

Актуальними задачами для промисловості України є засвоєння розробки таких гіроскопічних датчиків для БІНС, як твердотільні хвильові гіроскопи та волоконно-оптичні гіроскопи, які є більш перспективними у порівнянні з лазерними гіроскопами.

Одними з найбільш точних позиційно-швидкісних навігаційних коректорів є супутникові навігаційні системи (СНС). Однак, недоліком СНС є їх низька завадозахищеність по відношенню до широкосмугових радіоелектронних завад та так званих інтелектуальних завад. Тому використання СНС потребує впровадження спеціальних заходів для підвищення завадозахищеності.

До перспективних навігаційних коректорів тактичних літаків слід віднести кореляційно-екстремальні навігаційні системи за картами рельєфу місцевості та стереоскопічні навігаційні системи, які засновані на обробці стереопар зображень земної поверхні в різних діапазонах спектру. Таким коректорам, на відміну від СНС, притаманна висока завадозахищеність.

Розробка та впровадження вказаних типів коректорів є актуальними завданнями для промисловості України.

До складу навігаційних комплексів тактичних літаків повинні входити також сучасні цифрові системи повітряних сигналів, а також такі навігаційно-посадкові засоби як VOR/ILS та DME, які мають задовольняти міжнародним вимогам.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ОЦІНКИ ПРОБЛЕМНИХ СИТУАЦІЙ

Розглядається проблема *кількісної* та *якісної* оцінки проблемних ситуацій, включаючи небезпечні (тривожні, несприятливі) події. Завдання аналітичної оцінки вирішується методом вкладених скалярних згорток векторного критерію з використанням нелінійної схеми компромісів. Якісна оцінка базується на словесній шкалі Харрінгтона.

Прийняття управлінських рішень спрямовано на вирішення проблемних (несприятливих, тривожних) ситуацій, що виникають в різних предметних сферах. Поняття проблемної *ситуації* включає в себе ряд несприятливих *подій*. Кожна з цих подій має свою *важливість* і передбачає *реакцію* (набір управлінських заходів, спрямованих на усунення проблеми). У свою чергу *важливість* заходу характеризується величиною можливого матеріального або іншого *збитку*, а також викликаним громадським *резонансом*. *Реакція* характеризується *часом* початку реагування, *вартістю* застосованих втручань та *ефективністю* вжитих заходів. Прийняття управлінського рішення базується на *оцінці* даної проблемної ситуації. Згідно з викладеним аналізом, система оцінки представляється ієрархічною структурою, яка показана на рис. 1.

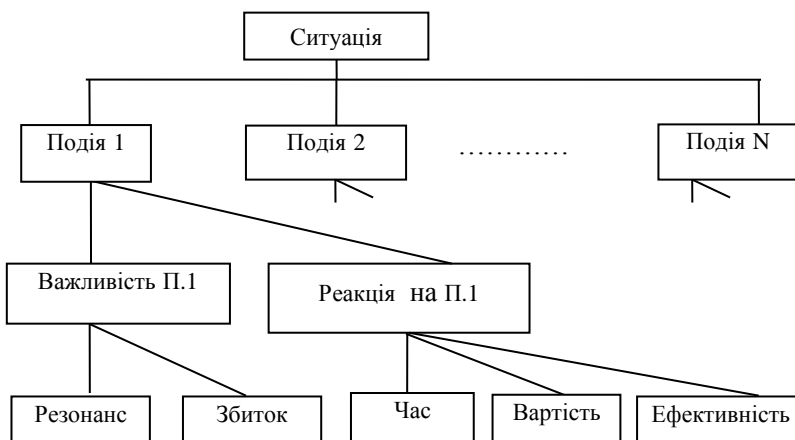


Рис. 1

Після формалізації задачі оцінки проблемних ситуацій, яка передбачає встановлення у відповідність якісним поняттям кількісних значень, отримуємо m - рівневу ієрархію критеріїв. Кількість рівнів m залежить від необхідної глибини декомпозиції. В даному випадку має місце 4-х рівнева ієрархія. Якості нижнього, першого рівня можуть бути виражені в числах та є відправним пунктом для розв'язання задачі оцінки проблемної ситуації.

Якість ситуації визначається ієрархічною системою векторів

$$y^{(j-1)} = \{ y_i^{(j-1)} \}_{i=1}^{n^{(j-1)}}, j \in [2, m],$$

де $y^{(j-1)}$ – вектор критеріїв на (j-1)-му рівні ієрархії, за компонентами якого оцінюється якість властивостей ситуації на j-му рівні; m – кількість рівнів ієрархії; – кількість оцінюваних властивостей (j-1)-го рівня ієрархії. Чисельні значення n критеріїв першого рівня ієрархії для даної ситуації задані. Ясно, що $n^{(1)} = n$ і $n^{(m)} = 1$.

Значимість кожної із компонент критерію (j-1)-го рівня при оцінці k-ї властивості j-го рівня характеризується коефіцієнтом пріоритету, сукупність яких становить систему векторів пріоритету

$$p_{ik}^{(j-1)} = \{ p_{ik}^{(j-1)} \}_{k=1}^{n^{(j)}}, j \in [2, m].$$

Потрібно знайти аналітичну оцінку y^* і якісну оцінку даної ситуації.

Для аналітичної оцінки ієрархічних структур пропонується застосувати метод вкладених скалярних згорток. Композиція здійснюється за “принципом матрьошки”: *скалярні згортки зважених компонент векторних критеріїв нижчого рівня служать компонентами векторних критеріїв вищого рівня*. Скалярна згортка критеріїв, отримана на самому верхньому рівні, автоматично стає виразом для оцінки всієї ієрархічної системи в цілому.

Алгоритм рішення задачі методом вкладених скалярних згорток представляється ітераційною послідовністю операцій зваженої скалярної згортки векторних критеріїв кожного рівня ієрархії знизу доверху з урахуванням векторів пріоритету на основі обраної схеми компромісів:

$$\{ (y^{(j-1)}, p^{(j-1)}) \rightarrow y^{(j)} \}_{j \in [2, m]},$$

а пошук оцінки ефективності всієї ієрархічної системи (ситуації) в цілому виражається завданням визначення скалярної згортки критеріїв на верхньому

рівні ієрархії: $y^* = y^{(m)}$.

Якісна (лінгвістична) оцінка ситуації виходить зіставленням аналітичної оцінки з *вербально-числовою шкалою Харрінгтона*, яка є характеристикою ступеня вираженості критеріальної властивості і має універсальний характер. Числові значення градацій отримуються на основі аналізу і обробки великого масиву статистичних даних.

Запропонований підхід дає можливість формалізовано опрацювати різні сценарії прийняття управлінських рішень для ліквідації проблемних ситуацій з різними вступними даними. Наприклад, особа, яка приймає рішення, може варіювати параметри реакцій на проблемні події. Це дозволить, в кінцевому підсумку, прийняти найбільш адекватне в заданих умовах остаточне рішення.

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ІНТЕГРАЦІЇ РИЗИК-МЕНЕДЖМЕНТУ ПІД ЧАС СУПРОВОДЖЕННЯ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Підвищення рівня вимог до сучасних зразків озброєння та військової техніки, у тому числі авіаційної, та ускладнення самих зразків, появи систем керування, наближених до інтелектуальних, призводить до підвищення рівня складності (інноваційності) проєктів їх створення, а відповідно і рівня ризиків при їх реалізації. Причини появи негативних сценаріїв можуть бути найрізноманітніші: як об'єктивні, так і суб'єктивні.

За результатами виконання кожного етапу науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт повинно бути прийнято відповідне управлінське рішення про продовження роботи та перехід до виконання наступного етапу. На теперішній час це фактично реалізується укладанням державного контракту або угоди (додаткової угоди). Така угода укладається між замовником та виконавцем практично на кожний наступний етап дослідно-конструкторських робіт (ДКР).

З метою оптимізації підтримки прийняття зазначених вище рішень, у відповідності до сучасних вимог нормативних документів, а саме ДСТУ В-П 15.203-2017 на кожному етапі виконання ДКР здійснюється оцінка ризиків виконання проєкту, складаються відповідні плани та звіти.

При цьому, з аналізу системи розробки таких складних технічних систем як перспективні зразки авіаційної техніки можна зробити наступний відсотковий розподіл важливості прийнятих рішень та витрат в ході реалізації проєкту.

Відсотковий розподіл рішень та матеріальних витрат на стадіях створення авіаційної техніки (АТ) яскраво демонструють фактично до початку розробки робочої конструкторської документації. Саме тоді, коли вже прийнято до 80% загального об'єму рішень за проєктом. В такий момент, на мою думку, доцільно і враховувати концептуальні рішення, а саме – яким шляхом вирішувати проблему заміни відповідного парку авіаційної техніки. Як відомо, до основних заходів відносяться такі: закупівля зразка, власна розробка, спільна розробка, ліцензійне виробництво. Звісно, це питання заслугове окремого дослідження та своїх підходів до оцінки ризиків при прийнятті рішення про вибір відповідного напрямку.

Таким чином, ризики, що можуть виникати у визначенні тактико-технічних вимог на основі заданих оперативно-технічних вимог або неправильна оцінка проєктного (технічного) рішення на етапі загального проєктування (ранні етапи) виявляться практично непоправною на наступних етапах, або ця оцінка несе за собою значні додаткові матеріальні та часові витрати. Оскільки в наступних етапах розробки залучено значні засоби й ресурси, то це значно ускладнює зворотній зв'язок та істотно підвищує наслідки помилок етапу загального (попереднього) проєктування.

Доцільно зазначити, що з досвіду останніх років спостерігаються такі випадки, як відкриття та фінансування ДКР з розробки озброєння та військової техніки без достатнього рівня обґрунтованості можливості її

реалізації, що стає одним з основних ризикоутворюючих факторів при реалізації проєктів. Це обумовлюється багатьма факторами. Так, з одного боку, на теперішній час достатньо показовим є – прагнення імовірного виконавця за будь-яких обставин отримати замовлення, а з іншого – навпаки, при наявній потребі у відповідному зразку відсутність достатніх альтернатив щодо вибору головного виконавця проєкту.

Внаслідок підвищення інноваційності проєктів створення АТ достатньо частим стає ускладнення об'єктивної оцінки ступеню реалізуємості проєктів до початку фактичного виконання проєктних робіт, фактично можна сказати, що початкове управлінське рішення (рішення про відкриття ДКР) приймається в умовах певного ступеню невизначеності. А реальна оцінка можливості реалізації всіх заданих вимог до зразка фактично здійснюється в ході проведення етапу технічного проєкту, після прийняття остаточних технічних рішень.

Прийняття правильного варіанту рішення (саме на цьому етапі) забезпечує високу імовірність реалізації проєкту з позитивним результатом або його припинення з мінімальними матеріально-часовими втратами.

АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ СИЛОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ ШАРНІРНОГО ВУЗЛА КРИЛА ЛІТАКА ТИПУ Су-24

Ефективність процесу експлуатації парку літаків типу Су-24 забезпечується великою кількістю факторів: глибиною опрацювання, і повнотою забезпечення вимог з надійності, експлуатаційної технологічності, досконалості програм технічного обслуговування і ремонту, рівнем виробничо-технічної бази експлуатантів та ремонтних підприємств.

Згідно з даними донесень, станом на 2020 рік несправними з причини закінчення строку служби до 1-го ремонту та міжремонтного строку служби є 89% літаків типу Су-24 М(МР). В той же час всі ці літаки мають значні запаси ресурсів, тобто вони не витратили запасу міцності конструкції, закладеного при їх проектуванні і виробництві. Цей фактор надає можливість продовжувати експлуатацію літаків типу Су-24 за межами раніше встановлених ресурсних показників.

Продовження встановлених показників при переведенні літаків типу Су-24 на експлуатацію за технічним станом потребує ретельного дослідження фізичних процесів, що відбуваються у матеріалах ресурсолімітуючих елементів конструкції, функціональних системах та агрегатах при виявленні так званих “слабких місць” літака.

Актуальність даної роботи пов'язана з необхідністю пошуку оптимальних шляхів підтримання потрібного рівня справності парку літаків типу Су-24 авіації Повітряних Сил Збройних Сил України. В якості об'єкту дослідження обрано крило зі стрілоподібністю, яка змінюється в польоті, і складається з двох поворотних консолей та шарнірних вузлів з'єднання до силової балки центроплану.

Алгоритм розв'язку задачі полягав у побудові комп'ютерної моделі конструкції з використанням креслень розробника, її фрагментації скінченими елементами і закладанням умов механічної взаємодії між деталями конструкції, виставленням крайових умов і виконанням безпосереднього розрахунку компонент напружень та їх аналіз розподілу по конструкції, особливо в місцях їх концентрації. Для цього використовувались сучасні програмні комплекси SolidWorks, ANSYS, які дозволяють розв'язувати прикладні задачі механіки твердого деформованого тіла за різноманітних граничних умов навантаження.

Шарнірний вузол крила представляє собою складну монолітну конструкцію. Тому згідно сформульованій задачі, геометрична модель конструкції була побудована без експлуатаційних пошкоджень та з ними. Вони мали вигляд тріщин з різними розмірами та місцями розташування.

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ЩОДО СТВОРЕННЯ СУЧАСНИХ КАНАЛІВ ЗВ'ЯЗКУ ТА ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ

В ході проведення антитерористичної операції (АТО) та операції об'єднаних сил (ООС) на сході України високу ефективність продемонстрували безпілотні авіаційні комплекси (БпАК) при їх застосуванні з метою оперативного виявлення військових угруповань та об'єктів противника. При цьому противником активно застосовується комплекс мір щодо протидії роботі БпАК, у тому числі широкий спектр засобів радіотехнічної розвідки (РТР), а також засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ).

Більшість БпАК, які на теперішній час прийняті на постачання Збройних Сил України, являють собою програмно-апаратні комплекси автономного дистанційного-керування, що призначені для вирішення завдань з аеророзвідки, патрулювання, картографування місцевості із можливістю передачі відеоінформації та отримання точних географічних координат у режимі реального часу.

Застосування засобів РЕБ противником призводить до вразливості каналів управління і передачі даних БпАК, що обумовлює ризики втрати БпЛА та невиконання поставленого завдання з проведення повітряної розвідки.

Виходячи з вище зазначеного, можна виділити основні напрями підвищення стійкості каналів зв'язку БпАК до впливу навмисних завад: інструментально-технічні, організаційно-тактичні.

Для відпрацювання рекомендацій щодо раціональних дій в умовах протидії РЕБ одним із шляхів є використання методології теорії ігор. При цьому результат будь-якої дії кожної із сторін (системи РЕБ, системи завадозахищеності зв'язку) залежить від того, яку дію вибирає та чи інша сторона.

Основний принцип теорії ігор – принцип мінімакса. Він диктує конфліктуючим системам вибір відповідних параметрів та характер дії (стратегію рішень).

Приведена математична модель “система каналу зв'язку – система РЕБ” найбільш повно може бути реалізована на етапах розробки та проектування каналів зв'язку для БпЛА в частині синтезу завадозахищених алгоритмів прийому та обробки сигналів, а також при аналізі якості функціонування каналів зв'язку в умовах дії РЕБ. Як приклад – використання при оцінюванні мінімальної завадозахищеності каналів зв'язку в умовах найгірших перешкод.

ПРОБЛЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ПІДГОТОВКИ ВІЙСЬКОВИХ ЛЬОТЧИКІВ УКРАЇНИ

Професійне навчання військового льотчика тактичної авіації коштує дуже дорого. Звідси й постає актуальність цього дослідження, спрямованого на зменшення вартості підготовки одного льотчика для Повітряних Сил Збройних Сил (ПС ЗС) України. Це дослідження має суто практичне застосування: обґрунтувати, який саме літак, з якими основними технічними даними, потрібно закупити чи створити для заміни найбільш широко застосованого в нас для вказаних цілей Л-39.

Для вивчення впливу одного з чинників, від якого суттєво залежить успішність процесу підготовки льотчиків, приведемо один з прикладів випуску Чернігівського вищого військового авіаційного училища льотчиків, в якому один із авторів навчався з 1984 по 1988 рік. Після двох років навчання було виділено групу курсантів, яка й третій рік продовжувала літати на Л-39. Групу назвали “Експеримент”. Мета: випустити з училища льотчиків 3-го класу. На четвертому курсі група “Експеримент” повинна була в подальшому літати на МиГ-23.

Проте фізіологічну здатність майбутнього льотчика виконувати посадку літака з підвищеною швидкістю потрібно було виявити якомога раніше протягом навчання. Саме затягування з визначенням відсутності згаданої здатності призвело до вимушеного відрахування від подальшої підготовки курсантів четвертого курсу вищезгаданої групи “Експеримент”, яких на третьому курсі продовжували навчати польотам на літаку з малою швидкістю посадки (Л-39). Це призвело до відповідних втрат, яких вдалося б уникнути при виявленні професійної непридатності згаданої групи на більш ранньому етапі навчання.

Викладене вище дає змогу зробити низку деяких попередніх висновків для формування одного з можливих варіантів технічного обрису перспективного навчально-бойового літака для ПС ЗС України. Всі вони значною мірою спрямовані на полегшення й спрощення конструкції, а тому сприяють зменшенню вартості такого літака, його експлуатації, сприяють ефективному відпрацюванню навчально-бойових завдань:

крім основного режиму посадки з малою швидкістю, такий літак може бути розрахований також і для відпрацювання режиму посадки з підвищеною швидкістю, що, як вище було згадано, є надзвичайно важливо для якісної сучасної та економної підготовки і перепідготовки льотчиків, адже ці швидкості на посадці властиві, наприклад, тактичним літакам Повітряних Сил України Су-24, Су-27, МиГ-29;

низькоплан, адже на відміну від середньогоплану й високоплану у низькоплану в місці з'єднання фюзеляжа й крила має бути сформована зона підвищеної міцності конструкції, що дає змогу встановити, наприклад, підфюзеляжний підвісний багатозамковий утримувач озброєнь;

усе озброєння має бути розміщено лише на одному підфюзеляжному підвісному багатозамковому утримувачі озброєнь, наприклад, двох Р-73, або чотирьох ФАБ-50, чи двох ФАБ-100, або однієї ФАБ-250 тощо;

бортовий крупнокаліберний кулемет може бути інтегрований теж у

підфюзеляжний підвісний багатозамковий утримувач озброєнь;
можливий демонтаж підфюзеляжного підвісного багатозамкового утримувача озброєнь зможе перетворити літак на його демілітаризовану, цивільну версію;
дозвуковий, максимальна приладова швидкість біля землі до 1000 км/год;
один турбореактивний двигун, що забезпечує достатню тягоозброєність;
екіпаж розташовано тандемом, кабіну оснащено катапультними кріслами;
інтер'єр передньої кабіни має інтер'єр бойового літака й забезпечує імітацію функціонування його приладів та системи озброєння;
кабіна негерметична (як у Су-25);
крило помірної стрілоподібності з напливами в кореневій частині й інтегрованими баками для палива;
механізацію передньої крайки крила замінює конічна крутка, це буде сприяти попередженню кінцевих відривів на великих кутах атаки;
проста за конструкцією механізація задньої крайки крила може бути, в разі необхідності (наприклад недостатньої поперечної керованості на великих кутах атаки), використана як флаперони;
ножиці стабілізатора можуть виконувати також роль штатних органів поперечного управління;
пряме управління без бустерів, адже літак дозвуковий;
повністю електричний борт;
гальмівний парашут;
протилазерне покриття скла кабіни;
металізація скла кабіни з метою зменшити радіолокаційну помітність;
розвинена віртуалізація може імітувати значну кількість бойових завдань.

З описаного вище технічного обриса зрозуміло, що запропонований літак повинен бути достатньо спрощений і компактний, щоб його можна було серійно виготовляти навіть на приватних авіапідприємствах України.

Кривов Г.О., Шулєпов В.М., Кайнов М.М., Акціонерне товариство “УкрНДІАТ”

Кравченко І.Ф., Степаненко С.М., Атанасова А.А., Державне підприємство “Івченко-Прогрес”

КОРПОРАТИВНА СИСТЕМА НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ В ІНТЕРЕСАХ ПІДПРИЄМСТВ І ОРГАНІЗАЦІЙ АВІАЦІЙНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ

Для забезпечення безперервного забезпечення нормативними документами розробок, виробництва і ремонту авіаційної техніки в умовах дії Закону України “Про стандартизацію” доцільно реалізувати корпоративну стандартизацію і створити єдину корпоративну систему нормативних документів (КСНД). Корпоративна стандартизація може забезпечити перехід всіх підприємств і організацій авіабудування від використання системи державних і галузевих стандартів колишнього СРСР до власної системи стандартів, кодексів усталеної практики, технічних умов та інших нормативних документів.

Із загальної кількості нормативних документів, що використовуються в даний час, близько 65% є документами галузевого рівня і відповідно до закону України “Про стандартизацію” повинні бути скасовані до кінця 2029 року. Для проведення робіт зі створення КСНД з ініціативи ряду підприємств галузі створено Робочу групу. Спільним рішенням підприємств і організацій, засновників КСНД, визначено Головну організацію з корпоративної стандартизації в інтересах підприємств і організацій авіаційної промисловості України.

Розробку нормативних документів для КСНД планується проводити відповідно до Програми корпоративної стандартизації та щорічних планів. Для формування і ведення каталогу корпоративних нормативних документів і абонентського обслуговування учасників КСНД планується створення спеціального Фонду. Основоположні рішення щодо КСНД будуть прийматися на щорічних загальних зборах керівників підприємств і організацій, що входять в КСНД. Практичну роботу зі створення КСНД розпочато з формування масивів діючих нормативних документів, що плануються до перегляду в якості корпоративних. Для визначення нормативних документів, які повинні, в першу чергу, набувати статусу корпоративних, масиви діючих документів, сформовані підприємствами, переробляються із застосуванням методів накладення, підсумовування і секторним методом (за галузевою ознакою). Представлено структуру позначення корпоративних нормативних документів.

РОЗРОБКА І ВИРОБНИЦТВО ВІТЧИЗНЯНОЇ АПАРАТУРИ СУПУТНИКОВОЇ НАВІГАЦІЇ

Досвід фахівців підприємства “Оризон-Навігація” міста Сміла Черкаської області – 40 років розробки, виробництва і впровадження в експлуатацію апаратури авіаційних, морських і наземних споживачів супутникових навігаційних систем різного призначення: геодезичної зйомки, синхронізації зв'язку та інше. В 2020 році підприємство “Оризон-Навігація” святкує 25-річний ювілей роботи в якості Державного підприємства. На цей час підприємство входить до складу ДК “Укроборонпром”.

Все обладнання, що випускається серійно, сертифіковане. Впроваджена Система Менеджменту якості та отриманий сертифікат відповідності стандарту ISO 9001-2015. Підприємство сертифіковане Державною авіаційною службою України і як розробник, і як виробник авіаційного обладнання.

Розробка зразків апаратури військового призначення проводиться під контролем військового представництва Міністерства оборони України. Випробування апаратури проводяться за участю науково-дослідних військових установ України, зокрема Державного науково-дослідного інституту авіації, Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України та інших спеціалізованих наукових установ.

На підприємстві виконана модернізація апаратури СН-3307 до рівня СН-3307М з використанням напрацювань дослідно-конструкторських робіт зі створення інформаційно-навігаційних комплексів. На цей час апаратура СН-3307М серійно виготовляється для літаків Су-25, МиГ-29 і Су-27.

Для потреб Повітряних Сил Збройних Сил України виконуються проекти зі створення нових сучасних інформаційно-навігаційних комплексів, а саме, СН-4308, який на цей час проходить відпрацювання на літаках, та СН-4327, який у вересні 2020 року пройшов міжвідомчі випробування.

На підприємстві в ініціативному порядку розроблена вітчизняна апаратура СН-4312У і апаратура СН-4314 “Електронний пілотажний індикатор” (для заміни існуючих електро-механічних індикаторів). Апаратура СН-4312У використовується при модернізації вертольотів Ми-8 і літаків Ан-26.

Розроблений і серійно виготовляється блок перетворення цифрових каналів в аналогові (код-сельсін) (БПКС).

Розроблені багатофункціональний індикатор відображення параметрів роботи двигуна АИ-450С літака УТЛІ-450С та резервний індикатор для відображення параметрів роботи силової установки літака.

Всім зацікавленим установам запропоновано проведення спільних досліджень з метою підвищення ефективності озброєння та військової техніки за рахунок використання обладнання, яке розробляється та виготовляється в Державному підприємстві “Оризон-Навігація”.

ЩОДО СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ПЕРСПЕКТИВ ОНОВЛЕННЯ ПАРКУ ВІЙСЬКОВО-ТРАНСПОРТНИХ ЛІТАКІВ АВІАЦІЇ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

У бойовому складі авіації Збройних Сил України в експлуатації перебувають військово-транспортні літаки типу Ан-24, Ан-26, Ил-76, основними завданнями яких є:

повітряні перевезення особового складу, техніки і озброєння Збройних Сил України;

повітряне десантування особового складу, техніки та вантажів;

евакуація поранених та хворих;

повітряні перевезення міжнародних контингентів і вантажів у ході миротворчих та гуманітарних операцій;

виконання спеціальних завдань та пошуково-рятувальних робіт.

Справність існуючого парку літаків військово-транспортної авіації Збройних Сил України на сьогодні забезпечується продовженням (збільшенням) їм встановлених ресурсних показників та виконанням капітально-відновлювального ремонту.

Виявлення та локалізація “критичних” елементів на основі проведення відповідних досліджень з їх відновленням шляхом ремонту або заміною в рамках реалізації заходів імпортозаміщення дозволить забезпечити експлуатацію парку літаків типу Ил-76, Ан-24, Ан-26 до досягнення ними фактичних граничних показників довговічності (орієнтовно до 2035 року) з повним використанням їх ресурсного потенціалу, закладеного на стадіях розробки та виробництва.

З метою збереження та нарощування транспортно-бойового потенціалу авіації Збройних Сил України вже сьогодні необхідне поступове оновлення парку військово-транспортних літаків на нові сучасні зразки. Тобто питання щодо визначення послідовності, етапності та шляхів переозброєння військово-транспортної авіації Збройних Сил України є доволі актуальним.

В цьому сенсі, в першу чергу, викликають зацікавленість літаки, які за своїм функціональним призначенням і характеристиками повинні замінити основу існуючого парку військово-транспортної авіації, а саме – літаки типу Ан-26 та Ил-76. Як можливий варіант доцільно розглядати середні військово-транспортні літаки Ан-178 і важкі широкофюзеляжні літаки Ан-188 розробки та виробництва Державного підприємства “Антонов”. Базою для створення спеціальних літаків слід розглядати літаки типу Ан-178.

Відпрацювання, вибір та практична реалізація запропонованого сценарію (варіанту) розвитку військово-транспортної авіації Збройних Сил України дозволить не тільки підвищити транспортно-бойовий потенціал авіації Збройних Сил України, а й збереже авіаційну промисловість України, її науково-технічний потенціал, робочі місця.

ОСОБЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ УНІФІКОВАНИХ НАЗЕМНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ОБРОБКИ ПОЛЬОТНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПОВІТРЯНИХ І КОСМІЧНИХ СИСТЕМ

Досвід проведення Антитерористичної операції та операції Об'єднаних сил на сході України показує суттєве підвищення ролі розвідувальної авіації, яка є одним із найважливіших засобів оперативного і бойового забезпечення командирів та штабів при організації бойових дій завдяки веденню повітряної розвідки. Вся розвідувальна інформація, що отримана засобами повітряної розвідки (пілотованими і безпілотними літаками-розвідниками та ін.), надходить і обробляється на наземних пунктах. На сьогодні, для кожного розвідувального комплексу використовуються свої наземні засоби приймання і обробки матеріалів розвідки, створення яких не передбачало їх спільної і узгодженої роботи.

Разом з тим, подальше застосування тактичних та безпілотних літальних апаратів в інтересах інформаційного забезпечення військ (сил) вимагає проведення заходів з підвищення ефективності їхнього застосування та оперативності доведення розвідувальних даних до органів управління. Для цього пропонується впроваджувати у війська уніфіковані наземні автоматизовані комплекси прийому та обробки польотної інформації та забезпечувати їх інтеграцію до єдиної автоматизованої системи управління Збройними Силами України, яка на сьогодні тільки розгортається та впроваджується.

Уніфікований наземний автоматизований комплекс прийому та обробки польотної інформації повинен бути спроможний приймати та обробляти розвідувальну інформацію від різних розвідувальних засобів (пілотовані літальні апарати, безпілотні літальні апарати, розвідувальні контейнери, аеростатні системи) та побудований на цифрових технологіях приймання, обробки та представлення розвідувальних документів.

Проведений аналіз показав, що сучасні наземні комплекси збору і обробки розвідувальної інформації Збройних Сил України повинні відповідати наступним вимогам:

- приймати і обробляти цифрову розвідувальну інформацію від усіх розвідувальних засобів – повітряних і космічних;

- бути створеними на новій цифровій елементній базі, бути мобільними та негроміздкими, мати мале споживання електроенергії;

- мати наскрізні цифрові технології оформлення і представлення розвідувальних документів і донесень;

- бути сумісними з єдиною автоматизованою системою управління Збройними Силами України та побудованими за стандартами НАТО.

КОНЦЕПЦІЯ ВІДНОВЛЕННЯ ТА ПІДТРИМАННЯ СПРАВНОСТІ КОМПОНЕНТІВ АВІАЦІЙНИХ СИЛОВИХ УСТАНОВОК ВИНИЩУВАЧІВ ТИПУ СУ-27 І МИГ-29 НА ПЕРІОД ДО 2035 РОКУ

“Візією Повітряних Сил 2035”, схваленою рішенням Військової ради Командування Повітряних Сил Збройних Сил України від 15.05.2020, визначено раціональні шляхи їх розвитку та завдання авіації, зокрема – винищувальної авіації (ВА).

З метою підтримання спроможностей ВА з виконання завдань за призначенням на перехідному періоді до переоснащення на нову авіаційну техніку (АТ) має здійснюватися подовження встановлених строків служби експлуатації наявного авіаційного озброєння, літальних апаратів, їх складових агрегатів (компонентів) шляхом відновлення та продовження їх встановлених ресурсних показників під час виконання заводських ремонтів, переведення на експлуатацію за технічним станом тощо.

Таким чином, постійна готовність до виконання покладених на ВА завдань передбачає проведення інтенсивної бойової підготовки визначених екіпажів, підрозділів та частин, які принаймні до 2035 року будуть мати на озброєнні винищувачі типу Су-27 та МиГ-29.

В рамках виконання Державним науково-дослідним інститутом авіації науково-дослідної роботи на замовлення Командування Повітряних Сил розроблено проєкт “Концепції відновлення та підтримання справності компонентів авіаційних силових установок (СУ) винищувачів типу Су-27 і МиГ-29 на період до 2035 року” (Концепція).

Концепція містить систематизоване викладення і закріплення основних пріоритетів, шляхів, напрямів, варіантів реалізації заходів з відновлення та підтримання справності існуючого парку авіаційних двигунів, інших компонентів СУ винищувачів типу Су-27 і МиГ-29, спрямованих на забезпечення їх ефективного та безпечного застосування за призначенням, принаймні на період до 2035 року.

На підставі понад двадцятирічного досвіду підтримання льотної придатності АТ державної авіації України, за якою не здійснюється авторський нагляд, аналізу спроможностей вітчизняних авіаремонтних підприємств, підприємств авіадвигунобудівної галузі та військових авіаційних частин, вимог документів стратегічного планування, аналізу сучасного стану парків літаків-винищувачів та їх СУ, інфраструктури забезпечення їх льотної і технічної експлуатації, нормативно-правового забезпечення, науково-технічного, конструкторсько-технологічного супроводження запропоновано та викладено систему взаємопов'язаних заходів і обґрунтоване їх організаційне, науково-технічне, технологічне, конструкторське, економічне та правове забезпечення для гарантованого і стійкого забезпечення підтримання справності визначеної кількості літаків типу Су-27 і МиГ-29 на період до 2035 року, забезпечення боєздатності військових частин, якими вони озброєні.

СПОСІБ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ОСНОВНИХ ДЕТАЛЕЙ РОТОРІВ АВІАЦІЙНОГО ДВИГУНА ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

За результатами виконання в Державному науково-дослідному інституті авіації низки науково-дослідних робіт на замовлення Командування Повітряних Сил Збройних Сил України та проведених спільно з Державним підприємством “Луцький ремонтний завод “Мотор” і Державним підприємством “Івченко-Прогрес” інжинірингових досліджень науковцями інституту розроблено спосіб експлуатації основних деталей роторів авіаційного двигуна військового призначення, на який отримано патент № 143286 від 27.07.2020.

Запропонована корисна модель належить до сфери експлуатації авіаційних газотурбінних двигунів (ГТД) і може бути використана для експлуатації за технічним станом цих двигунів та основних деталей (ОД) роторів на основі врахування індивідуальних умов їх циклічного навантаження у попередній період експлуатації.

Завдання корисної моделі – врахувати реальні умови циклічного навантаження ОД роторів екземпляра ГТД в кожному польоті або наземному опробуванні у попередній період експлуатації для індивідуального прогнозування величини залишку їх ресурсу за наробітком в межах допустимого для них експлуатаційного значення параметру Total Accumulated Cycle (TAC), який визначає величину накопиченої ними циклічної пошкодженості.

У запропонованій корисній моделі здійснюється процедура порівняння фактичного наробітку ГТД і накопиченої циклічної пошкодженості ОД його роторів у TAC під час попередньої експлуатації (з урахуванням їх фактичного наробітку на кожному конкретному режимі роботи при налаштуваннях електронних регуляторів їх САУ на режими особливого періоду – “Б” та мирного часу – “УБ”) з їх допустимими експлуатаційними значеннями TAC_{доп} й подальше визначення залишкового ресурсу двигуна і його ОД за загальним наробітком на підставі результатів цього порівняння.

Запропонована корисна модель забезпечує усунення від експлуатації авіаційного двигуна адекватно реальному вичерпанню ресурсів його ОД, що підвищує економічність (прибутковість) його експлуатації без втрати надійності. Крім того, економічність (прибутковість) підвищується внаслідок того, що модель не вимагає проведення випереджаючих випробувань ГТД високої вартості для визначення гранично допустимих експлуатаційних значень TAC_{доп} його ОД.

Запропонована корисна модель впроваджена в практику ремонту авіаційних двигунів військового призначення та підкріплена відповідними методиками щодо її реалізації, які введені в дію вказівками Головного інженера авіації Повітряних Сил Збройних Сил України.

ОБҐРУНТУВАННЯ ШЛЯХІВ ЗАСТОСУВАННЯ КРИТИЧНИХ КОМПОНЕНТІВ В АВІАЦІЙНИХ ДВИГУНАХ ВИНИЩУВАЧІВ

Аналіз досвіду і перспектив підтримання льотної придатності наявних винищувачів Повітряних Сил (ПС), поточного технічного стану парку їх авіаційних двигунів (АД), засвідчує потребу певної реновації АД у процесі виконання їх заводського ремонту. Це може бути досягнуто шляхом збільшення відсотку комплектування АД новими критичними компонентами (КК), освоєння виробництва яких відбувається в Україні, або які можуть бути придбані за кордоном.

Під КК розуміємо основні та особливо відповідальні деталі та складальні одиниці АД, які мають ресурс менший ніж ресурс АД, та після певного наробітку потребують заміни під час його чергового ремонту.

Спроможність забезпечення заводського ремонту АД КК із підтвердженням ресурсом, достатнім для встановлення чергового міжремонтного ресурсу АД, з часом може перетворитись у проблему, від розв'язання якої залежатиме спроможність винищувальної авіації ПС виконувати у повному обсязі завдання за призначенням.

Така ситуація вимагає від суб'єктів авіаційної діяльності зосередження зусиль на розв'язанні низки дослідницьких задач щодо відтворення в Україні технологічних процесів виготовлення певної номенклатури КК, всебічної перевірки та підтвердження широкого кола показників їх якості, зокрема ресурсу.

У процесі освоєння виготовлення КК АД відповідно вимог та процедур, визначених наказом Міноборони № 732 щодо відновлення та взяття на облік документації, не вирішеними залишаються питання обґрунтування обсягу експериментальних перевірок, випробувань заготівель та матеріалів КК, їх руйнівного і неруйнівного контролю на різних етапах, формування достатнього комплексу доказової документації для підтвердження їх заданого (заявленого) ресурсу.

У зв'язку з цим **метою** наукових досліджень авторів є розроблення науково-методичного апарату теоретико-експериментального обґрунтування можливості застосування в АД військового призначення, за якими не здійснюється авторський нагляд, КК, освоєння виготовлення яких здійснюється вітчизняними підприємствами.

Мета досліджень досягається шляхом розв'язання таких **основних задач**:

аналіз стану питання щодо забезпечення льотної придатності АД із застосуванням КК вітчизняного виробництва;
формування моделей розрахунково-експериментального дослідження щодо обґрунтування ресурсу КК на основі переважного застосування принципів і підходів 3-ї стратегії управління ресурсом АД та обчислювальної механіки руйнування їх КК.

БАГАТОКРИТЕРІЙНА ОЦІНКА АВІАЦІЙНИХ ТРЕНАЖЕРНИХ КОМПЛЕКСІВ

Актуальність проблематики кількісного оцінювання досконалості авіаційних тренажерних комплексів (АТрК) обумовлюється, насамперед, завданням порівняння альтернативних їх зразків та вибору кращих варіантів для потреб Збройних Сил України.

За відомим на сьогодні методичним підходом оцінювання АТрК здійснюється за складовими, що визначають якість та повноту навчання (підтримання навичок) льотного складу: навчальну ефективність, а також фінансові витрати, пов'язані з таким навчанням (підтриманням навичок); економічну ефективність. При такому підході поза увагою залишаються оцінка якості АТрК як складної технічної системи та реалізованість проєкту закупівлі АТрК як показник успішності його запровадження в умовах можливих ризиків.

Авторами пропонується представляти технічну досконалість АТрК як узагальнену характеристику, яка поряд з навчальною та економічною ефективністю включає якість АТрК як складної технічної системи – його технічний рівень.

Комплексним показником, який характеризує технічний рівень АТрК авторами прийнято коефіцієнт військово-технічного рівня (КВТР), що визначає ступінь (рівень) якості зразка, як складної технічної системи, по відношенню до базового (еталонного) зразка-аналога. Математичний апарат розрахунку КВТР АТрК засновується на методологічному апараті кваліметрії. В основу математичного апарату покладено зіставлення визначальних показників технічної досконалості оцінюваного та базового АТрК з урахуванням їх відносної важливості (коефіцієнтів вагомості).

Реалізованість проєкту закупівлі АТрК визначається як величина зворотна ймовірності виникнення визначального ризику реалізації проєкту.

В умовах обмеженого обсягу статистичних даних, що характерно при оцінюванні проєктів закупівлі АТрК, розрахунок ймовірності виникнення визначального ризику реалізації проєкту пропонується здійснювати за допомогою математичного апарату нечіткої логіки з використанням алгоритму Мамдані.

Узагальнений показник досконалості АТрК представляється як відстань до точки "ідеалу" у нормованому тривимірному критерійному просторі "навчальна ефективність – економічна ефективність – технічний рівень – реалізованість". Вибір кращого зразка АТрК здійснюється за умовою мінімуму відстані до точки "ідеалу" у нормованому критерійному просторі.

Представлена методика апробована при порівнянні технічної досконалості тренажерів КТВ-8МТ, ТЛ-39, КТС-21 та їх модернізованих зразків, відповідно – УТКВ Мі-8МТВ (НВО "Авіа"), ТКС-ЛІ39 (ТОВ "РЕНТА"), КТС-21М (ТОВ "РЕНТА").

ВИБІР АЛЬТЕРНАТИВНОГО ВАРІАНТУ ЩОДО ЗАМІНИ ЗАКЛЕПОК ПО ОСТ 1 11200-73 НА СУЧАСНІ ЗАРУБІЖНІ АНАЛОГИ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІБРАЦІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ЗАКЛЕПКОВИХ З'ЄДНАНЬ СТУЛОК ВЕРХНЬОГО ВХОДУ ПОВІТРЯЗАБІРНИКА ЛІТАКІВ ТИПУ МИГ-29

Постійні коливання з великими амплітудами та удари приводять до значних навантажень конструктивних елементів стулків у вигляді згинальних і крутильних моментів. Ці силові фактори викликають зсувні переміщення внутрішньої та зовнішньої обшивки стулків і, як наслідок, розхитування і руйнування заклепок.

Вирішення цієї проблеми потребує нових підходів щодо організації експлуатації, виконання ремонту та відновлення авіаційної техніки (АТ) військового призначення у рамках виконання Програми імпортозаміщення. Ефективність процесу імпортозаміщення конструктивних елементів, кріпильних деталей та застосованих матеріалів залежить від впровадження результатів наукових досягнень. Вивчення і теоретичне узагальнення механізмів фізичних процесів, що проходять у матеріалах, елементах конструкції, функціональних системах та агрегатах, усвідомлення їх загальних закономірностей дозволяють зробити експлуатаційну науку точною. А це, в свою чергу, дає можливість у більш повній мірі використати потенційні ресурсні можливості АТ.

З метою усунення негативного факту розхитування заклепок високого опору зрізу, які встановлені на стулках верхнього входу повітрязабірника, розроблено пропозиції, що спрямовані на виключення порушення цілісності з'єднань в умовах експлуатації літака шляхом заміни існуючих заклепок з наявністю різьбових з'єднань на заклепки, які не мають різьбових пар.

Пропонується заміна старого клепоквого з'єднання на нове більш сучасне і надійне, з застосуванням заклепки із замикаємим осердям по NAS1919C. Показники міцності даних заклепок відносно заклепок високого опору зрізу перевищують у 2...2,4 рази.

Проведений аналіз факту розхитування заклепок високого опору зрізу свідчить, що даний процес відбувається частіше на стулках №4 та №5, так як у польоті літака реалізується на указаних стулках більша амплітуда коливань.

Враховуючи дослідження проблеми стулків верхнього входу повітрязабірника літаків типу МиГ-29, необхідно ввести ремонтний бюлетень з заміною на стулках №4 та №5 усіх заклепок високого опору зрізу на заклепки із замикаємим осердям по NAS1919C та аналогічною заміною на стулках №1, №2 і №3 заклепок високого опору зрізу на яких виявлено невідповідність технічним вимогам.

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО РОЗРОБКИ НАВЧАЛЬНОЇ АВІАЦІЙНОЇ БОМБИ МАЛОГО КАЛІБРУ

На теперішній час кількісні та ресурсні показники практичних авіаційних бомб П-50-75, в основному, вичерпані. Виникла гостра необхідність у поповненні запасів навчальних авіаційних бомб (далі – НАБ) для потреб авіації Збройних Сил України.

Зазначену задачу можливо вирішити двома шляхами: шляхом закупівлі НАБ, або шляхом налагодження вітчизняного виробництва на потужностях українських підприємств.

На сьогодні, вибраний самий оптимальний та найвигідніший для України шлях – налагодження власного виробництва НАБ для потреб авіації Повітряних Сил та Сухопутних військ Збройних Сил України.

НАБ малого калібру призначається для навчання (відновлення втрачених навичок) льотного складу бомбометанню з літаків тактичної авіації, авіації Сухопутних військ Збройних Сил України (вертольотів), навчальних та транспортних літаків у будь-яких порі року, метеорологічних умовах та часу доби. Може використовуватися з автожирів при польотах перспективних ударних безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) вітчизняного виробництва на бойове застосування звичайними (некерованими) засобами ураження, а також в процесі бойової підготовки (навчання) операторів бойовому застосуванню ударних БпАК.

НАБ повинна складатися з корпусу, спорядження (піротехнічних зарядів), підвісної системи, стабілізатора та підривного пристрою (ударного механізму). До складу НАБ може бути включений перехідний пристрій для забезпечення підвіски, безпечного транспортування та скидання НАБ у тому випадку, якщо немає можливості її підвіски безпосередньо на балочний утримувач.

НАБ повинна мати наступні масо-габаритні характеристики:

калібр – 10 кг;

маса – 10-12 кг;

габарити: довжина 550-650 мм, діаметр корпусу 100-120 мм.

Умови бойового застосування навчальної НАБ малого калібру повинні відповідати нормативним вимогам Курсів бойової підготовки за родами авіації, нормативам і інструкціям з організації інженерно-авіаційного забезпечення авіації Збройних Сил України з метою виконання завдань бойової підготовки льотного складу авіації (ударних БпАК) Збройних Сил України.

НАБ повинна бути сумісною з системами управління озброєнням літаків тактичної авіації, армійської авіації (вертольотів), навчальних та транспортних літаків з урахуванням її модернізації.

АКТУАЛЬНІСТЬ ТА ПРОБЛЕМИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЛІТАКІВ РОЗВІДУВАЛЬНОЇ АВІАЦІЇ

Для виконання завдань повітряної розвідки в Збройних Силах України залучаються пілотовані літаки-розвідники, літаки повітряного спостереження та безпілотні авіаційні комплекси. Серед цих засобів можна виділити оперативно-тактичний розвідник Су-24МР, який за своїми розвідувальними можливостями та складом обладнання є унікальним та єдиним в Збройних Силах України пілотованим авіаційним комплексом повітряної розвідки, що забезпечує ведення розвідки вдень і вночі, в простих та складних метеорологічних умовах, на оперативну глибину.

Розглядаються кількісні показники рівня справності літаків Су-24МР, їх розподіл за роками та серіями випуску. Аналіз досвіду та динаміки експлуатації літаків даного типу дозволяє зробити висновок, що підтримання справності до 2035 року можливе з поетапним виконанням середнього ремонту на профільному авіаремонтному підприємстві та з продовженням призначених показників літакам 7 та 9 серій.

Разом з тим, як порівняння з сучасними закордонними аналогами, так і аналіз досвіду бойового застосування авіації показує суттєві недоліки авіаційно-розвідувальних комплексів на базі літаків Су-24МР, які розроблено на початку 70-х років минулого сторіччя. В першу чергу вони стосуються низьких характеристик аналогових фотоапаратів, радіолокаційної станції бокового огляду, системи передачі з борту на землю розвідувальних даних, навігаційних систем, засобів зв'язку та об'єктивного контролю, а також відсутності сучасних засобів захисту від ураження керованими ракетами противника. Отже, абсолютно актуальним є виконання комплексної роботи з модернізації літаків типу Су-24МР з заміною бортового розвідувального обладнання і переходом до цифрових технологій отримання, реєстрації, передавання та обробки розвідувальної інформації на сучасному технічному рівні.

Аналізується поточний стан виконання за державним оборонним замовленням дослідно-конструкторської роботи (ДКР) з модернізації літака Су-24МР та передбачені в її рамках варіанти модернізації. Досліджуються науково-технічні, організаційні та фінансово-часові ризики успішного завершення ДКР. Представляються альтернативні варіанти підвищення розвідувального потенціалу Повітряних Сил Збройних Сил України.

Вважається, що всі ці фактори мають бути комплексно проаналізовані з метою відпрацювання пропозицій для прийняття обґрунтованих управлінських рішень щодо доцільності продовження зазначеної ДКР.

ДОСВІД ДОСЛІДЖЕНЬ З ПРОДОВЖЕННЯ ПРИЗНАЧЕНИХ СТРОКІВ СЛУЖБИ ГЕНЕРАТОРІВ СГС-40ПУ

Під час виконання капітального ремонту вертольотів Ми-8МТ(МТВ), Ми-14 виникає необхідність продовження призначеного строку служби генераторів СГС-40ПУ для забезпечення їм міжремонтного строку служби, встановленого під час виконання капітального ремонту на авіаремонтному підприємстві.

За результатами аналізу надійності генераторів СГС-40ПУ, за декілька останніх років, виявлено декілька небезпечних відмов цих генераторів, які іноді приводили до припинення виконання польотного завдання та здійснення вимушеної посадки поза межами аеродрому.

Відмови генераторів в експлуатації виникають через: руйнування шіткотримача, руйнування підшипника ротора генератора, збільшення опору фазної обмотки або її обрив, виробіток та руйнування шітки та колекторного вузла, зменшення напруги фази, вихід з ладу коробки КВР-3-2 та самого генератора СГС-40ПУ.

Типовими дефектами генераторів в експлуатації внаслідок дії зовнішніх чинників та порушень під час їх обслуговування є: порушення лакофарбового покриття (ЛФП) та інших захисних покриттів щита, корпусу та захисної стрічки, потемніння колектора, корозія деталей кріплення та корпусу генератора в місцях руйнування захисного та лакофарбового покриттів, вм'ятини захисної стрічки, пошкодження ЛФП щита, корпусу та захисної стрічки, ушкодження різі на вивідних шпильках, розтріскування силіконової трубки.

Більшість дефектів, які виникають на генераторах СГС-40ПУ пов'язані із впливом навколишнього середовища, а отже і тривалістю експлуатації. В той же час, відмови генераторів в більшій мірі виникають у наслідок їх наробітку та неякісного виконання капітального ремонту.

Продовження строків експлуатації генераторів СГО-40ПУ можливо у разі коли: технічний стан агрегатів відповідає нормам, встановленим чинною нормативно-технічною документацією та витрати на продовження встановленого показника не перевищують позитивного ефекту, який буде досягнуто внаслідок його продовження.

Через це всі роботи з дослідження можливості продовження експлуатації агрегатів виконуються індивідуально, враховуючи їх індивідуальні особливості та прогнозується їх технічний стан протягом продовженого призначеного строку служби.

Нікітченко В.І., Телевний І.В., Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки
Башинський Д.В., Державний науково-дослідний інститут авіації

РЕЗУЛЬТАТИ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПОЛЬОТУ КЕРОВАНОЇ АВІАЦІЙНОЇ БОМБИ В ТУРБУЛЕНТНІЙ АТМОСФЕРІ

Задача компенсації зовнішніх збурювань відноситься до фундаментальних проблем сучасної теорії автоматичного управління. При умові, що керована авіаційна бомба (КАБ) по своїй суті є однорежимним і одноразовим літальним апаратом (ЛА), розробка нейронного регулятора не має під собою підґрунтя через те, що за досить короткий політ нейронна мережа може не встигнути “самонавчитися”. Тому, доцільно розробити критерії, за якими можна в процесі чисельного моделювання оптимізувати закони управління КАБ при польоті в турбулентній атмосфері та оцінити точності влучення в ціль.

У якості об’єкту управління для моделювання було обрано варіант модульного виконання КАБ, до складу якого входили: власне КАБ, блок аеродинамічного управління з рулями, який знаходиться в носовій частині об’єкту та хрестоподібне крило.

Для крила та рулів похідна підйімальної сили по куту атаки визначалась в залежності від числа М. Коефіцієнт профільного опору визначався з урахуванням коефіцієнта тертя плоскої пластинки та коефіцієнту, що враховує товщину профілю крила. В діапазоні висот (до 11000 м) та швидкостей польоту ($0,5 < M < 0,9$) для крила, що досліджується ($SAX = 0,7$ м), числа Рейнольдса матимуть значення від $0,5 \cdot 10^7$ до $1,0 \cdot 10^7$, а координата переходу ламінарної течії у межовому шарі на турбулентну 0,2...0,4 метри. Для цих параметрів значення подвоєного коефіцієнта тертя плоскої пластинки буде в межах 0,004...0,0045. Враховуючи, що моделювання передбачає політ КАБ на докритичних числах Маха тому хвильовий опір крила прийемо відсутнім.

Частота виникнення вертикальних поривів розраховувалась через масштаб турбулентності та швидкість польоту об’єкта. Інтегральний масштаб турбулентності прийнятий 760 м. Вертикальний порив моделювався нормально розподіленою випадковою величиною з середнім квадратичним значенням швидкості вертикального пориву 0,3 м/с для слабкої турбулентності, 1 м/с – для помірної та 3 м/с – для інтенсивної турбулентності. Вплив атмосферної турбулентності на політ КАБ моделювався, як приріст кута атаки $\Delta\alpha$ та визначається відношенням швидкості вертикального пориву до повітряної швидкості ЛА.

При проведенні чисельних експериментів білий шум на вході в систему управління КАБ моделювався рівномірно розподіленою випадковою величиною в інтервалі $\pm 3\%$ від вимірної величини, затримка сигналу на вході в систему управління складала 0,5 с.

На відміну від класичного ПД-регулятора в управління диференційною частиною використовувався сигнал не похідної похибки управління, а сигнал кутової швидкості обертання. Це дозволяло досягти більш якісної кутової стабілізації об’єкта. Критеріями точності приземлення було математичне сподівання та середнє квадратичне відхилення.

Для оцінки якості траєкторної стабілізації об'єкту у польоті використовувався середній квадрат кутової швидкості по куту нахилу траєкторії, який характеризує енергію коливального руху об'єкту в довгоперіодичному поздовжньому русі. Для оцінки якості кутової стабілізації об'єкту у польоті використовувався середній квадрат кутової швидкості по тангажу, який характеризує енергію коливального руху об'єкту в короткоперіодичному поздовжньому русі.

В процесі виконання експериментів при моделюванні та варіації різних параметрів управління було виявлено, що співвідношення величин якості кутової стабілізації об'єкту та завантаження виконавчого механізму приводу рулів характеризує короткоперіодичний поздовжній рух КАБ.

При умові коли величина якості кутової стабілізації об'єкту більша від величини завантаження виконавчого механізму приводу рулів перехідні процеси мали аперіодичний характер або коливальний, що затухає. А при зворотній умові – розвивалися коливання, що розходяться, тобто замкнутий контур управління об'єкту ставав нестійким.

За результатами цих спостережень було сформульовано критерій запасу стійкості у короткоперіодичному поздовжньому русі. При від'ємному значенні критерію запасу стійкості відбувається коливальний рух з коливаннями, що розходяться, при нульовому значенні мають місце незатухаючі коливання у короткоперіодичному русі. При збільшенні значення запасу стійкості відбуваються затухаючі коливання, потім процес стає аперіодичним.

Для оцінки стійкості польоту у довгоперіодичному поздовжньому русі було сформульовано критерій, який оцінює запас стійкості при стабілізації на траєкторії. При наближенні його значення до нуля сумарна енергія короткоперіодичного руху дорівнює енергії довгоперіодичного руху, процес стабілізації на траєкторії стає коливальним, що не затухає (відбувається “розгойдування” по куту нахилу траєкторії).

За результатами аналізу отриманих залежностей встановлено, що для забезпечення максимальної точності влучення та стійкості польоту КАБ в умовах турбулентності коефіцієнти підсилення у контурах управління повинні бути наступними: у позиційному контурі управління $k_p = 0,95$, у диференціальному – $k_d = -6,5$, у інтегральному – $k_i = 0,08$.

При вказаних коефіцієнтах в законі управління середньоквадратичне значення промаху влучення за результатами моделювання становить: 7 м в умовах помірної турбулентності та 3 м в умовах слабкої турбулентності.

Використані в процесі модельних експериментів критерії стійкості поздовжнього руху дозволили оптимізувати закон управління КАБ та досягнути максимально можливої точності влучення при її польоті у турбулентній атмосфері.

ПІДХОДИ ОПТИМАЛЬНОГО ВИБОРУ ОСНОВНОГО БОЙОВОГО ЛІТАКА ДЛЯ ПОТРЕБ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

У Збройних Силах України експлуатується авіаційна техніка та озброєння, що розроблені та виготовлені у минулому столітті з урахуванням застарілих концепцій щодо ведення бойових дій. Вони є морально застарілими, та ті, що вичерпали ресурсні показники та експлуатуються за технічним станом.

Основними причинами виникнення проблеми є:

відсутність на території України авіаційних підприємств, які розробляють та здійснюють авторський нагляд за експлуатацією військової авіаційної техніки (ВАТ) (за виключенням військово-транспортних та спеціальних літаків сімейства “Ан”);

багаторічний дефіцит фінансових ресурсів для підтримання належного рівня справності та бойового потенціалу парку ВАТ;

відсутність замкненого циклу проведення ремонтних робіт, обмеженість можливостей щодо глибокої модернізації ВАТ силами вітчизняного оборонно-промислового комплексу (ОПК) України;

залежність від іноземних компаній постачальників агрегатів, систем, комплексів та елементної бази для ВАТ;

повне вичерпання фізичних можливостей та моральне старіння ВАТ у період 2025-2030 роки, що знаходиться на озброєнні Збройних Сил України.

Розв'язання зазначеної проблеми потребує комплексу цілеспрямованих невідкладних, скоординованих за термінами, обсягами ресурсного забезпечення ефективних програмних заходів на державному рівні.

Необхідне акцентування уваги науковців, експертів з озброєння, відповідальних посадових осіб Міністерства оборони, Повітряних Сил Збройних Сил України, представників ДК “Укроборонпром” на проблему планової заміни парку бойових літаків в Україні, оптимального вибору основного бойового літака для потреб Збройних Сил України та вивчення можливості організації спільного (ліцензійного) виробництва бойових літаків на потужностях вітчизняного оборонно-промислового комплексу із залученням потенціалу іноземних партнерів.

Не зважаючи на позицію керівників деяких підприємств авіаційної галузі ОПК України щодо необхідності проведення подальшого ремонту та глибокої модернізації існуючої військової авіаційної техніки більшістю експертів з озброєння Міністерства оборони України, Повітряних Сил Збройних Сил України підтверджується актуальність питання заміни парку бойових літаків Збройних Сил України та доцільність оснащення Повітряних Сил Збройних Сил України новими бойовими літальними апаратами (винищувачами покоління “4++”), що, також передбачено положеннями Візії Повітряних Сил Збройних Сил України 2035.

Існуюча модель тактичної авіації у складі її родів (винищувальна, бомбардувальна, штурмова, розвідувальна), що озброєні широкою

номенклатурою літаків типу: МиГ-29, Су-27, Су-24М, Су-25, Су-24МР має зазнати змін у напрямку уніфікації та трансформуватися до моделі багатофункціональних військових частин (підрозділів) тактичної авіації, озброєних єдиним типом багатоцільового винищувача покоління 4++ закордонного виробництва (типу Saab JAS-39E/F Gripen, F-16 Block 70/72 або інші), що дозволить забезпечити уніфікацію та економію ресурсів.

Оптимальним варіантом реалізації Візії вважається організація ліцензійного виробництва багатоцільового винищувача покоління "4++" на території України зі створенням відповідної системи ремонту, технічного супроводження та навчання інженерного та льотного складу. Такий підхід має забезпечити оснащення ЗС України сучасними зразками ВАТ і передбачає використання вітчизняного науково-технічного потенціалу та виробничих потужностей ОПК держави.

Цьому сприятиме активізація військово-технічного співробітництва між Україною та Швецією, позитивне ставлення міністра оборони Швеції Петера Хултквіста до співробітництва з Україною у сфері оборони, а також підписання Угоди між Кабінетом Міністрів України та Урядом Королівства Швеція. Визначені перспективні напрями співробітництва з Концерном "Saab Group", а саме придбання або спільне виробництво винищувачів нового покоління JAS 39 "Gripen".

При коригуванні заходів Державної цільової оборонної програми розвитку ОВТ на період до 2022 року (розробці зазначеної Програми на подальші періоди) необхідно ініціювати включення до неї заходів щодо закупівлі та ліцензійного виготовлення на території України перспективних багатоцільових винищувачів покоління "4++".

Для забезпечення переоснащення тактичної авіації на етапі 2021 – 2022 роках, має бути проведений тендер та підписаний контракт на закупівлю багатоцільового винищувача, обмежені постачання якого повинні розпочатися у 2023 – 2025 роках для початку дослідної експлуатації, організації підготовки персоналу.

Для недопущення зниження рівня наявних спроможностей має продовжуватися проведення ремонтів і подовження ресурсу існуючих основних бойових зразків озброєння та військової техніки (до постачання нових зразків) з одночасним закриттям неперспективних програм модернізації.

МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ОЦІНКИ РЕЗУЛЬТАТІВ РЕМОНТУ АВІАЦІЙНИХ КЕРОВАНИХ РАКЕТ

Однією з основних проблем подальшої експлуатації авіаційних керованих ракет (АКР), що знаходяться на озброєнні Збройних Сил України, є значне перевищення реальних строків служби (зберігання) над встановленими виробником (розробником). Так, на сьогодні, реальний строк їх служби складає 30...35 років, що перевищує початково-встановлений показник у 3...3,5 рази. У загальному випадку строк служби АКР визначається часом від початку експлуатації до переходу у граничний стан хоча б однієї з її складових частин (СЧ). Проведення комплексу ремонтних робіт з такими СЧ дозволить віддалити час досягнення ними граничного стану та продовжити строки служби (зберігання) АКР у цілому.

Для оцінки результатів ремонту АКР використовуються три основних критерії: якість, вартість і технологічність його проведення. Заданий рівень якості обумовлений різними витратами, що формуються під впливом багатьох факторів. Серед таких факторів важливе місце займають технічні вимоги (ТВ) на ремонт АКР, згідно з якими на підприємстві встановлюються певні пропорції між витратами на придбання комплектуючих виробів (КВ) та витратами на відновлення СЧ (деталей, вузлів, блоків, систем тощо). Зміна ТВ впливає на ці пропорції та вартість ремонту в цілому без суттєвої зміни його якості. Одночасно, чим «жорсткіші» ТВ на ремонт (тобто гранично допустимі величини оціночних параметрів на ремонт СЧ наближаються до величин оціночних параметрів ТВ на виготовлення СЧ), тим у більшій кількості СЧ будуть замінюватися новими і тим менше буде обсяг робіт по їх відновленню. Отже, рівень якості заданий ТВ на ремонт, може бути забезпечений різними витратами.

Оцінка результатів ремонту полягає в проведенні аналізу цих трьох критеріїв з точки зору їх впливу один на одного та знаходження оптимального складу показників. При цьому якість ремонту характеризується відносним показником довговічності (відношення величин ресурсів АКР першої та другої категорії); вартістю – відносним показником собівартості ремонту (відношення загальних ремонтних витрат до собівартості ремонту); технологічністю – коефіцієнтом зміни допуску на контрольовані параметри. Між цими показниками існує статистичний зв'язок, що відображає взаємовплив даних критеріїв та характеризується інтегральною трьохмірною поверхнею. Її аналіз показав, що покращення вартісних показників при незмінній якості ремонту можливо за рахунок збільшення рівня технологічності, що зменшує собівартість ремонту за рахунок збільшення обсягу відновлених СЧ.

ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ БЕСПЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ

Збройні конфлікти сучасності набувають нового змісту та формату. Аналіз проведення операції Об'єднаних сил (ООС) Збройних Сил (ЗС) України на сході нашої держави свідчить про зростання ролі безпілотної авіації у досягненні переваги над противником під час ведення бойових дій.

Застосування безпілотної авіації (БпАК) дає змогу значно знизити втрати особового складу, підвищити ефективність застосування озброєння і військової техніки та дій підрозділів ЗС України.

Основними завданнями бойового застосування БпАК є ведення повітряної розвідки, цілевказання, коригування вогню, забезпечення ретрансляції зв'язку в системах бойового управління, радіоподавлення, виконання пошукових заходів в системі пошуково-рятувального забезпечення. Подальший розвиток способів дій військ зумовлює розширення цього переліку та призводить до ускладнення корисного навантаження безпілотної літальних апаратів (БпЛА) та наземної станції управління (НСУ) БпЛА. Таким чином, лише за умови працездатності технічних складових БпЛА та стабільних передбачених дій оператора можливе ефективне застосування БпЛА. Сучасні методи випробування технічних систем дозволяють успішно встановлювати закономірності відмов пристроїв і методи їх прогнозування. Це дозволяє розробляти та виготовляти оптимальні пристрої, з яких компонується корисне навантаження та НСУ БпЛА. Тактика застосування БпАК перевірена світовим досвідом і досвідом проведення ООС. Структура підрозділів БпАК, їх режими роботи та відпочинку обгрунтовані та визначені у відповідності до інтенсивності застосування БпАК.

Водночас встановлено, що однією з причин зниження ефективності застосування БпАК у ЗС України є недостатня професійна надійність членів екіпажів, під якою розуміють безвідмовність, безпомилковість і своєчасність їх дій, направлених на виконання бойового завдання в процесі взаємодії з апаратурою БпАК та між собою.

Найбільш складним і важливим етапом виконання бойового завдання є оброблення матеріалів повітряної розвідки (дешифрування). Метою якого є своєчасне отримання документальних даних про місцевість і розташованих на ній об'єктах, завданням - виявлення, правильне розпізнавання і класифікація об'єктів, визначення їх кількісних характеристик, взаємозв'язків, стану, характеру діяльності та документування отриманої інформації. Це можливо тільки в тому випадку, якщо оператори будуть виконувати основні вимоги, що пред'являються до дешифрування: оперативність обробки аерознімків, об'єктивність оцінки зображень, ретельність обробки інформації і достовірність відомостей про об'єкти.

Оперативність полягає в швидкому, без затримок і простоїв дешифруванні зображень, визначенні координат об'єктів, виготовленні документів та їх подання.

Об'єктивність оцінки зображень є найважливішим чинником, що

сприяє отриманню найбільш достовірних даних про об'єкт, позбавлених упередженості і суб'єктивізму. Судити про об'єкт об'єктивно – значить інтерпретувати його зображення не інтуїтивно, а на основі дослідження фактів і логічних побудов незалежно від того, що лежить на поверхні або що хоче побачити дешифрувальник.

Таким чином на сьогодні існує важливе завдання вдосконалити ергономічні характеристики операторів-дешифрувальників БпАК, що, в свою чергу, підвищить ефективність застосування БпАК ЗС України.

ТЕХНІЧНІ АСПЕКТИ ОСНАЩЕННЯ ЛІТАКІВ ТАКТИЧНОЇ АВІАЦІЇ АЕРОБАЛІСТИЧНИМИ КЕРОВАНИМИ РАКЕТАМИ

Оснащення літаків тактичної авіації аеробалістичними керованими ракетами в якості авіаційних засобів ураження (АЗУ) класу “повітря-поверхня” є одним з шляхів суттєвого підвищення їх бойових можливостей.

Такі АЗУ мають високу швидкість, значну дальність і достатню точність застосування по наземних (морських) цілях та можуть застосовуватись без заходу до зони дії об’єктові протиповітряної оборони противника.

До того ж оснащення аеробалістичними керованими ракетами літаків тактичної авіації не потребуватиме надмірних фінансових та часових витрат, необхідних на створення ракетного комплексу повітряного базування на основі бортового обладнання літака-носія та аеробалістичної ракети, завдяки можливості використання в якості АЗУ дороблених (модернізованих) боєприпасів ракетних систем сухопутних військ.

Основними задачами технічної реалізації заходів щодо створення ракетного комплексу повітряного базування з аеробалістичними керованими ракетами є, насамперед, такі:

- модернізація бортового обладнання самої ракети з метою оснащення її (за необхідністю): системою наведення, модернізованою системою управління, додатковим блоком аеродинамічних поверхонь, новою бойовою частиною, засобами введення до бортового обчислювача ракети інформації цільказання від літака-носія;

- модернізація (за необхідності) прицільно-навігаційної системи літака-носія з забезпеченням можливості виявлення та супроводження наземних (надводних) цілей або зі збільшенням дальності виявлення таких цілей;

- оснащення системи управління озброєнням літака-носія новим обчислювачем бойового застосування, необхідним для розрахунків зон можливих пусків і траєкторій аеробалістичних ракет, а також для управління роботою нового комплексу ракетного озброєння та передачі даних цільказання на борт ракети;

 - дороблення системи керування зброєю літака-носія;

 - дороблення засобів управління та індикації літака-носія;

- оснащення літака-носія (за необхідністю) апаратурою приймання даних цільказання від зовнішніх джерел наведення (командна радіолінія управління);

 - дороблення системи енергопостачання літака-носія;

- введення до складу комплексу додаткових засобів наземного обслуговування та контролю нового бортового обладнання та озброєння.

БАЛІСТИЧНА СТІЙКІСТЬ ПЕРСПЕКТИВНОГО СКЛІННЯ ДЛЯ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

Традиційна структура лобового електрообігрівного скління багатьох видів авіаційної техніки не передбачає балістичного захисту від ураження із застосуванням легкої вогнепальної зброї. Натомість, сучасні умови не виключають необхідності їх експлуатації у екстремальних випадках, коли вимоги щодо забезпечення такого захисту стають актуальними задля необхідної безпеки екіпажу. Тому створення нових конструкційних рішень на основі експериментальної оцінки балістичної стійкості та ступеня пошкодження при ударних впливах перспективних зразків скління для авіаційної техніки є актуальною задачею. За технічної підтримки провідного вітчизняного виробника авіаційного і технічного скла – підприємства ПАТ “Спецтехскло-А” на основі аналізу особливостей конструкцій та технологій виробництва авіаційного скління, в тому числі лобових блоків, визначено перспективні структури та технології модифікації скляних силових і функціональних елементів для прозорого балістичного захисту літальних апаратів при ураженнях різними типами ударників зі швидкістю до 1000 м/с.

В умовах балістичного навантаження досліджено зразки типу багатошарових пластин зі структурою авіаційних багатошарових стекол різної товщини, які на даний час застосовуються в авіаційній промисловості в якості скління кабіни пілотів. Аналіз результатів оцінки механічної поведінки та граничного стану дослідних зразків, випробуваних зі швидкістю та енергією ударників відповідно до класів захисту СК3-СК6 за ДСТУ 4546:2006 (EN 1063:1999, MOD) та за обґрунтованими спеціальними вимогами, показав, що рівень їх ударної стійкості при багаторазовому навантаженні не є достатнім для забезпечення необхідного рівня захисту. Встановлено кількість витриманих уражень, характер і рівень ударного пошкодження пластин, у тому числі за механізмами тильного відколу, що становить небезпеку для екіпажу та обладнання літальних апаратів. Визначено закономірності зміни параметрів ударної стійкості та пошкодження блоків в залежності від їх структурної будови, товщини, а також конструкції і розмірів ударників, їх швидкості та енергії ударів.

На основі отриманих попередніх результатів та розрахункових оцінок на основі узагальнення результатів фундаментальних і прикладних досліджень ударної стійкості елементів “прозорої броні”, отриманих за фінансової підтримки НАН України за проектом “ІПМіц – 2015”, запропоновано нові технічні рішення та пропозиції щодо вдосконалення структури перспективних блоків, технологій і режимів зміцнення структурних елементів зі скла, визначено необхідний рівень їх конструкційної міцності при статичному і ударному навантаженні. При цьому враховано встановлені експериментально особливості опору руйнуванню і механізмів пробиття розглянутих багатошарових структур при багаторазових ударних впливах залежно від механічних властивостей ударників.

З метою підвищення ударної стійкості запропоновано вдосконалени модернізовані структури авіаційного електрообігрівного скління заданої

товщини на основі стекел, модифікованих за комбінованими технологіями. Зразки багат шарового скла першого типу з вдосконаленими структурами двох типів витримали балістичні випробування щодо стійкості при ударних впливах (без наскрізного пробиття та осколків) із застосуванням ударників калібру 5,45мм та калібру 7,62 мм, що відповідає класу захисту СКЗ.

Зразки другого і третього типів було розроблено і випробувано для оцінки відповідності багат шарових прозорих елементів класу ударної стійкості СК6 за ДСТУ 4546:2006(EN 1063:1999, MOD) і за спеціальними вимогами, що враховують особливості екстремальних умов експлуатації та необхідність підвищення ресурсу скління при багатократному ударному навантаженні. Виходячи з цього, було відпрацьовано методику балістичних випробувань при ударних впливах. Аналіз отриманих результатів показав, що при заданих параметрах балістичних впливів блок типу II, силові внутрішні шари якого модифіковані за першим варіантом зміцнення, витримує два ударні впливи без пробиття і відкольного руйнування скла, а третій вплив призводить до наскрізного пробиття. Блок типу III із силовими шарами, модифікованими комбінованим методом зміцнення з заданими певними рівнями міцності на згин витримав трьохкратне ураження без пробиття та тильного відколу. Порівняння області пошкодження після першого ураження досліджуваних блоків показало, що для блоку типу III область інтенсивного пошкодження менша, ніж для блоку типу II. При цьому перед другим та третім ударних впливах точки ураження із заданою відстанню між ними та першим влученням знаходяться поза межами зони інтенсивної деградації багат шарової структури пластин.

Отримані результати дозволять підвищити рівень балістичної стійкості та забезпечити вимоги щодо ресурсу блоків при багатократних ударних впливах в екстремальних умовах експлуатації, характерних для авіаційної техніки у сучасних умовах.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ОПЕРАТИВНИХ ТА СТРАТЕГІЧНИХ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ В ІНТЕРЕСАХ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Відповідно до Концепції оснащення військових частин та підрозділів Збройних Сил України (далі – ЗС України) безпілотними авіаційними комплексами на період до 2025 року, основними можливими шляхами оснащення ЗС України оперативними і стратегічними безпілотними авіаційними комплексами (далі – БпАК) є: модернізація існуючих зразків; розроблення нових зразків або закупівля зразків іноземного виробництва.

На сьогоднішній день на озброєнні ЗС України перебувають оперативні розвідувальні БпАК типу ВР-2 “Стриж” виробництва радянських часів, які на теперішній час морально та фізично застаріли. Для підтримання їх справності розпочато проведення робіт із продовження призначених показників стартових порохових двигунів і порохових двигунів м’якої посадки для безпілотних літальних апаратів зі складу БпАК та проведені підготовчі заходи щодо модернізації цих комплексів.

Як показує світовий досвід, для створення оперативного або стратегічного БпАК потрібно мати науковий заробок, технічні рішення та досвід у галузі розроблення достатньо великих БпАК. Вітчизняними підприємствами проводяться роботи за цим напрямом. Потенційними розробниками і виробниками БпАК оперативного класу, які мають на сьогоднішній день певні напрацювання, є ДП “Антонов”, ДП “ДККБ “ЛУЧ”, ДП “КБ “Південне”. Також приватними вітчизняними підприємствами успішно виконі дослідно-конструкторські роботи з розроблення БпАК класів міні, малі та інших, тому є доцільність в залученні таких підприємств до створення БпАК більших класів сумісно з іноземними компаніями.

Результати аналізу розвитку стратегічних і оперативних БпАК у світі показують тенденцію створення двосторонніх та багатонаціональних кооперацій з розроблення та виробництва БпАК. Таким шляхом свого часу йшли США та Ізраїль, а сьогодні – майже усі європейські країни, у тому числі Франція, Німеччина, Велика Британія та інші країни світу. При цьому поширюється створення кооперацій для серійного виробництва вже розроблених БпАК та їхніх складових.

Розгляд питання закупівлі зразків БпАК з можливістю виконання завдань в оперативній і стратегічній глибині противника, які виробляються підприємствами країн-партнерів, уповільнюється через їх високу ціну. Так, наприклад, цінова політика іноземних розробників передбачає середню ціну на сучасні оперативні та стратегічні БпАК типу Super Heron HF, Eitan (Ізраїль), RQ-1 Predator, MQ-9 Reaper (США) від 40 до 250 млн. доларів США.

Таким чином, на сьогоднішній день створено всі передумови для початку практичної фази оснащення ЗС України БпАК оперативного і стратегічного класів. Разом з тим, доцільно остаточно визначитися щодо потреби ЗС України в стратегічних БпАК з урахуванням положень Воєнної доктрини України. Також потребує вирішення питання щодо вибору шляхів забезпечення ЗС України зазначеними класами БпАК (модернізація, розроблення, закупівля та ін.) та внести зміни до відповідних програм розвитку озброєння та військової техніки.

ЛІТАЮЧА МОДЕЛЬ ЗАМІСТЬ АЕРОДИНАМІЧНОЇ ТРУБИ

Створення нового літака завжди пов'язано з продуwkами його моделі в аеродинамічній трубі. Труба дозволяє визначити діючі на літак сили, моменти та розрахувати коефіцієнти цих сил. Однак трубний експеримент є досить дорогим і має ряд обмежень: за габаритами моделі, за якістю потоку, за параметрами робочої частини труби. Крім того, сама модель повинна точно відтворити в мініатюрі геометрію свого натурального аналога, тому її виготовлення доступно лише майстрам високої кваліфікації. Все це приводить до того, що використання аеродинамічних труб стає недоступним для невеликих конструкторських бюро (КБ) й, тим більше, для аматорів. У провідних КБ труба використовується також при доопрацюваннях компоувальної схеми.

У Центральному науково-дослідному інституті озброєння та військової техніки Збройних Сил України розроблена методика використання літаючої моделі з електричним двигуном для визначення деяких аеродинамічних та льотних характеристик літального апарата (ЛА). Методика базується на визначенні у польоті потужності двигуна шляхом виміру на його клеммах сили струму і напруги, а також розрахунком при цьому коефіцієнта корисної дії (ККД) повітряного гвинта. У рамках вихорової теорії відпрацьовані алгоритми розрахунку коефіцієнта сили лобового опору ЛА і коефіцієнта навантаження площі обертання гвинта, що дозволило побудувати поляр ЛА та обчислити тягу гвинта. При цьому приймалося допущення, що остаточний ККД гвинта, в основному, визначається його осьюовою складовою. Показано переваги отримання аеродинамічних характеристик у льотному експерименті. Головна з них та, що експеримент проводиться в умовах, які близькі до реальної експлуатації натурального аналога моделі. Крім того, цей спосіб є дешевшим, ніж трубний експеримент й доступний не тільки для професійних конструкторів, а й для численних аматорів. До переваг слід віднести також і те, що в якості експериментальної моделі може бути використаний сам натурний літальний апарат без будь-яких обмежень, крім одного – його двигун повинен бути електричним. При цьому практично буде не потрібно встановлювати нове дослідне обладнання. До штатної випробувальної апаратури необхідно додати тільки амперметр для виміру сили струму в двигуні та покажчик кута атаки (при наявності).

Таким чином, конструктор ЛА, виконавши декілька польотів, зможе одержати: поляр літака та його аеродинамічну якість; залежність коефіцієнта підйімальної сили від кута атаки; тягу повітряного гвинта, його ККД, коефіцієнт навантаження на обертаєму площину; діапазон швидкостей та висот польоту; характеристики швидкопідйімальності. Для реалізації програми розроблена методика льотного експерименту і програма обробки параметрів польоту у середовищі EXCEL, що підтверджено тестовим прикладом.

РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЕРЖАВНОЇ АВІАЦІЇ УКРАЇНИ

Основна кількість літальних апаратів (ЛА) державної авіації України належить до авіаційної техніки 3-го та 4-го поколінь і були виготовлені переважно в кінці 80-х – на початку 90-х років, а їх технічний стан здебільшого характеризується поступовим вичерпанням призначених показників (в першу чергу строків служби).

Для вирішення питання забезпечення безпечної експлуатації таких ЛА командуваннями видів державної авіації України та Державним науково-дослідним інститутом авіації у співпраці з іншими науковими організаціями та підприємствами промисловості України було розроблено та впроваджено відповідні заходи. Основу цих заходів становили роботи із збільшення (продовження) ЛА встановлених показників, такі як:

виконання досліджень та робіт з продовження ЛА строку до першого ремонту (або міжремонтного) з відповідним продовженням призначеного строку служби;

виконання капітального ремонту ЛА з встановленням міжремонтного ресурсу і строку служби та відповідним продовженням призначеного строку служби (одночасно з виконанням ремонту на окремих ЛА проводилася їх модернізація);

переведення літальних апаратів на експлуатацію за технічним станом.

Впровадження даного комплексу заходів дало можливість забезпечити належний рівень справності ЛА та безпеки польотів авіаційних підрозділів Державної авіації України на тривалий період.

Під час експлуатації ЛА із збільшеними (продовженими) призначеними показниками особливої уваги потребують питання постійного моніторингу показників експлуатаційної надійності ЛА, їх систем, агрегатів та обладнання, з метою забезпечення необхідного рівня безпеки польотів.

Результати аналізу надійності ЛА державної авіації України за 2019 рік показують, що основна кількість несправностей припадає на вироби авіаційного (34,6%) і радіоелектронного обладнання (27,7%), а також планера, його систем і авіадвигунів (23,7%). Відмов і пошкоджень прицільно-навігаційного комплексу і авіаційного озброєння виникає значно менше, 9,9% і 4,1% відповідно.

На основі проведеного аналізу відмов та пошкоджень ЛА із збільшеними (продовженими) призначеними показниками було визначено їх “слабкі місця” в конструкції планера, його системах та обладнанні.

У ході здійснення аналізу також було проведено розподіл відмов та пошкоджень ЛА в залежності від причин їх виникнення (конструктивно-виробничі недоліки, тривалий строк експлуатації, неякісне виконання контрольно-відновлювального ремонту, порушення умов експлуатації особовим складом та ін.) та часу їх виявлення (виконання регламентних робіт, виконання-контрольно-технічних оглядів, у польоті, передпольотна та післяпольотна підготовки, паркові дні та дні робіт на авіаційній техніці).

Також у доповіді подано результати розрахунку таких показників

надійності як напрацювання ЛА на відмову у повітрі (T_n), напрацювання на відмову на землі та у повітрі (T_c) та напрацювання на інцидент ($T_{\text{инц.}}$) по кожному типу ЛА.

Результати проведеного аналізу дають можливість своєчасно здійснювати заходи щодо забезпечення необхідного рівня справності та безпеки польотів ЛА державної авіації України із збільшеними (продовженими) призначеними показниками.

ОЦІНЮВАННЯ ЛЬОТНО-ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛІТАКА СУ-27 ПРИ ЙОГО ОСНАЩЕННІ РАКЕТАМИ, СТВОРЕНИМИ НА БАЗІ РАКЕТ СИСТЕМ ЗАЛПОВОГО ВОГНЮ

На підставі результатів експериментальних досліджень аеродинамічних характеристик моделі літака Су-27 із двома ракетами, створеними на базі ракет систем залпового вогню, що були виконані в аеродинамічній трубі АТ-1, проведено розрахунки значень тактичного радіусу дії R_m , дальності L та тривалості t польоту літака.

Для оцінювання впливу ракет, створених на базі ракет систем залпового вогню на льотно-технічні характеристики літака Су-27 було доопрацьовано методичний підхід щодо виконання розрахунку значень тактичного радіусу дії для заданого профілю польоту, а також максимальної дальності й тривалості польоту на відповідних висотах.

Профіль польоту для розрахунків складався з кількох відповідних ділянок: зліт і збільшення висоти польоту до заданої; політ до лінії бойового зіткнення військ (або на деяку відстань до лінії бойового зіткнення військ); пуск ракет із заданих висот; політ до аеродрому базування; зниження та посадка літака.

Для виконання подальшого порівняння проведено розрахунки значень тактичного радіусу дії та тривалості польоту для відповідних профілей й різних штатних варіантів озброєння літака Су-27.

Порівняльний аналіз результатів розрахунків тактичного радіусу дії, максимальних дальності та тривалості польоту літака Су-27 з різними варіантами підвісних авіаційних засобів ураження показує, що використання двох нових ракет призводить до їх незначного погіршення відносно величин зі штатним варіантом озброєння для цього винищувача.

Результати проведених розрахунків зміни основних льотно-технічних характеристик літака Су-27 при його оснащенні створеними ракетами у подальшому можуть бути використані при прийнятті рішення щодо можливості й доцільності озброєння винищувача Су-27 такими ракетами.

РОЗРАХУНКОВІ МЕТОДИКИ ОЦІНКИ МІЦНОСТІ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

Сучасний стан технічного оснащення Повітряних Сил Збройних Сил України зразками авіаційної техніки потребує істотного покращення. На цей час значна кількість військової техніки має тривалі строки перебування в експлуатації, є морально та фізично застарілою та потребує на модернізацію або заміну на нові зразки. Відповідно до стратегії подальшого розвитку авіаційної техніки пріоритетним напрямком є суттєве розширення бойових можливостей літаків за рахунок їх модернізації.

У доповіді пропонуються розрахункові методики, застосування яких дозволить підвищити експлуатаційні характеристики військової авіаційної техніки. Враховуючи необхідність належного науково-методичного забезпечення для підвищення динамічної міцності елементів конструкцій військової техніки при ударних навантаженнях, розроблено розрахунково-експериментальні методи прогнозування кулестійкості захисного багатошарового скління для військових, військово-транспортних літаків і вертольотів Повітряних Сил Збройних Сил України та наземної легкоброньованої техніки, які спрямовані на обрентування нових композицій броньованого скла з підвищеними характеристиками кулестійкості та мінімальною вагою на основі ефективного застосування сучасних вітчизняних технологій зміцнення скла.

Елементи скління розглядаються як багатошарові структури, що підлягають впливу динамічних і температурних навантажень. Склопакети складаються з шарів силікатного й органічного скла та полікарбонату, з'єднаних клейовими шарами. Для виготовлення прозорої броні високого класу захисту використовуються зміцнені силікатні стекла. Розрахункові дослідження проводяться на основі уточнених теорій багатошарових конструкцій. Розроблено математичну модель процесу зіткнення птаха з елементами скління, методи розрахунку напружено-деформованого стану кулестійкого скління авіаційної та військової техніки при ударі птахом та кулею з урахуванням впливу електропідігріву. Створено методику розрахунку на міцність оскління мінімальної ваги для кабін літаків.

На основі запропонованих методик розроблено нове полегшене багатошарове скло з електрообгрівом для літаків типу Ан, яке має вагу менше на 21 % порівняно з існуючими аналогами та задовольняє всі експлуатаційні вимоги (удар птаха, надлишковий тиск, електрообігрів). Порівняння теоретичних та експериментальних даних показало їх добре узгодження та підтвердило вірогідність одержаних результатів та працездатність розроблених методик. Досліджено глибину проникання куль калібру 7,62 мм в скління вертольоту Ми-8 в залежності від відстані пострілу та відгук багатошарового скління літаків типу Ан на дію повітряної ударної хвилі різної інтенсивності.

Іншим важливим напрямом забезпечення сталого розвитку авіації є вирішення проблеми продовження життєвого циклу літаків та вертольотів, зокрема, освоєння виробництва дисків турбін високого тиску, охолоджуваних

робочих лопаток турбін газотурбінних двигунів та ремонту робочих лопаток компресорів з експлуатаційними ушкодженнями; капітального ремонту лопатей несучих та рульових гвинтів вертольотів; ремонту та збільшення встановленого ресурсу стійок шасі та гальмівних дисків. Для підтримки цього напрямку необхідно розробляти моделі та методики для теоретичного проектування авіаційних газотурбінних двигунів; роботи силових установок, систем і обладнання літаків.

Виконання поставлених задач може бути забезпечено на основі існуючого наукового доробку, який включає методи аналізу міцності і термонапруженого стану роторів, корпусних елементів, замкових з'єднань лопаток парових і газових турбін і т. д. у плоских, осесиметричних і тривимірних постановках з урахуванням деформацій пластичності, повзучості, контактних взаємодій, конструктивних особливостей, реальних умов навантаження і пошкоджуваності матеріалу; методики розрахунку згинальних, крутильних коливань валопроводів з урахуванням коротких замикань, початкових і набутих недосконалостей (злам осі валопроводу, просадка опор, дефекти з'єднання в муфтах, виліт лопатки і т. д.), а також визначення незворотного деформування (викривлення) роторів внаслідок окружної нерівномірності властивостей матеріалу (при повзучості або перевищенні частоти обертання) і локального підвищення температури; методи динамічного аналізу роторної частини турбоагрегату для відбудови від резонансів при проектуванні; методики оцінки живучості конструкцій з урахуванням підростання тріщин при циклічному навантаженні та повзучості матеріалу. Методику оцінки залишкової несучої здатності конструкцій, що мають дефекти, під час ударно-імпульсного навантаження використано при моделюванні динаміки відділення обтічника ракети.

Розроблені методики дозволять підвищити тактико-технічні характеристики наявних зразків військової авіаційної техніки та показники її ефективності; забезпечити конкурентоздатність, модернізувати наявну авіаційну техніку та створити принципово нові її зразки.

Методики реалізовані у вигляді програмних комплексів для вирішення термоконтактних задач і задач динаміки та готові до практичного застосування. Комплекси мають розвинений вхідний і вихідний інтерфейси та модулі автоматизованої побудови комп'ютерних моделей і результатів розрахунку конструкцій.

ВИЗНАЧЕННЯ ШЛЯХІВ СТВОРЕННЯ СУЧАСНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ НАЗЕМНИХ СИСТЕМ ПІДГОТОВКИ ПОЛЬОТНОГО ЗАВДАННЯ

В теперішній час автоматизації процесу планування та підготовки польотних завдань для бортових авіаційних комплексів у передових авіаційних державах приділяється особлива увага. Це пов'язано, у першу чергу, з необхідністю посилення інформаційної підтримки льотного складу і автоматизації процедури підготовки екіпажів та літаків до польотів у ході модернізації парку авіаційної техніки 3 і 4 поколінь.

Аналіз світових тенденцій розвитку автоматизованих наземних систем планування та підготовки польотного завдання (АСПППЗ) показує, що особлива увага приділяється як автоматизованим системам для повномасштабного комп'ютерного планування бойових дій авіаційних підрозділів (з розрахунком, обґрунтуванням і оцінкою ефективності прийнятих рішень), так і системам, що призначені суто для автоматизації підготовки польотних завдань при введеному в дію плану бойової операції.

Для вирішення функціональних задач АСППЗ має бути створений програмно-апаратний комплекс. До складу комплексу повинні входити: пристрій широкоформатного друку (принтер чи плоттер), широкоформатний дисплей, захищений електронний носій інформації (flash-карта), пристрій забезпечення зв'язку з локальною обчислювальною мережею (модем), система автономного живлення, засоби механічного та кліматичного захисту.

Основні загальні вимоги до комплексу апаратних засобів АСППЗ є такими:

- побудова на принципах «відкритої архітектури»;
- використання стандартної платформи персонального комп'ютера;
- забезпечення високого рівня надійності, стабільності і швидкодії роботи;
- передбачення можливості інтеграції до автоматизованої системи управління Повітряних Сил;
- виконання окремих елементів у захищеному military-варіанті (для мобільного варіанту виконання);
- забезпечення подвійного резервування інформації на жорсткому диску ПК та на flash-носіях.

Отже, в процесі модернізації літаків під час розробки та встановлення нових систем та пристроїв існує необхідність впровадження сучасних АСППЗ, що значно дозволить підвищити рівень оперативності і обґрунтованості прийняття рішень при плануванні бойових дій та скоротити час підготовки до бойового вильоту.

КОРЕЛЯЦІЙНИЙ МЕТОД ВИМІРЮВАННЯ ДАЛЬНОСТІ (ВИСОТИ)

Широко відомі три методи вимірювання дальності: амплітудний (імпульсний), частотний і фазовий. Кожен з цих методів має свої переваги і недоліки. Протягом багатьох десятиліть для вимірювання малих дальностей (висот) широко використовується частотний метод. Метод заснований на вимірюванні зміни частоти передавача за час поширення сигналу до цілі і назад. У якості зондуючого сигналу використовується періодичний сигнал з частотою, яка лінійно змінюється по пилкоподібному закону. Основна вимога до вимірювача дальності (висоти) – точність вимірювання. Відстань визначається за значенням вимірюваної часової затримки зондуючого сигналу. Точність вимірювань оцінюється середньоквадратичним значенням параметра, який вимірюється. Потенційна точність вимірювання часової затримки обернено пропорційна ширині спектра зондуючого сигналу і кореню квадратному вихідного відношення сигнал/шум вимірювача. Максимальне відношення сигнал/шум на виході пристрою досягається тільки в оптимальному приймачі, тому високоточні вимірювачі повинні будуватися на основі кореляційної обробки, а в якості зондуючого сигналу повинен використовуватися ширококутовий сигнал, тобто сигнал з кутовою модуляцією.

У теорії радіотехнічних систем доводиться неприйнятність використання кореляційних методів у системах вимірювання дальності. Це пояснюється тим, що характеристикою вимірювача буде кореляційний інтеграл. Шуканий параметр визначається по його максимуму. Вершина кореляційного інтеграла полого, а, як відомо, точність вимірювання будь-якого вимірювального приладу визначається крутизною характеристики вимірювача в точці вимірювання, тому точність вимірювання кореляційним методом буде не високою, крім того, наявність доплерівського зсуву частоти призводить до розширення кореляційного інтеграла, що робить цей метод неприйнятним.

Однак, в останні роки отримав розвиток J-кореляційний метод обробки сигналу з кутовою модуляцією, який заснований на чудових властивостях функції Бесселя, а саме на тих, що функція Бесселя першого порядку при зміні індексу модуляції від 0 до 2 монотонно зростає від 0 до 0,6, а на ділянці від 0 до 0,5 має лінійну залежність.

З використанням цих властивостей запропонований вимірювач дальності. Зондувальний сигнал являє собою сигнал з частотою модуляцією, модульований низькочастотним гармонійним коливанням. Це дозволило сформувавши кореляційний інтеграл, огинаюча якого описується функцією Бесселя першого порядку, має яскраво виражений екстремум і при переході через екстремальну точку крутизна характеристики вимірювача змінює свій знак на протилежний.

У запропонованому пристрої на частоті допоміжного гетеродина проводиться згортка спектрів відбитого сигналу з опорним коливанням. У результаті згортки формується фазомодульований сигнал з перетвореним індексом модуляції. Перетворений індекс модуляції стає функціонально

залежним як від різницевих часових затримок у відбитому сигналі і регульованої затримки опорного колювання, так і від частоти модулюючого колювання. Зміною затримки опорного колювання домагаються екстремальної точки в кореляційному інтегралі. При виконанні цієї умови просторова часова затримка дорівнює часовій затримці опорного колювання. Певне значення просторової часової затримки дає дальність розташування об'єкта в просторі.

Максимальна дальність, яку можна виміряти, визначається частотою модуляції зондуючого сигналу. Для підвищення дальності дії вимірювача частоту модуляції необхідно знижувати. Зниження частоти модуляції веде до зниження крутизни характеристики вимірювача і, як наслідок, до зниження точності вимірювання.

ТЕХНОЛОГІЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ НА БАГАТОСПЕКТРАЛЬНИХ АЕРОКОСМІЧНИХ ЗНІМКАХ ЗА ЇХ СПЕКТРАЛЬНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Важливою тенденцією розвитку сучасних оптико-електронних систем видової зйомки є використання виключно багатоспектрального знімання в спектральних діапазонах у видимій, ближній, середній та дальній інфрачервоних областях спектра. Багатоспектральні зображення містять додаткову дешифрувальну інформацію, безпосереднє сприйняття якої зоровим апаратом людини у повному обсязі неможливе, що накладає обмеження на візуальний аналіз отримуваних даних та потребує модифікації і розвитку існуючих моделей виявлення об'єктів зйомки.

Імовірність виявлення об'єктів існуючими та розроблюваними в Україні багатоспектральними системами видової зйомки суттєво залежить від спектральних характеристик об'єктів та фонів. Отже, виникає потреба в розробленні методів і засобів автоматизованого виявлення об'єктів на багатоспектральних аерокосмічних знімках.

У доповіді визначено основні принципи та підходи до розроблення цілісної технології автоматизованого розпізнавання об'єктів на багатоспектральних аерокосмічних знімках за їх спектральними характеристиками. Ця технологія включає: засоби дистанційного – повітряного (на базі безпілотного літального апарату) та наземного прецизійного спектрометрування, методики калібрування, вимірювання та оброблення одержуваних спектральних характеристик об'єктів і фонів, базу даних спектральних характеристик типових об'єктів, а також спеціальне програмне забезпечення автоматизованого виявлення об'єктів на багатоспектральних аерокосмічних знімках.

Технологія передбачає виконання польових натурних вимірювань спектральних характеристик типових об'єктів видової зйомки та стандартних фонів. Спектральні характеристики являють собою поєднання відбитого, поглиненого і випроміненого об'єктами оптичного сигналу на високочастотних довжинах хвиль у видимій, ближній, середній та дальній інфрачервоних областях спектра. Для отримання спектральних характеристик застосовується спеціалізований бортовий вимірвальний комплекс на базі октокоптера, спектрометра та цифрових камер. Вимірювання проводяться в умовах природнього освітлення з різних висот, починаючи з 5 м над об'єктом. Порядок проведення вимірювань передбачає:

вимірювання еталонних спектральних характеристик для подальшого калібрування;

кілька вимірів спектральної характеристики об'єкта з повторним калібруванням для перевірки якості проведених вимірювань;

статистичну обробку результатів вимірювання спектральних характеристик об'єктів, включаючи перерахунок одержаних цифрових відліків на фізичні величини, інтерполювання, фільтрацію та оцінку точності.

Отримані оптичні характеристики досліджуваних зразків заносяться до бази даних для подальшого використання при розпізнаванні об'єктів. Вони

також можуть бути корисними при створенні та застосуванні оптико-локаційних систем (ОЛС) зенітно-ракетних, протитанкових, оперативно-тактичних ракетних комплексів та зенітних установок. Такі ОЛС призначені для виявлення, супроводження, видачі координат і параметрів цілей в цифрову обчислювальну систему в автоматичному чи напівавтоматичному режимі.

Але основним призначенням бази даних спектральних характеристик типових об'єктів і фонів є використання сумісно із спеціалізованим програмним забезпеченням для автоматизованого виявлення об'єктів на багатоспектральних аерокосмічних знімках. Таке програмне забезпечення містить окремі функціональні модулі атмосферної корекції вхідних багатоспектральних зображень, перерахунку їх на коефіцієнти відбиття сцени, відновлення спектральних сигнатур застосованої багатоспектральної апаратури об'єктів і фонів за їх квазібезперервними спектрами, оцінки імовірності знаходження наперед заданого об'єкта на поточному фоні багатоспектрального зображення з урахуванням додаткових просторових та контекстуальних ознак, картування розподілу цієї імовірності за полем зображення, виявлення зон перевищення імовірністю визначеного порогу, та візуалізації зон уваги оператора. Проведені експериментальні дослідження свідчать про достатньо високі показники автоматизованого виявлення типових об'єктів на багатоспектральних зображеннях середньої та високої розрізненості.

Отримані спектральні характеристики досліджуваних зразків доцільно включати до довідкових систем підтримки виявлення та розпізнавання об'єктів видової зйомки, а також до комплектів навчальних матеріалів для підготовки фахівців з обробки та аналізу даних оптико-електронної зйомки та спостереження.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на удосконалення досягнутих характеристик описаної технології, на розширення парку авіаційних носіїв, їх бортового і наземного вимірювального обладнання, на постійне поповнення та верифікацію наявної бази даних спектральних характеристик типових об'єктів і фонів, на розробку нових більш ефективних алгоритмів обробки та аналізу багатоспектральних зображень і прецизійних спектрометричних даних, на створення комплектів навчальних і довідкових матеріалів та підготовку і перепідготовку фахівців для використання спектральних характеристик при аналізі аерокосмічних видових матеріалів.

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ І КЛАСУ ПІДРОЗДІЛАМИ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Досвід застосування безпілотних авіаційних комплексів(БпАК) І класу підрозділами Збройних Сил України в ході проведення Антитерористичної операції та операції Об'єднаних сил на території Донецької та Луганської областей показав їх високу ефективність при веденні повітряної розвідки, наданні точних і своєчасних координат (даних) об'єктів ураження противника, коригуванні вогню ракетних військ і артилерії.

Головною метою застосування підрозділів БпАК наших військ є покращення ситуаційної обізнаності командирів командувачів, військових частин, підрозділів і їх штабів під час (в ході) планування та ведення операцій (бойових дій).

Основним завданням застосування підрозділів БпАК залишається покращення можливостей військових формувань щодо ураження цілей противника, здійснюючи їх виявлення та оцінку результатів вогневого ураження.

Попри вкрай важливе значення підрозділів БпАК існують проблемні питання, що виявленні під час виконання завдань за призначенням та потребують свого вирішення виробниками та органами військового управління на відповідних рівнях, а саме:

відсутність чіткої вертикалі управління та не достатній стан укомплектованості особовим складом органів управління БпАК, підрозділів БпАК військових частин;

відсутність достатньої кількості БпАК та автотранспорту передбачених штатним розписом, що не дозволяє в повній мірі якісно виконувати завдання;

відсутність єдиної захищеної системи передачі даних (військового “месенджера”), необхідної для оперативної передачі інформації органам управління про виконання завдань розрахунками БпАК в режимі “онлайн”, з метою взаємодії з підрозділами РЕР, РЕБ, ППО, РВіА та координації застосування БпЛА в бойових умовах, а також для оперативного надання результатів повітряної розвідки;

слабка стійкість БпАК до впливу засобів РЕБ противника, відсутність бортових інерціальних систем (неодноразові випадки втрат БпЛА через підміну системами РЕБ противника в сигналах системи GPS даних щодо координат та висоти польоту);

потреба у розширенні діапазону частот каналів управління, телеметрії та передачі даних для забезпечення можливості адаптивного переналаштування робочих частот у випадку впливу радіоперешкод;

забезпечення криптографічного захисту каналів управління, телеметрії та передачі даних;

застосування БпЛА-ретрансляторів, які діятимуть поза зоною ураження вогневих засобів та засобів РЕБ.

Отже, усунення зазначених недоліків дозволить підвищити ефективність застосування підрозділів БпАК при виконанні завдань за призначенням.

МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ СИСТЕМИ ПІДТРИМАННЯ СПРАВНОСТІ АВІАЦІЙНИХ КЕРОВАНИХ РАКЕТ ІНОЗЕМНОЇ РОЗРОБКИ І ВИРОБНИЦТВА

Теперішній етап функціонування Збройних Сил України характеризується наявністю у складі озброєння значної кількості авіаційних керованих ракет (АКР) з вичерпаними призначеними показниками (строками служби, зберігання). Переважна їх більшість була розроблена і виготовлена у Радянському Союзі, внаслідок чого авторський нагляд за ними перестав здійснюватися з 1991 року, а система підтримання справності на території України перестала існувати.

Аналіз світового досвіду підтримання справності АКР показав, що переважна більшість країн світу, максимально використовує їх ресурсний потенціал, дуже поступово замінюючи старіючий парк новими зразками. При цьому підтримання справності забезпечується їх розробниками та виробниками, що мають відповідну конструкторську, технологічну і ремонтну документацію, технологічне обладнання, дані з надійності і результатів бойового застосування за весь період експлуатації.

Для визначення методологічних основ побудови системи підтримання справності (СПС) АКР іноземної розробки і виробництва було досліджено загальну методологію продовження їх життєвого циклу до граничних термінів, загальні положення методології розробки і дослідження складних технічних систем та реалізації відповідних інноваційних технологій.

У науковому, методологічному та організаційному аспектах СПС АКР повинна мати комплекс замкнених наукових, виробничих, технологічних, нормативних і методичних циклів, що забезпечують вирішення завдань цієї системи. Вона повинна базуватися на законодавчій та нормативно-правовій базі України, наукових та виробничо-технологічних можливостях вітчизняних підприємств та установ, впроваджених інноваційних технологіях.

Структура СПС має бути достатньо гнучкою та універсальною, реалізуватися як на довготривалий (15...20 років), так і середньостроковий (5...10 років) прогноз розвитку та мати властивості уніфікованості, тобто ряд її підсистем (фрагментів структури), може використовуватися для інших систем і мати можливість вирішувати часткові завдання.

Враховуючи, що однією із основних проблем більшості АКР, які знаходяться на озброєнні, є значне перевищення строків служби над встановленими (в 3 – 3,5 рази), СПС повинна мати можливість реалізації комплексу досліджень та випробувань, спрямованих на забезпечення їх експлуатації після вичерпання встановлених показників з підтвердженням потрібного рівня безпеки.

РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДИКИ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СИЛОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЛІТАКІВ-ВИНИЩУВАЧІВ

На сучасному етапі розбудови Повітряних сил Збройних Сил України виникла проблема забезпечення справності існуючого парку літаків через відсутність як у військових частинах, так і на авіаремонтних підприємствах необхідного запасу ремонтного фонду, що спричинено вичерпанням ресурсних показників.

Ця проблема породжує необхідність у створенні системи класифікації технічного стану для своєчасного виявлення граничного стану відповідальних силових елементів літаків та їх агрегатів.

Мета доповіді полягає в оприлюдненні результатів дослідження щодо одного з складових елементів системи класифікації технічного стану – методики кластеризації навчальної вибірки, яка застосовується у комплексі із методикою класифікації (або віднесення) певного об'єкта до певного кластеру технічного стану.

В доповіді розглянуто проблематику щодо вибору ефективної методики кластеризації, головні вимоги до неї, проаналізовано обраний метод кластеризації технічного стану (або побудови образів технічного стану), який заснований на алгоритмі сімейства “FOREL”, побудовано його логічну блок-схему, виконана реалізація його в графічній оболонці (для застосування на персональних електронно-обчислювальних машинах) за допомогою мови програмування python й допоміжних наукових та графічних бібліотек, реалізована функція візуалізації результуючих даних.

Обрані досліджувані об'єкти, визначені основні визначальні параметри, які характеризують інтенсивність вичерпання ресурсного потенціалу. Обрані об'єкти в процесі дослідження, розділені на два образи технічного стану, а саме – на “добрі” та “погані”. Як приклад, проаналізовано технічний стан стояків шасі літаків-винищувачів Збройних Сил України, які мають приблизно однакові ресурсні напрацювання, та різні статистичні дані щодо інтенсивності використання в процесі експлуатації.

Проаналізовано адекватність роботи методу, визначені чинники, які впливають на вичерпання ресурсу, надані попередні рекомендації у вигляді управлінських рішень щодо кожного образу технічного стану.

ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ПЕРСПЕКТИВНОГО МОРСЬКОГО ПАТРУЛЬНОГО ВЕРТОЛЬОТА

На сьогодні актуальним є оновлення вертолітного парку авіації Військово-Морських Сил Збройних Сил України.

Для виконання завдань пошуку, відстеження та ураження підводних човнів у підводному і надводному положеннях; ведення повітряної розвідки; пошуку, відстеження та наведення на корабельні сили противника та видачі цілевказання; вогневої підтримки дій сил (військ) Військово-Морських Сил Збройних Сил України; рятування або надання допомоги екіпажам морських і повітряних суден, що зазнають лиха, одним із пріоритетним напрямків є постачання морських патрульних вертольотів як берегового так і корабельного базування.

При цьому, на основі аналізу складу бортового обладнання сучасних морських вертольотів іноземного виробництва, можна сформулювати основні вимоги до складу бортового обладнання перспективного морського патрульного вертольота.

До складу бортового обладнання перспективного морського патрульного вертольота берегового базування повинні входити:

гіростабілізована оптико-електронна станція;

пошуковий прожектор;

рятувальна лебідка;

пошукова радіолокаційна станція;

радіолокаційна гідроакустична станція з комплектом гідроакустичних буїв;

полоскове шасі;

система аварійного приводнювання (балонети).

До складу бортового обладнання перспективного морського патрульного вертольота корабельного базування додатково повинні входити:

системи автопілотування та автоматичної посадки на палубу корабля;

система складання лопатей;

спеціальне обладнання для пошуку, виявлення надводних і підводних цілей;

система швартування для забезпечення можливості використання на палубі корабля.

система озброєння для ураження надводних і підводних цілей.

Удод А.М., Євчик В.С., Скоков О.І., ДП “Український науково-дослідний конструкторсько-технологічний інститут еластомерних матеріалів і виробів”

СОЗДАНИЕ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ЭЛАСТОМЕРНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ИЗДЕЛИЙ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Сотрудниками ГП «УНИКТИ «ДИНТЭМ» разработан высокомолекулярный эластомерный материал для формирования конструкции заряда щеточного типа реактивного двигателя путем соединения металлического диска с пороховыми пироксилиновыми трубчатыми элементами.

Высокомолекулярный эластичный материал соответствует следующим упругопрочностным и технологическим показателям: условная прочность при растяжении, МПа (кгс/см²) – 0,7 (7,0) относительное удлинение при разрыве, % не менее – 70,0 твердость, ед. Шор А, в пределах 25-35, жизнеспособность, мин – 70,0.

Относительной особенностью разработанного нами высокомолекулярного материала является его высокая эластичность и гибкость в широком диапазоне температур (от минус 1000 °С до 3000 °С), отличная свето- и погодостойкость, стабильность свойств при длительной эксплуатации в условиях резкого перепада температур, повышенной вибрации, физиологическая и биологическая инертность.

В процессе функционирования заряда эластичный материал обеспечивает целостность соединения металлического диска с пороховым пучком до конца горения пороховых элементов (до 25000 °С) благодаря достаточной адгезии материала, как к металлу, так и к пороху.

Удод А.М., Скоков О.І., Воловщикова В.В., Державне підприємство “Український науково-дослідний конструкторсько-технологічний інститут еластомірних матеріалів і виробів”

Дудник О.Г., Мазур А.В., Державне підприємство “Конотопський авіаремонтний завод “Авіакон”

ЗАКЛЮЧНИЙ ЕТАП У ВИРОБНИЦТВІ ТА ВИПРОБУВАННІ М’ЯКИХ ПАЛИВНИХ БАКІВ ДЛЯ ВЕРТОЛЬОТІВ ТИПУ МИ-24

Самий потужний ударний вертоліт, який стоїть на озброєнні Збройних Сил України, це Ми-24.

До недавнього часу гостро стояло питання імпортозаміщення м’яких паливних баків (МПБ) для вказаних вертольотів. Тому впродовж останніх років Державним підприємством “Український науково-дослідний конструкторсько-технологічний інститут еластомірних матеріалів і виробів” (м. Дніпро) (ДП “УНДКТІ “ДІНТЕМ”) та Державним підприємством “Конотопський авіаремонтний завод “Авіакон” (м. Конотоп) виконано комплекс робіт зі створення вітчизняних МПБ для Ми-24.

У 2018 році було завершено розробку конструкції, технології виготовлення та випущені дослідні партії комплектів баків, кожний з яких включає 5 найменувань баків різної конфігурації і об’єму.

З урахуванням імпортозаміщення при виготовленні баків використані нові: маслобензостійка гума та захисна прогумована тканина. За результатами розробки випущено ТУ У 22.1-00152135-144:2018 “Баки паливні м’які”.

Відповідно до затвердженої в 2019 році Програми кваліфікаційних випробувань МПБ пройшли всесторонні випробування з метою комісійної перевірки відповідності МПБ вертольоту типу Ми-24 відновленій конструкторській документації. В обсяг випробувань входили: лабораторні та льотні (наземна та льотна частина) випробування. Льотною частиною випробувань було передбачено визначення працездатності паливної системи з встановленими МПБ і надійність живлення паливним двигунів на сталих та несталих режимах, а також при виконанні фігур пілотажу.

За результатами кваліфікаційних випробувань встановлено, що комплект дослідних МПБ відповідає вимогам конструкторської документації, дослідні зразки МПБ кваліфікаційні випробування витримали, дослідні МПБ можуть бути рекомендовані до застосування за призначенням у складі паливної системи вертольота Ми-24П.

Відповідно до затвердженого в 2020 році Рішення допущено серійне виробництво МПБ вертольотів Ми-24 за розробленою Державним підприємством “Конотопський авіаремонтний завод “Авіакон” та Державним підприємством “УНДКТІ “ДІНТЕМ” документацією.

Удод А.М., Скоков О.І., Євчик В.С., Державне підприємство “Український науково-дослідний конструкторсько-технологічний інститут еластомерних матеріалів і виробів”

РОЗРОБКА НОВИХ ГУМ І КЛЕЇВ ЗА ПРОГРАМОЮ ІМПОРТОЗАМІЩЕННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ГУМОТЕХНІЧНИХ ВИРОБІВ, ЯКІ КОМПЛЕКТУЮТЬ РАКЕТНУ І РАКЕТНО-КОСМІЧНУ ТЕХНІКУ

Гумотехнічні вироби (ГТВ) грають важливу роль у розвитку машинобудування і, в тому числі, ракетобудування. Якість, надійність і тривалість функціонування ракетного комплексу часто залежить виключно від якості ГТВ, а, в свою чергу, якість ГТВ залежить від каучуків, на основі яких виготовлені гумові суміші, а також від інгредієнтів, що входять до їх складу, а саме: вулканізуючих агентів, наповнювачів, стабілізаторів, пластифікаторів і модифікуючих домішок.

Якість гумових сумішей напряму залежить від якості сировини, яка може значно різнитися у окремих постачальників. В останні роки нашому підприємству доводиться пристосовуватись до різних постачальників каучуків та хімікатів – від Заходу до Крайнього Сходу.

Так особливого важливого значення набула сьогодні робота щодо імпортозаміщення сировини з Російської Федерації на імпортні аналоги.

Основними постачальниками каучуків на сьогоднішній день є:

фторкаучуків і фторсилоксанових каучуків – Китай і Італія;

бутадієнітрильних та хлоропренових каучуків – Німеччина;

бутадієнітрильних каучуків марки KER-18, KER-29, KER-33 –

Польща;

бутадієнстирольних та бутадієнових каучуків – Польща;

силоксанових каучуків – Південна Корея і Китай.

Нашим підприємством разом з Державним підприємством “КБ “Південне” розроблено технічні умови ТУ У 22.1-00152135-124:2017 “Гумові суміші для гумотехнічних виробів спеціального призначення для ракетної та ракетно-космічної техніки” замість технічних умов ТУ-38 005 924-84 “Смеси резиновые специальные”.

В процесі створення ТУ У 22.1-00152135-124:2017 проведена значна робота щодо впровадження заміни бутадієнітрильних, бутадієнових, бутадієнстирольних, ізопренових, хлоропренових, силоксанових та фторкаучуків на їх імпортні аналоги виробництва провідних підприємств Німеччини, Польщі, Словаччини, Південної Кореї, Китаю тощо.

В розроблених нашим підприємством технічних умовах налічується 52 гумові суміші, які виготовляються на основі бутадієнітрильних каучуків, комбінації бутадієнітрильних каучуків з ізопреновими і бутадієнметилстирольними каучуками, комбінації бутадієнметилстирольних з хлоропреновими, ізопреновими і бутадієнітрильними каучуками, показники якості вулканізаторів яких повністю відповідають показникам, позначеним у ТУ 38.005 924-84. ГТВ, виготовлені із гумових сумішей за ТУ У22.1-00152135-124:2017, можуть експлуатуватись в маслах, паливі, кислотах і лугах, воді, а також у кисні і озоні різної концентрації при температурі від мінус 60 до +250°C.

Наразі роботи з імпортозаміщення тривають. Найближчим часом наше підприємство планує провести прискорені кліматичні випробування зразків 9 марок гум за ТУ У 22.100152125.124-2017 для визначення гарантійних термінів експлуатації ГТВ.

Дана робота буде продовжена і далі, по мірі надходження каучуків провідних світових виробництв.

Одночасно з цим, наше підприємство проводить весь комплекс досліджень для впровадження інших імпортних інгредієнтів гумових сумішей, зокрема, вулканізуючих агентів, прискорювачів, стабілізаторів та ін. Нами накопичений великий досвід роботи з такими всесвітньовідомими підприємствами, як “Lanxess Corp” та “Lanxess Buna GMBH” (Німеччина), “Solvay Solexis” (Італія), “Dwory S.A.” (Польща), “Zhonghao Chenguang Research Institute of Chemical Industry Co.”, “Chenguang Fluoro” (Китай) та з іншими. Наразі робота триває.

Крім того, ДП “УНДКТІ “ДІНТЕМ” за технічним завданням КБ “Південне” 91-3/30-2017 ТЗ у рамках імпортозаміщення розроблено клей ДВ-05-01 ТУ У 00152135-152:2018, який є аналогом клею 51-К-35 російського виробництва, і являє собою полімер-олігомерну композицію та призначений для кріплення гум із полярних і неполярних каучуків між собою до інших субстратів у процесі вулканізації або термообробки виробів нової техніки. Клей пройшов широкі лабораторні і виробничі випробування і показав достатньо високий рівень основних показників при виготовленні вузлів ракетної і ракетно-космічної техніки.

РОБОТИ ДЕРЖАВНОГО ПІДПРИЄМСТВА “ІВЧЕНКО-ПРОГРЕС” ЩОДО РОЗВИТКУ СІМЕЙСТВА ДВИГУНІВ АИ-322

Оновлення парку тактичних літаків стане актуальним питанням для авіації Повітряних Сил Збройних Сил України вже в найближчі роки. Максимально можливе використання підприємств військово-промислового комплексу України є логічним під час реалізації цього процесу.

Світова практика авіадвигунобудування демонструє стійку тенденцію щодо створення ряду двигунів на базі існуючої вдалої конструкції. Ця концепція пов’язана з можливістю зменшення витрат на розробку модифікацій базового двигуна, впровадження серійного виробництва та вартість серійного двигуна, а також високого ступеню ймовірності отримання необхідної економічної ефективності системи двигун-літальний апарат.

Для розвитку сімейства двигунів АИ-322 ДП “Івченко-Прогрес” здійснило дослідні роботи з формування параметричного обрису двигунів, що направлені на збільшення тягових характеристик і розширення області застосування. Турбореактивний двоконтурний двигун з форсажною камерою згоряння (ТРДДФ) АИ-322Ф є першою модифікацією турбореактивного двоконтурного двигуна (ТРДД) АИ-322, що на сьогодні вже існує.

Вдосконалення літаків L-15A і L-15B також потребує збільшення тягових характеристик двигуна. Станом на 2020 рік ДП “Івченко-Прогрес” завершено ескізний проект та завершується випуск конструкторської документації ТРДД АИ-322-30 з тягою на зльоті 3000 кгс.

Огляд сучасних легких тактичних літаків показав, що тягових характеристик одного ТРДД АИ-322Ф недостатньо для даного класу літальних апаратів. Так, аналіз характеристик ТРДДФ АИ-322Ф, F404-GE-402 і F414-GE-400 показав, що тяга двох ТРДДФ АИ-322Ф близька до тяги одного двигуна F404-GE-402, але недостатня для двигуна F414-GE-400 (двигун F414-GE-400 встановлений на легкому тактичному літаку JAS-39E), тому на сьогодні існує зацікавленість щодо модифікації ТРДД АИ-322-30, зміни в якому направлені на збільшення тягових характеристик шляхом застосування форсажної камери згоряння (ТРДДФ АИ-322-30Ф). Дослідження дозволяють стверджувати, що тяга двох ТРДДФ АИ-322-30Ф досягає рівня тяги двигуна F414-GE-400. Турбокомпресорна частина ТРДДФ АИ-322-30Ф повністю уніфікована з ТРДД АИ-322-30.

Розвиток сімейства двигунів АИ-322 має хороший потенціал, а існуюча експериментально-дослідна база ДП “Івченко-Прогрес” і виробнича база АТ “МОТОР-СІЧ” дозволять забезпечити розробку, випробування та серійне виробництво нових двигунів на базі ТРДД АИ-322.

НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ НАПРАЦЮВАННЯ ДЕРЖАВНОГО ПІДПРИЄМСТВА “ІВЧЕНКО-ПРОГРЕС” ЩОДО СТВОРЕННЯ ПОВІТРЯНО-РЕАКТИВНОГО ДВИГУНА В РАМКАХ АВАНПРОЄКТУ ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ “БЛИСКАВКА”

Спираючись на Спільне рішення про виконання аванпроєкту – “Розробка надзвукової авіаційної керованої ракети класу “повітря-поверхня”, шифр “Блискавка”, Державне підприємство “Івченко-Прогрес” розпочало виконання науково-дослідної конструкторської роботи (НДКР) щодо створення прямооточного повітряно-реактивного двигуна (ППРД) для цього літального апарату. НДКР було надано шифр – “Блискавка-Д”.

За результатами виконання НДКР “Блискавка-Д” розроблено ескізний проєкт ППРД AI-RJ-300 діаметром 300 мм та технічна пропозиція ППРД AI-RJ-350 діаметром 350 мм. В грудні 2019 року відбулось подання матеріалів аванпроєкту ракети “Блискавка” МО України. Підсумком подання стала робота з доопрацювання матеріалів за отриманими зауваженнями і розпочата робота комісії з захисту аванпроєкту ракети “Блискавка”.

Аналіз отриманих результатів аванпроєкту показав, що варіант ракети з ППРД AI-RJ-350 має кращі характеристики, що дозволило розробнику літального апарату обрати ППРД AI-RJ-350 основним варіантом для подальшої роботи.

На сьогодні, незважаючи на відсутність остаточного рішення комісії щодо аванпроєкту ракети “Блискавка”, Державне підприємство “Івченко-Прогрес” продовжує накопичення науково-технічних напрацювань для створення ППРД AI-RJ-350. Виконані наступні експериментальні та науково-дослідні роботи:

- відпрацьована конструкція форкамери та інших елементів запуску двигуна;

- відпрацьовані різні варіанти конструкцій та матеріалів реактивного сопла;

- створена установка з продувки моделей надзвукових реактивних сопел (відбулися продувки двох моделей);

- створена установка для відпрацювання варіантів теплозахисного абляційного покриття, на якій вже виконано 6 випробувань;

- випускається документація на модернізацію установок та стендів для випробувань вузлів та двигуна AI-RJ-350;

- виконані дослідження конструкції двигуна-аналога та розпочаті стендові випробування з метою дослідження його характеристик.

З оглядом на вищезазначене, можна стверджувати, що Державне підприємство “Івченко-Прогрес” має достатній рівень науково-технічних напрацювань щодо створення вітчизняного ППРД для надзвукової авіаційної керованої ракети “Блискавка”.

При паралельному зближенні $V_{\Pi} \sin \Phi_T = V_{\Pi} \sin Q$, закон зміни кутової швидкості ω_m – заданий. Помічаючи, що $\Phi = \Phi_T + \Delta\Phi$ (рис.1), диференційні рівняння траєкторії руху винищувача відносно цілі мають вигляд:

$$\begin{aligned} \Delta\dot{\Phi} &= \frac{V_{\Pi} \cos \Phi_T \Delta\Phi - V_{\Pi} \cos Q}{D} \Delta\Phi - \omega_m; \\ \dot{Q} &= \frac{V_{\Pi} \cos \Phi_T}{D} \Delta\Phi \\ \dot{D} &= -(V_{\Pi} \cos \Phi_T - V_{\Pi} \sin \Phi_T \Delta\Phi - V_{\Pi} \cos Q). \end{aligned} \quad (1)$$

Вважаючи $\Delta\Phi$ малим, знехтуємо в (1) членом $V_{\Pi} \sin \Phi_T \Delta\Phi$. \dot{D} будемо вважати приблизно постійним і рівним середній швидкості зближення винищувача й цілі: $\dot{D} = \bar{V}_0 = -V_{\Pi} \cos \Phi_T + V_{\Pi} \cos Q$. Тоді $D = d_0 - \bar{V}_0 t$, де d_0 – дальність на початку усунення помилки $\Delta\Phi$.

Поточне лінійне значення “промаху” ракети ΔR (для поразки цілі достатньо попадання ракети в коло радіуса Δr) дорівнює

$$\Delta R = d_0 \left(\Delta\Phi - \omega_m t + \omega_m \frac{\bar{V}_0 t^2}{d_0 - 2} \right),$$

де t – поточний час.

Якщо задати “промах” рівним його допустимому значенню Δr^* в момент $t_k = \frac{d_0 - d_{\min pr}}{\bar{V}_0}$, коли відстань до цілі дорівнює мінімальному значенню $d_{\min pr}$, отримаємо значення допустимої помилки наведення $\Delta\varphi^*$ в початковий момент часу:

$$\Delta\varphi^* = \frac{\Delta r^*}{d_0} + \frac{\omega_m (d_0^2 - d_{\min pr}^2)}{2\bar{V}_0 d_0}.$$

Одна з умов зриву атаки цілі винищувачем виникає в разі, якщо кутова помилка наведення в початковий момент часу $\Delta\Phi$ перевищує критичне значення $\Delta\varphi^*$ з урахуванням допустимого лінійного “промаху” Δr^* , тобто $\Delta\Phi > \Delta\varphi^*$.

Питання наведення літаків тактичної авіації для ураження безпілотних літальних апаратів розглядалося в рамках деяких науково-дослідних робіт. Проте, в теперішній час будь-яка ракета обійдеться державі дорожче вартості безпілотного літального апарата, тому для його враження потрібно розробляти відповідні боеприпаси.

ЩОДО ПЕРЕВАГ ОСНАЩЕННЯ ЛІТАКІВ ТАКТИЧНОЇ АВІАЦІЇ АЕРОБАЛІСТИЧНИМИ КЕРОВАНИМИ РАКЕТАМИ, СТВОРЕНИМИ НА ОСНОВІ БОЄПРИПАСІВ РЕАКТИВНИХ СИСТЕМ ЗАЛПОВОГО ВОГНЮ

Останнім часом в світі серед провідних авіаційних країн поширюється тенденція щодо створення комплексів авіаційного озброєння літаків тактичної авіації на основі надзвукових (гіперзвукових) аеробалістичних керованих ракет оперативного-тактичного та оперативного радіусів дії. Деякі типи тактичних літаків на сьогодні можуть бути оснащені (оснащуються) такими ракетами в рамках заходів з їх серійної модернізації. Прикладами таких комплексів є: серійний гіперзвуковий ракетний комплекс “Кінжал” (РФ), перспективні гіперзвукові ракетні комплекси DF-21 повітряного базування (КНР) та ARRW (США).

Аналіз світового досвіду свідчить про можливість застосування в якості високоточних авіаційних засобів ураження (АЗУ) класу “повітря-поверхня” авіаційних аеробалістичних керованих ракет, розроблених на основі відносно недорогих боєприпасів сухопутного застосування, призначених для реактивних систем залпового вогню (РСЗВ).

У якості прикладу зазначених АЗУ може бути розглянута лінійка авіаційних керованих ракет типів MARS, Rampage та Sky Sniper, створених компаніями IAI та IMI (Ізраїль) на базі реактивного снаряду РСЗВ типу EXTRA. Зазначені АЗУ оснащені інерціально-супутниковою системою наведення, мають надзвукову швидкість польоту, дальність застосування від 100 до 250 км та точність застосування близько 10 м.

Оснащення бойових літаків аеробалістичними ракетами в якості високоточних АЗУ класу “повітря-поверхня” має певні переваги перед оснащенням іншими керованими АЗУ зазначеного класу, а саме:

створення комплексів авіаційного озброєння на основі таких засобів ураження не потребуватиме надмірних фінансових та часових витрат, що зумовлюється досить помірною вартістю штатних, навіть керованих боєприпасів сухопутних ракетних систем, а також невеликими часовими та фінансовими витратами на їх модернізацію для повітряного застосування;

надзвукова, а для окремих сучасних розробок, навіть гіперзвукова швидкість польоту (більше 5М), що ускладнює перехоплення таких ракет штатними засобами об'єктової протиповітряної оборони (ППО) противника;

дальність пуску, більша за 100...150 км від цілі, яка дозволяє застосовувати такі АЗУ без заходу літака-носія до зони дії засобів об'єктової ППО;

достатня точність застосування таких АЗУ, яка становить до 10 м при використанні інерціально-супутникової системи наведення, та декілька метрів при використанні оптико-електронних або активних радіолокаційних головок самонаведення.

Отже, застосування аеробалістичних керованих ракет оперативного-тактичного та оперативного радіусів дії у складі комплексів авіаційного озброєння бойових літаків здатне суттєво підвищити їх бойову ефективність.

ОСНОВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ВЕРТОЛІТНИХ КОМПЛЕКСІВ ПРОТИТАНКОВОГО КЕРОВАНОГО РАКЕТНОГО ОЗБРОЄННЯ

Аналіз тактико-технічних характеристик (ТТХ) сучасних та перспективних вертолітних комплексів протитанкового керovanого ракетного озброєння (ПТКРО) армій провідних країн світу показує, що основними тенденціями їх розвитку є:

включення до складу комплексів багаторежимних радіолокаційних станцій (РЛС) міліметрового діапазону та оптико-електронних цілодобових оглядово-прицільних систем у складі телевізійного та тепловізійного каналів, а також лазерного каналу далекометрування та підсвітлювання;

застосування протитанкових керованих ракет (ПТКР) з багаторежимними (комбінованими) головками самонаведення (ГСН), а також комбінованими системами наведення;

застосування ПТКР за принципом “пустив-забув”;

збільшення дальності виявлення та супроводження наземних цілей, а також дальності пуску по ним ПТКР;

підвищення бронепробиття ПТКР;

оснащення ПТКР багатofункціональними бойовими частинами (БЧ), що дозволяє уражати цілі різних типів;

застосування алгоритмів автоматичного розпізнавання та ідентифікації цілей, як в оглядово-прицільних системах, так і в ГСН ПТКР;

забезпечення автоматичного супроводження декількох наземних цілей;

забезпечення одночасного застосування декількох ПТКР по різних цілях, або одразу двох ПТКР по одній цілі.

Аналіз ТТХ сучасних та перспективних ПТКР показав наступне:

розміри знаходяться в межах: довжина – 1,5...1,8 м; діаметр корпусу – 0,13...0,178 м;

стартова маса та маса БЧ становлять відповідно – 33...90 кг і 3...27,5 кг;

максимальна дальність пуску ракети – в межах 7...16 км і більше (до 25...30 км);

швидкість польоту ракети становить – 300...610 м/с (окремих – до 1000... 1300 м/с);

бронепробиття – 800...1200 мм;

бойова частина – кумулятивна тандемна;

система наведення – тепловізійна або лазерна ГСН, або інерціальна система в сполученні з активною радіолокаційною ГСН, з лазерним чи радіокомандним керуванням, багаторежимна.

На сьогоднішній день, вертолітні комплекси ПТКРО, які перебувають на озброєнні Збройних Сил України є морально технічно застарілими та за своїми ТТХ поступають сучасним світовим аналогам.

Пріоритетними напрямками розвитку вертолітних комплексів ПТКРО є:

оснащення протитанкових ракет сучасними ГСН, що працюють в інфрачервоному і міліметровому радіолокаційному діапазонах та забезпечують застосування за принципом “пустив-забув”;

підвищення ефективності ураження броньованих цілей та забезпечення одночасного пуску кількох ракет по різним цілях;

суттєве підвищення дальності дії комплексів по типових цілях.

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЩОДО СТВОРЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНИХ ЗРАЗКІВ ПРОДУКЦІЇ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ПІД ЧАС РЕФОРМУВАННЯ ОБОРОННО-ПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ ДЕРЖАВИ

Одним із чотирнадцяти основних напрямів державної політики національної безпеки України, що зазначені у пункті 4.2 Стратегії національної безпеки України, є створення ефективного сектору безпеки і оборони. Для України, як і для будь-якої держави, матеріальним підґрунтям сектору безпеки і оборони є кінцева продукція оборонно-промислового комплексу (ОПК), який є головним компонентом її воєнно-економічного потенціалу. Домінантою останнього виступають статичні та динамічні характеристики як стану промисловості держави, так і рівня її науково-технічного потенціалу.

Сучасний етап світового розвитку характеризується тенденцією широкого впровадження похідної від науково-технічного потенціалу – досягнень передових науково-технічних розробок, які, в свою чергу, надають імпульс структурним зрушенням в економіці, стимулюючи виробництво нової наукоємної та високотехнологічної продукції. Незаперечним аргументом вибору інноваційної траєкторії розвитку України є значні успіхи високорозвинених країн світу, що стали наслідком практичного впровадження інноваційних моделей їх розвитку. Глобальний індекс інновацій (Global Innovation Index – GII) Корнельського університету, бізнес-школи INSEAD та WIPO дає змогу оцінити здатність країн світу створювати сприятливе середовище для інновацій, а також результат інноваційної діяльності. В таблиці 1 представлені значення GII для України (місце серед країн світу та кількість балів) впродовж відповідно 2009–2020 років.

Таблиця 1

	2009–2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Кількість балів (0-7) / 0-100	(3,06)	35,01	36,1	35,78	36,26	36,45	35,72	37,62	38,52	37,40	36,42
Місце	61	60	63	71	63	64	56	50	43	47	45

Визнавши непослідовність у проведенні та низьку ефективність результатів державної науково-технічної та інноваційної політики, зафіксувавши тенденцію зростання темпів відставання України у технологічному розвитку від розвинутих країн світу, Уряд держави ухвалив у 2009 році Концепцію розвитку національної інноваційної системи.

Але результати нібито втілення цієї Концепції у життя українського суспільства, як видно із таблиці 1, почали проявлятися лише у 2014 році. На запитання що стало основним гальмівним важелем для призупинення сповзання країни вниз за показником ГПІ: прийняття зазначеної Концепції за п'ять років до моменту початку зростання цього показника, чи події на сході країни впродовж 2014-2020 років, серед експертів та науковців однозначної відповіді немає. Хоча, незаперечними є ті факти, що починаючи з 2014 року, рейтинг України серед країн світу за показником ГПІ значно покращується, а вітчизняний ОПК проходить стадію суттєвого реформування.

Враховуючи реалії сьогоденної України, а саме, широке залучення підприємств недержавної форми власності (приватного сектору економіки) до виробництва військової продукції для ОПК, вирішення питань розробки, впровадження та комерціалізації інноваційних проектів у секторі безпеки і оборони набули особливої актуальності та значущості для держави в цілому.

В сучасних умовах виробництва військової продукції загальна схема інноваційного процесу може мати вигляд, зображений на Рис. 1.

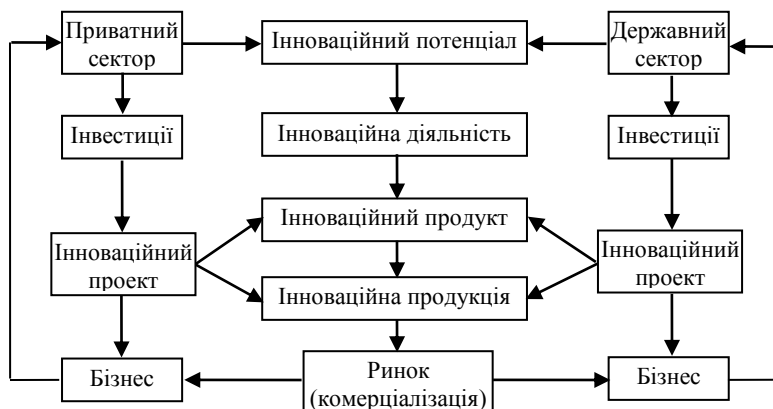


Рис. 1 Загальна схема інноваційного процесу військової продукції, яка випускається в державному та приватному секторах

Основним завданням для державних органів влади має бути створення такого нормативно-правового поля, правила якого забезпечили б постійне наповнення каналів “бізнес – державний сектор” та “приватний сектор – інноваційний потенціал”. Внаслідок природності мети приватних компаній отримання від ринку максимального прибутку і мінімізації внесків як до державного бюджету, так і до загального інвестиційного потенціалу, політика держави повинна бути виваженою і раціональною. Посадовці усіх органів влади від самих вищих державних, де затверджуються законодавчі та урядові акти фіскальної політики, до органів місцевого самоврядування, де реєструються звіти з господарської діяльності приватних підприємств, повинні невинно та послідовно цю політику втілювати в життя.

ОБГРУНТУВАННЯ ШЛЯХІВ ЗАСТОСУВАННЯ КРИТИЧНИХ КОМПОНЕНТІВ В АВІАЦІЙНИХ ДВИГУНАХ ВИНИЩУВАЧІВ

Аналіз досвіду і перспектив підтримання льотної придатності наявних винищувачів Повітряних Сил, поточного технічного стану парку їх авіаційних двигунів (АД), засвідчує потребу певної реновації АД у процесі виконання їх заводського ремонту. Це може бути досягнуто шляхом збільшення відсотку комплектування АД новими критичними компонентами (КК), освоєння виробництва яких відбувається в Україні, або які можуть бути придбані за кордоном.

Під КК розуміємо основні та особливо відповідальні деталі та складальні одиниці АД, які мають ресурс менший ніж ресурс АД, та після певного наробітку потребують заміни під час його чергового ремонту.

Спроможність забезпечення заводського ремонту АД КК із підтвердженням ресурсом, достатнім для встановлення чергового міжремонтного ресурсу АД, з часом може перетворитись у проблему, від розв'язку якої залежатиме спроможність винищувальної авіації ПС виконувати у повному обсязі завдання за призначенням.

Така ситуація вимагає від суб'єктів авіаційної діяльності зосередження зусиль на розв'язку низки дослідницьких задач щодо відтворення в Україні технологічних процесів виготовлення певної номенклатури КК, всебічної перевірки та підтвердження широкого кола показників їх якості, зокрема ресурсу.

У процесі освоєння виготовлення КК АД відповідно вимог та процедур, визначених наказом Міноборони № 732 щодо відновлення та взяття на облік документації, не вирішеними залишаються питання обгрунтування обсягу експериментальних перевірок, випробувань заготівель та матеріалів КК, їх руйнівного і неруйнівного контролю на різних етапах, формування достатнього комплексу доказової документації для підтвердження їх заданого (заявленого) ресурсу.

У зв'язку з цим **метою** наукових досліджень авторів є розроблення науково-методичного апарату теоретико-експериментального обгрунтування можливості застосування в АД військового призначення, за якими не здійснюється авторський нагляд, КК, освоєння виготовлення яких здійснюється вітчизняними підприємствами.

Мета досліджень досягається шляхом розв'язку таких **основних задач**:

аналіз стану питання щодо забезпечення льотної придатності АД із застосуванням КК вітчизняного виробництва;

формування моделей розрахунково-експериментального дослідження щодо обгрунтування ресурсу КК на основі переважного застосування принципів і підходів 3-ї стратегії управління ресурсом АД та обчислювальної механіки руйнування їх КК.

ПРИЦІЛЬНО-НАВІГАЦІЙНИЙ КОМПЛЕКС ПРНК-17 ДЛЯ ОЗБРОЄННЯ ВЕРТОЛЬОТА МІ-8МСБ

За останні роки Україна ввійшла в когорту розробників і виробників вертолітної техніки. Керівництво АТ “Мотор Січ” поставило завдання з виготовлення сучасного універсального прицільно-навігаційного комплексу для оснащення вертольотів власної розробки та модернізації існуючих зразків. Приватне акціонерне товариство “Рамзай” взяло на себе зобов’язання з розробки та організації виробництва такого обладнання за власні обігові кошти.

Комплекс повинен, за умов отримання інформації від штатних і додатково встановлених датчиків, оптико-електронного модуля (ПМ-ЛКТ), а також супутникової навігаційної системи, забезпечувати вирішення наступних задач:

- виявлення наземних та повітряних цілей;

- прицілювання для некерованого озброєння (АБ, НРС, ГУВ-1, ГУВ-2, УПК-23) по візуально видимій, або запланованій цілі з відомими координатами;

- прицілювання для керованого озброєння (РК-2В, Р-73);

- навігації (політ заданим маршрутом, вихід на аеродром основний/запасний).

Складові комплексу знаходяться на стадії завершення розробки і виготовлення дослідних зразків.

Шатров А.М., Державний науково-дослідний інститут авіації
Гурба О.В., Державне підприємство “Державне Київське конструкторське бюро “Луч”

МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ОЦІНКИ ПРАЦЕЗДАТНОГО СТАНУ АВІАЦІЙНИХ КЕРОВАНИХ РАКЕТ ЛОГІКО-ІМОВІРНІСНИМИ МЕТОДАМИ

Працездатний стан авіаційних керованих ракет (АКР) визначається станом їх складових частин (СЧ) та зв'язками між ними. Втрата працездатності СЧ та/або порушення зв'язків між ними призводить до відмови АКР у цілому. Наслідком цієї події є виникнення нештатної ситуації (НС) та неможливість виконання завдання за призначенням. Для оцінки працездатного стану АКР було розроблено аналітичний опис працездатного стану АКР з використанням логіко-імовірнісних методів.

З цією метою процес функціонування АКР було описано функцією алгебри логіки (ФАЛ). При цьому кількісна оцінка працездатного стану визначалася за допомогою методів теорії ймовірностей. ФАЛ формується із множини висловлювань (випадкових подій), зв'язаних між собою логічними операціями (кон'юнкція, диз'юнкція, заперечення, еквівалентність тощо). При цьому, висловлювання можуть приймати тільки два значення: 0 (фальш) або 1 (істина). У більшості випадків складні технічні системи, до яких відносяться АКР, описуються ФАЛ з повторними аргументами або аргументами заперечення, що не дає можливості напряму скористуватися відомими методами теорії ймовірності. У зв'язку з цим, проводиться перехід від ФАЛ до імовірнісної функції (ІФ) шляхом перетворення логічних змінних функції – ймовірностями, а логічні операції – арифметичними. В результаті перетворення ІФ буде виступати як імовірність істинності ФАЛ.

За допомогою ФАЛ описуються умови працездатності АКР, які показують із яких СЧ і через які зв'язки відбувається втрата працездатного стану, що в свою чергу приводить до НС. Враховуючи це, ФАЛ працездатного стану АКР описується у вигляді структури, що може знаходитися в двох станах: працездатному ($Y = 1$) та непрацездатному ($Y = 0$), тобто відмови. Оскільки, працездатність системи залежить від стану її елементів $Y = Y(x_1, x_2, \dots, x_m)$, які в свою чергу також можуть знаходитися у двох станах: працездатному $x_i = 1$ або відмови $x_i = 0$. Значення двійкових змінних (x_i) і визначають вектор стану АКР (системи Y).

Наведений підхід дозволяє оцінити ймовірність знаходження АКР та їх СЧ у працездатному стані шляхом аналітичного опису сценаріїв розвитку НС. Отримана при цьому ІФ дозволяє виділити перелік подій та СЧ, на які слід звернути увагу. Їх положення та роль в сценарії розвитку НС використано при розробці і реалізації алгоритмів поглибленої діагностики та пошуку несправностей АКР.

ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ В ПРАКТИКУ СПОСОБУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ОСНОВНИХ ДЕТАЛЕЙ РОТОРІВ АВІАЦІЙНОГО ДВИГУНА ЛІТАКІВ-ВИНИЩУВАЧІВ

Сучасна воєнно-політична обстановка довкола України та аналіз геополітичних тенденцій воєнних конфліктів сучасності дає підстави стверджувати про безпосередню загрозу широкомасштабного застосування воєнно-силових заходів проти нашої держави. Крім того “постіндустріальна” та “гібридна” дійсність характеризуються не тільки відкритим збройним протистоянням але і розв’язанням інформаційних, ідеологічних та когнітивних війн. Зокрема державою-агресором проти нашої країни широко застосовується “Доктрина Герасімова”, суть якої полягає в використанні як військових, так і невоєнних інформаційних методів дестабілізації супротивника, які включають безконтактні далекобійні високоточні удари разом з діями спецназу у поєднанні з силами “внутрішньої опозиції”, які були в тому або іншому вигляді реалізовані в Криму, Донецькій та Луганській областях.

Тому цілком логічно, що проблеми планування розвитку озброєння та військової техніки для забезпечення національної безпеки держави стають основними пріоритетними напрямками для посилення обороноздатності, що, в свою чергу, потребує вкладення чималих коштів, проведення наукових досліджень, дослідно-конструкторських робіт щодо створення зразків озброєння та військової техніки нового покоління.

Перелічені обставини визначають особливу актуальність наукових робіт з вирішення проблеми забезпечення справності парку бойових літальних апаратів авіації Збройних Сил (ЗС) України, як основних носіїв бойового потенціалу. Справність парку бойових літальних апаратів авіації ЗС України, в першу чергу, залежить від справності їх авіаційних силових установок і є однією з актуальних проблем, від успішного вирішення якої залежить боєздатність ЗС України та воєнна безпека держави.

Для вирішення зазначеної проблеми запропоновано спосіб експлуатації основних деталей роторів авіаційного двигуна (патент №143286), який заснований на врахуванні реальних умов їх циклічного навантаження в кожному польоті або наземному випробуванні та умов експлуатації у попередній період. Показано, що отримані при цьому рішення узгоджуються з відомими методами обліку вичерпання ресурсу авіаційних турбореактивних двухконтурних двигунів з форсажною камерою згоряння (ТРДДФ), окрім того відкриваються додаткові можливості щодо врахування індивідуальних особливостей та умов їх циклічної навантаженості у попередній період експлуатації.

Узагальнюючи викладене, можна стверджувати, що запропонований спосіб оцінки вичерпання ресурсу за загальною кількістю накопичених повних циклів Total Accumulated Cycle (TAC), дозволяє порівнювати фактичний наробіток ТРДДФ в годинах і накопичене значення циклічної пошкодженості двигуна та його основних деталей (у параметрі TAC) під час попередньої експлуатації.

Ющенко К.А., Яровицин О.В., Черв'яков М.О., Фомакін О.О., Волосатов І.Р., Хрущов Г.Д., Інститут електрозварювання імені Є.О. Патона НАН України
Гусев Ю.В., Державне підприємство “Луцький ремонтний завод “Мотор”

РЕАЛІЗАЦІЯ ЗАХОДІВ З РОЗВИТКУ ПРОЦЕСУ МІКРОПЛАЗМОВОГО ПОРОШКОВОГО НАПЛАВЛЕННЯ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ ДЕТАЛЕЙ З ВАЖКОЗВАРЮВАНИХ НІКЕЛЕВИХ ЖАРОМІЦНИХ СПЛАВІВ СУЧАСНИХ АВІАЦІЙНИХ ДВИГУНІВ

Досвід тривалого використання процесу мікроплазмового порошкового наплавлення (МПН), розробленого в Інституті електрозварювання (ІЕЗ) імені Є.О. Патона НАН України, на вітчизняних підприємствах при серійному ремонті робочих лопаток газотурбінного двигуна (ГТД) зі сплавів ЖС26, ЖС32, ЖС6К показав, що він може успішно конкурувати з процесом лазерно-порошкового наплавлення, що переважно застосовується за кордоном. Процес МПН в комплексі з технологічними процесами прецизійної механічної обробки, вакуумної термічної обробки та відновлення захисних покриттів дозволяє отримувати високоякісний кінцевий продукт у вигляді відновленої деталі авіаційного ГТД з гарантованим відпрацюванням наступного міжремонтного ресурсу.

Більшість пошкоджених деталей гарячого тракту авіаційних ГТД типу РД33 та інших конструктивно містять захисні покриття та паяні з'єднання, тому на їх термічну обробку в процесі відновлювального ремонту накладаються технологічні обмеження за температурою і тривалістю. Актуальною задачею для створення відповідних ремонтних технологій є формування систем типових технологічних рішень для відновлення виробів із нікелевих жароміцних сплавів (НЖС) типу ЖС6 та ЖС32, що включає в себе кілька різновидів режимів термічної обробки: як при температурах старіння (950-1050°C), так і гомогенізації (1210-1280°C). Вирішення цієї задачі тісно пов'язано з необхідністю розробки спеціальних методик механічних випробувань зварних з'єднань “основний – наплавлений метал”, що еквівалентні випробуванням згідно з технічними умовами (ТУ) на литий НЖС.

В ІЕЗ імені Є.О. Патона НАН України розроблено методологію високотемпературних випробувань на статичний розтяг зварних з'єднань НЖС типу ЖС6 та ЖС32, що імітують відновлення кромки лопаток сучасних авіаційних ГТД в промислових умовах і базуються на застосуванні мініатюрних зразків-свідків. Зменшення зразків досягається за рахунок застосування проміжних захватів-перехідників і переходу до плоских пропорційних зразків на основі еквівалентного перетворення поверхонь стандартного циліндричного зразка з метричною різьбою, що опираються зусиллям зрізу та зминання у його захватній частині. Відпрацьовано 2 типорозміри плоских мініатюрних зразків з площею поперечного перерізу їх робочої ділянки 6-12 мм², сформовано рекомендації щодо граничних розмірів відповідних вихідних заготовок зварних з'єднань “основний-наплавлений метал”. Це дозволило на сервогідравлічній машині МТС-810 провести значний обсяг механічних випробувань за оцінкою короточасних механічних властивостей зварних з'єднань з НЖС в діапазоні температур 20-1100°C і сформувати для наплавленого металу типу ЖС6 та ЖС32 систему

типових технологічних рішень з термічної обробки. Наразі проводяться роботи з відпрацювання методики випробувань зазначених зварних з'єднань на тривалу міцність згідно вимог ТУ на відповідний жароміцний сплав.

Крім раціонального вибору хімічного складу присадного матеріалу за показниками жароміцності і деформаційної здатності важливе значення має обмеження вмісту домішок кисню та азоту у відповідних присадних (наплавочних) порошках. Сформовано методологію оцінки якості порошків НЖС, призначених для МПН при $I=10-20$ А, що переважно базується на визначенні і обмеженні середньовагового вмісту домішок ($[O] \leq 0,025$ ваг.%, $[N] \leq 0,005$ ваг.% для порошків типу ЖС6 та ЖС32), а також на аналізі градієнтів концентрації цих домішок у приповерхневих шарах дисперсних часток. Це дозволяє на основі вивчення проби вагою до 10 г здійснювати у виробничих умовах як вхідний контроль партій присадних порошків НЖС вітчизняного виробництва, так і обирати іноземні наплавочні матеріали.

На основі досвіду багаторічного використання процесу МПН ІЕЗ імені Є.О. Патона НАН України та “Дослідного заводу зварювального устаткування імені Є.О. Патона” (торгова марка “Патон”) розроблено і виготовлено нове покоління спеціалізованого вітчизняного обладнання для МПН – установка МСТ-50 для відновлення експлуатаційних пошкоджень крайок деталей з важкозварюваних НЖС одно- або багат шаровим наплавленням. Її технологічні випробування засвідчили, що за сукупністю своїх технічних характеристик і технологічних можливостей вона не тільки не поступається відомим у вітчизняній промисловості аналогам західного виробництва, але у ряді випадків перевищує їх за ефективністю керування процесом МПН в реальному часі. МСТ-50 дозволяє забезпечити раціональний вибір технологічних газів в системі $Ar \rightarrow 90\%Ar+10\%N_2$; задавати синергетичні режими на базі бібліотеки форм імпульсного зварювального струму в діапазонах 2-75 А, 0,5-10 г/хв. та 0,2-30 Гц. Оцінка технологічних можливостей нового обладнання показала, що вона може використовуватися як для мікронаплавлень при відновленні реборд небандажованих лопаток авіаційних ГТД, яке у західних країнах реалізується лазерно-порошковим наплавленням, так і для багат шарового наплавлення об'ємом до 10-20 см³ при відновленні ущільнюючих елементів секторів соплових лопаток. Наразі проводяться роботи зі створення системи моніторингу і аналізу режимів МПН з позиції визначення кількості тепловкладень у виріб, що в перспективі дозволить підприємствам-споживачам у межах відпрацьованих технологічних рішень підтримувати на високому рівні стабільність якості відновлювального ремонту типових експлуатаційних дефектів.

