

DOI 10.33099/2618-1614-2025-30-3-19-26

УДК 355.76:629.7

І. Є. Сафонов,*доктор філософії,**Національний університет оборони України,***І. П. Коровін,***кандидат технічних наук, доцент,**Національний університет оборони України*

Підхід до вдосконалення системи впровадження досвіду технічної експлуатації повітряних суден державної авіації України та створення надійної системи підтримання їхньої льотної придатності за стандартами НАТО

У статті приділено увагу порядку організації процесу технічної експлуатації повітряних суден державної авіації України та окремим елементам роботи керівного інженерно-технічного складу в умовах ведення російсько-української війни. Проведено аналіз трьох взаємопов'язаних систем: системи технічної експлуатації, системи впровадження досвіду експлуатації та системи підтримання льотної придатності повітряних суден державної авіації України. Автори статті, спираючись на досвід, одержаний під час організації процесів технічної експлуатації повітряних суден в Україні, пропонують підхід до вдосконалення системи впровадження досвіду технічної експлуатації повітряних суден державної авіації України та приведення до єдиного стандарту процес підтримання їхньої льотної придатності на основі автоматизованої системи управління інженерно-авіаційного забезпечення, що дасть змогу покращити спільну роботу й налагодити взаємодію між суб'єктами державної авіації України.

Ключові слова: авіаційна техніка, повітряне судно, льотна придатність, експлуатація, досвід, НАТО.

© І. Є. Сафонов, І. П. Коровін, 2025

Одним з основних завдань воєнної політики нашої держави в умовах відбиття повномасштабної агресії Російської Федерації є досягнення оперативної та технічної сумісності з об'єднаними збройними силами НАТО, запровадження прийнятих у них процедур (стандартів) щодо діяльності і розподілу функцій та основних завдань між органами військового управління різних рівнів.

В умовах сьогодення Збройні Сили України активно інтегруються в міжнародні військові, оборонні структури та проекти, зокрема в рамках НАТО, а реорганізація сил оборони, сумісних зі збройними силами НАТО, є практичною складовою участі Міністерства оборони України в процесі євроатлантичної інтеграції України.

Тривалий час в Україні відбувається адаптація існуючої бази нормативних документів до європейських військових вимог з льотної придатності (ЛП). Міжнародна система підтримання льотної придатності, по суті, є складною системою зв'язку між усіма організаціями, відповідальними за проектування, виробництво, регулювання, експлуатацію та технічне обслуговування кожного типу повітряного судна (ПС). Щоб забезпечити максимальну надійність системи, необхідно мати актуальну інформацію та безперервний контроль системи на всіх рівнях. Але це важко зробити без єдиної автоматизованої системи управління.

Динамічний характер процесів, що відбуваються під час експлуатації ПС державної авіації України, характеризується регуляторними змінами та вимагає гнучких підходів. Цифровізація таких процесів дає можливість удосконалювати систему прогнозного обслуговування, діагностувати технічний стан та створювати інтелектуальні системи моніторингу стану ПС. Такі напрями розвитку технологій забезпечують підтримання надійності, скорочення часу простою та підвищення безпеки експлуатації авіаційної техніки (АТ) [1]. Але попри існуючі переваги вдосконалення наявних систем та їх цифровізація відбуваються в нашій країні уповільненими темпами.

Певну проблему також створює відсутність автоматизації процесів узагальнення та впровадження досвіду технічної експлуатації ПС державної авіації України, що не дає змоги повною мірою реалізовувати стандарти і процедури НАТО.

Разом з тим досвід застосування авіації в російсько-українській війні свідчить про необхідність трансформації мережі управління та системи технічної експлуатації АТ [2]. Це пов'язано також із необхідністю імплементації іноземних авіаційних платформ в існуючу систему технічної експлуатації ПС державної авіації радянських зразків. Тож в умовах сьогодення існує необхідність у створенні вдосконаленої системи впровадження досвіду технічної експлуатації ПС державної

авіації України та надійної системи підтримання їхньої ЛП на основі автоматизованої системи управління інженерно-авіаційного забезпечення.

Аналіз публікацій. Відсутність єдиної бази даних та якісної технічної підтримки експлуатуючих організацій, неможливість своєчасного отримання інформації про будь-які зміни в нормативно-правовій базі, особливо для АТ іноземного виробництва, відсутність навчання на інцидентах та недосконалість системи отримання даних про ризики, існування бар'єрів на шляху навчання на помилках інших, вимагають удосконалення існуючої системи впровадження досвіду технічної експлуатації ПС та системи підтримання ЛП ПС державної авіації України, до яких належить і військова авіаційна техніка (ВАТ).

Головним трендом сучасних змін в організації процесів регулювання діяльності в галузі державної авіації України є наближення її параметрів до рівня найрозвиненіших у військовому плані країн Північноатлантичного альянсу. Із цією метою авторами був проведений аналіз публікацій за відповідними напрямками.

Вимоги ІКАО для міжнародної системи підтримання ЛП та пропозиції щодо покращення процесу підтримання льотної придатності всіх повітряних суден, що входять до сфери застосування Базового регламенту, наведені у [3].

Довідники НАТО [4, 5] допомагають зрозуміти, яким чином можна ефективно впроваджувати процеси НАТО Lessons Learned, навчатися на досвіді і сприяти трансформації Альянсу. Зазначено важливість командної гілки НАТО (штабних офіцерів, лідерів та аналітиків) у впровадженні набутого досвіду. У довідниках також наголошується, що в НАТО засвоєний досвід є важливою складовою надійності, спроможності та адаптації у веденні бойових дій, дає можливість знижувати ризики, підвищувати оперативну ефективність.

Ураховуючи необхідність імплементації іноземних зразків АТ в існуючу систему льотної придатності ПС державної авіації України, у статті [2] запропоновані напрями подальшого розвитку АТ Збройних Сил України з урахуванням очікуваної технологічної та матеріально-технічної допомоги від країн-партнерів.

Отже, автори пропонують підхід до вдосконалення системи впровадження досвіду технічної експлуатації ПС державної авіації України, заснований на принципах НАТО Lessons Learned, і створення єдиної системи підтримання їхньої ЛП на основі автоматизованої системи управління інженерно-авіаційного забезпечення, що дасть змогу коригувати організаційні внутрішні та зовнішні процеси, вдосконалити систему накопичення і поширення технічної інформації, досягти узгодженості в питаннях підтримання ЛП ПС державної авіації України.

Метою статті є вироблення підходу до вдосконалення системи впровадження досвіду технічної експлуатації ПС державної авіації України та створення надійної системи підтримання їхньої ЛП на основі автоматизованої системи управління інженерно-авіаційного забезпечення.

Виклад основного матеріалу

У сучасних умовах застосування авіації ефективність і безпека експлуатації ПС забезпечуються інтеграцією трьох взаємопов'язаних систем:

- системи технічної експлуатації ПС;
- системи впровадження досвіду експлуатації ПС;
- системи підтримання льотної придатності ПС.

Система впровадження досвіду експлуатації та система підтримання льотної придатності ПС відіграють роль взаємодоповнюючих компонентів, які забезпечують адаптивність системи технічної експлуатації ПС до реальних умов застосування та відповідність вимогам безпеки польотів. Завдяки їхній інтеграції технічна експлуатація ПС набуває властивостей гнучкої, динамічної системи, здатної до постійного вдосконалення та оперативного реагування на ризики, особливо під час інтенсивної експлуатації АТ в бойових умовах.

Проведімо аналіз згаданих вище систем та розглянемо можливість удосконалення системи впровадження досвіду експлуатації ПС державної авіації України та системи підтримання їхньої льотної придатності з використанням процесів НАТО Lessons Learned.

Система технічної експлуатації ПС державної авіації України

В умовах ведення активних бойових дій з відбиття повномасштабної збройної агресії Російської Федерації, особливо за кількісної та якісної переваги противника в АТ, керівним інженерно-технічним складом (ІТС) здійснюється пошук шляхів продовження життєвого циклу ВАТ поза граничними межами ресурсних показників, установлених розробниками. Система індивідуального продовження встановлених показників ВАТ іноземної розробки та виробництва, нормативно врегульована в Україні, дала змогу підтримати справність бойового складу військової авіації та привела до того, що зараз строки служби основних типів ПС Збройних Сил України практично вдвічі перевищують значення, первинно встановлені розробником [6].

Упродовж трьох років інтенсивної експлуатації ВАТ в умовах ведення російсько-української війни основними напрямками забезпечення заданого рівня справності (працездатності) та боєготовності парку ПС державної авіації України залишаються індивідуальне продовження встановлених ресурсних показників, виконання капітально-відновлювальних ремонтів,

переведення АТ, силових установок, обладнання та озброєння на експлуатацію за технічним станом, відновлення пошкодженої АТ. Це дає змогу забезпечити відповідність її бойових можливостей вимогам сучасної війни за обмежених матеріальних ресурсів (запасних частин та агрегатів тощо). Організація переведення на експлуатацію за технічним станом ПС, за якими не здійснюється авторський нагляд, визначається [7] і стандартами [8–10]. Але для переведення їх на експлуатацію за технічним станом необхідно вирішувати завдання науково-технічного характеру, впроваджувати сучасні апаратні засоби, методи і програмно-алгоритмічне забезпечення параметричного контролю й діагностування АТ, технології застосування методів неруйнівного контролю елементів (агрегатів), тобто необхідне поступове впровадження цифровізації для вдосконалення наявних систем і створення автоматизованих систем для їхнього контролю.

Особливістю експлуатації ВАТ є те, що вона додатково регламентується відповідними керівними документами, які діють під час особливого періоду. Технічна експлуатація ВАТ здійснюється відповідно до нормативно-технічної та експлуатаційної документації на тип ПС із особливостями, визначеними чинними настановами, та з обов'язковим контролем її технічного стану за результатами аналізу матеріалів бортових засобів об'єктивного контролю, виконання цільових оглядів і перевірок, інших робіт з технічного обслуговування ПС [6].

Аналіз експлуатації ВАТ під час ведення бойових дій свідчить про непоодинокі випадки пошкоджень різноманітних силових елементів планера літаків та лопатей несучого гвинта вертольотів унаслідок влучань засобів ураження, причому місце розташування пошкоджень, а також їхня форма та розміри мають випадковий характер, а це, у свою чергу, ускладнює визначення фактичного технічного стану відповідних елементів конструкції ПС. Рішення щодо можливості подальшої експлуатації літака чи вертольота в кожному конкретному випадку приймається керівним ПС після проведення відповідного комплексу досліджень [11]. Усі випадки експлуатаційних (бойових) пошкоджень ПС обліковуються в інженерно-авіаційній службі, але дотепер не існує загальної бази даних з такими випадками, що створює певні труднощі в поширенні цінного досвіду в підрозділах інженерно-авіаційної служби.

Система підтримання льотної придатності ПС

Державна політика та контроль за підтриманням ЛП ПС і, відповідно, сертифікація ПС, яка є однією з ключових складових системи підтримання ЛП, будується на базі національного повітряного законодавства з урахуванням вимог провідних міжнародних та європейських організацій цивільної авіації (Міжнародної організації цивільної авіації (ICAO), Європей-

ського Агентства з безпеки авіації (EASA) тощо) та відповідних військових організацій (Форуму військових органів з ЛП (Military Airworthiness Authorities Forum), Європейського оборонного агентства (European Defense Agency).

Згідно з політикою ЛП НАТО (NAwP) передбачене створення надійної системи підтримання ЛП у рамках Альянсу, заснованої на принципах економії зусиль, співпраці та взаємодії. Усі авіаційні вироби, компоненти та обладнання, що надаються від імені НАТО, мають бути:

- сертифіковані визнаним НАТО органом з питань ЛП;
- правильно контрольовані (затверджені положення про постійну (продовжену) ЛП).

Згідно з Базовим нормативно-правовим документом Форум МАВА розробляє гармонізовані Європейські військові вимоги з ЛП (EMARs) для [12]:

- сертифікації військових ПС, пов'язаних з ними виробів, компонентів та обладнання, а також організацій розробника та виробника (EMAR 21);
- організацій з технічного обслуговування (EMAR 145);
- затвердження (ліцензування) персоналу з технічного обслуговування військових ПС (EMAR 66);
- навчальних організацій з підготовки до технічного обслуговування військових ПС (EMAR 147);
- військових організацій з управління підтриманням ЛП (EMAR M).

В Україні поступово запроваджуються євроатлантичні технології та процедури. Уже внесені необхідні зміни до законодавчих і нормативних документів щодо збільшення повноважень Міністерства оборони України в процесах регулювання діяльності державної авіації.

Усі нормативні документи публікуються на офіційному сайті Міністерства оборони України. Головне управління державної авіації України (ГУДАУ) Міністерства оборони України здійснює реалізацію повноважень Міністерства оборони України як центральний орган виконавчої влади в галузі державної авіації з питань регулювання діяльності державної авіації та дотримується нормативно-правової бази щодо ЛП, здійснює її аудит і забезпечує відповідний нагляд за ПС. До обов'язків ГУДАУ належать видання, продовження дії, зміна, призупинення або анулювання сертифікатів, свідоцтв, дозволів, а також нагляд за підтриманням ЛП [13].

Підтримання льотної придатності має комплексний, різнобічний характер і вимагає об'єднання зусиль органів управління державної авіації, промисловості, науково-дослідних та науково-випробувальних установ, експлуатантів ПС та підрозділів і служб забезпечення [14]. Проте неможливо створити надійну систему

підтримання льотної придатності, якщо відсутня єдина автоматизована система управління з відповідними робочими місцями в усіх ланках суб'єктів авіаційної діяльності (суб'єктів державної авіації).

Системи впровадження досвіду експлуатації ПС

Серед основних завдань інженерно-авіаційної служби (ІАС), зазначених у [15], є проведення комплексу заходів зі збирання, обробки, аналізу інформації щодо несправностей АТ і використання автоматизованих систем збирання та обробки інформації. Облік несправностей АТ здійснюють у підрозділах, частинах та органах військового управління, але за наявності таких завдань на робочих місцях керівного ІТС відсутні автоматизовані робочі місця з відповідними системами збирання та обробки інформації.

Порядок обліку відмов (пошкоджень) та аналізу передумов до авіаційних подій (інцидентів) через відмови АТ і помилки особового складу під час її експлуатації визначається в [14], де також визначено, що за організацію збирання, обліку та подання своєчасної, повної та достовірної інформації про несправності АТ відповідає заступник командира частини з інженерно-авіаційної служби – начальник інженерно-авіаційної служби, проте на його робочому місці відсутня будь-яка автоматизована система управління, що, у свою чергу, безпосередньо впливає на якість виконання покладених на нього завдань.

Важливим завданням ІАС під час організації процесів інженерно-авіаційного забезпечення також є контроль рівня надійності АТ. Натепер в Україні під час нормування та оцінювання надійності виробів АТ разом із державними стандартами України серії ДСТУ застосовують міжнародні стандарти НАТО [16, 17], а також військові стандарти [8–10]. Крім цього, з метою адаптації існуючої системи технічної експлуатації АТ державної авіації до міжнародних вимог і стандартів НАТО в Україні використовують низку основних стандартів [18–20], які визначають порядок організації виконання та зміст конкретних видів діяльності на типових стадіях життєвого циклу озброєння та військової техніки, функції (взаємовідносини) основних виконавців та учасників робіт, фази (етапи) робіт та їхній зміст.

Відпрацювання донесень про результати аналізу надійності АТ здійснюється відповідно до [15]. Інформація про несправності АТ державної авіації, що надається експлуатантами до Державного науково-дослідного інституту авіації (ДНДІА), Державного науково-дослідного інституту випробувань та сертифікацій озброєння та військової техніки (ДНДІ ВСОВТ) та/або організацій з технічного обслуговування і ремонту, є основним джерелом відомостей, що забезпечують оцінювання показників надійності ПС державної авіації України та відпрацювання на їхній підставі

заходів з підтримання експлуатаційних характеристик АТ та безпечної її експлуатації.

ДНДІА за результатами обробки даних карток обліку несправностей (КОН) і донесень проводить аналіз надійності АТ та опрацьовує (двічі на рік) випуск «Аналіз надійності АТ. Прогноз технічного стану та заходи з підвищення надійності АТ» та рекомендації з підтримання надійності ПС державної авіації України. У ДНДІ ВСОВТ за результатами обробки даних КОН і донесень проводиться аналіз безпеки польотів і відпрацьовується випуск «Експлуатаційна надійність АТ і безпека польотів» та рекомендації щодо забезпечення належного рівня безпеки польотів ПС державної авіації України. Періодичність видання випуску – не менше одного разу на рік [15]. Проте за результатами досвіду технічної експлуатації ВАТ, через необхідність заповнення КОН у трьох примірниках після кожної відмови, часу на їх оформлення недостатньо, особливо під час ведення інтенсивних бойових дій. Крім того, за результатами аналізу виявлених несправностей АТ посадові особи ІТС зобов'язані вивчити характер і причини несправностей, методику їх виявлення, усунення та запобігання, а також провести додаткові роботи щодо запобігання несправностям АТ з урахуванням умов її експлуатації, зберігання та ремонту.

Слід зауважити, що велика кількість відмов та несправностей усувається негайно під час проведення різних видів підготовок АТ і не обліковується встановленим порядком, що надалі призводить до великих похибок у статистичних даних.

Разом з тим, основні труднощі під час досліджень питань оцінювання надійності ПС державної авіації України виникають через обмеженість і невпорядкованість статистичної інформації про процес експлуатації об'єктів. Важко також одержати вірогідні характеристики під час реальної експлуатації АТ у зв'язку з неможливістю своєчасного виявлення прихованих відмов (наприклад під час польоту) [6].

Дані реальної експлуатації ВАТ зазвичай є неповними або недостатньо точними, що пов'язано з організаційними труднощами збирання та обробки відомостей, трудомісткістю досліджень, недостатньою чутливістю й точністю апаратури, яка викликає хибні відмови, не завжди високою кваліфікацією виконавців. Тому автори вважають, що необхідно змінювати існуючу систему обліку, збирання й аналізу відмов ВАТ, адже система недосконала, а статистика неправдоподібна.

Крім організації та контролю проведення ІТС устаткованого обліку і звітності, керівний ІТС повинен організувати вивчення досвіду інженерно-авіаційного забезпечення авіації під час бойових дій, узагальнювати і поширювати передовий досвід експлуатації АТ, що визначено їхніми обов'язками у [14]. Проте

виконання таких заходів ускладнюється через відсутність загальної автоматизованої системи управління інженерно-авіаційного забезпечення.

Водночас набутий досвід залишається лише в межах експлуатуючої організації та не вноситься до єдиної бази даних, на відміну від системи узагальнення досвіду країн – членів НАТО.

В останній редакції довідника [5] представлений загальний підхід до впровадження Lessons Learned у країнах – членах НАТО, порівняно з попередніми редакціями змінені етапи першої фази (наприклад перед Observation внесений Plan), наведені вказівки щодо застосування скороченого процесу НАТО Lessons Learned під час операцій або навчань, проте для узагальнення досвіду експлуатації АТ в Україні можливо застосувати базову модель, представлену в [4]. Елементи системи впровадження Lessons Learned в НАТО представлено на *рисунку 1*.

У НАТО процес впровадження досвіду (Lessons Learned) є важливим компонентом оперативної доктрини, спрямованої на постійне вдосконалення та розвиток. Спільне використання процесу навчання на основі одержаного досвіду покращує обмін інформацією між членами Альянсу та партнерами. Уроки, одержані з певних видів діяльності НАТО, фіксуються та піддаються процедурі ідентифікації, коригування та впровадження, що, у свою чергу, веде до підвищення ефективності, результативності та обміну передовим досвідом між членами НАТО і партнерами. Набуті

уроки спрямовані на те, щоб проблеми більше ніколи не повторювалися, а передовий досвід поширювався.

Упровадження процесу Lessons Learned у державній авіації України є критично необхідним для систематизації досвіду експлуатації ВАТ, оскільки це дасть змогу ефективно аналізувати, документувати і впроваджувати коригувальні заходи щодо підтримання надійності АТ на основі реальних даних про відмови, пошкодження та результати технічного обслуговування.

З урахуванням проведеного вище аналізу взаємопов'язаних систем можна зауважити їхню недосконалисть, зокрема основні недоліки:

- відсутня загальна база даних з експлуатаційними (бойовими) пошкодженнями ПС, що унеможлиблює поширення цінного досвіду в підрозділах інженерно-авіаційної служби;
- відсутня єдина автоматизована система управління з відповідними робочими місцями в усіх ланках суб'єктів авіаційної діяльності (суб'єктів державної авіації), що спричиняє труднощі на шляху створення надійної системи підтримання льотної придатності та системи обліку, збирання та обробки інформації.

Основним шляхом удосконалення розглянутих систем є створення автоматизованої системи управління інженерно-авіаційного забезпечення.

Ураховуючи організаційні процеси, що відбуваються в експлуатуючих організаціях (за наявності комп'ютерної техніки з навченим персоналом і доступом до бази даних), можна представити вдосконалену

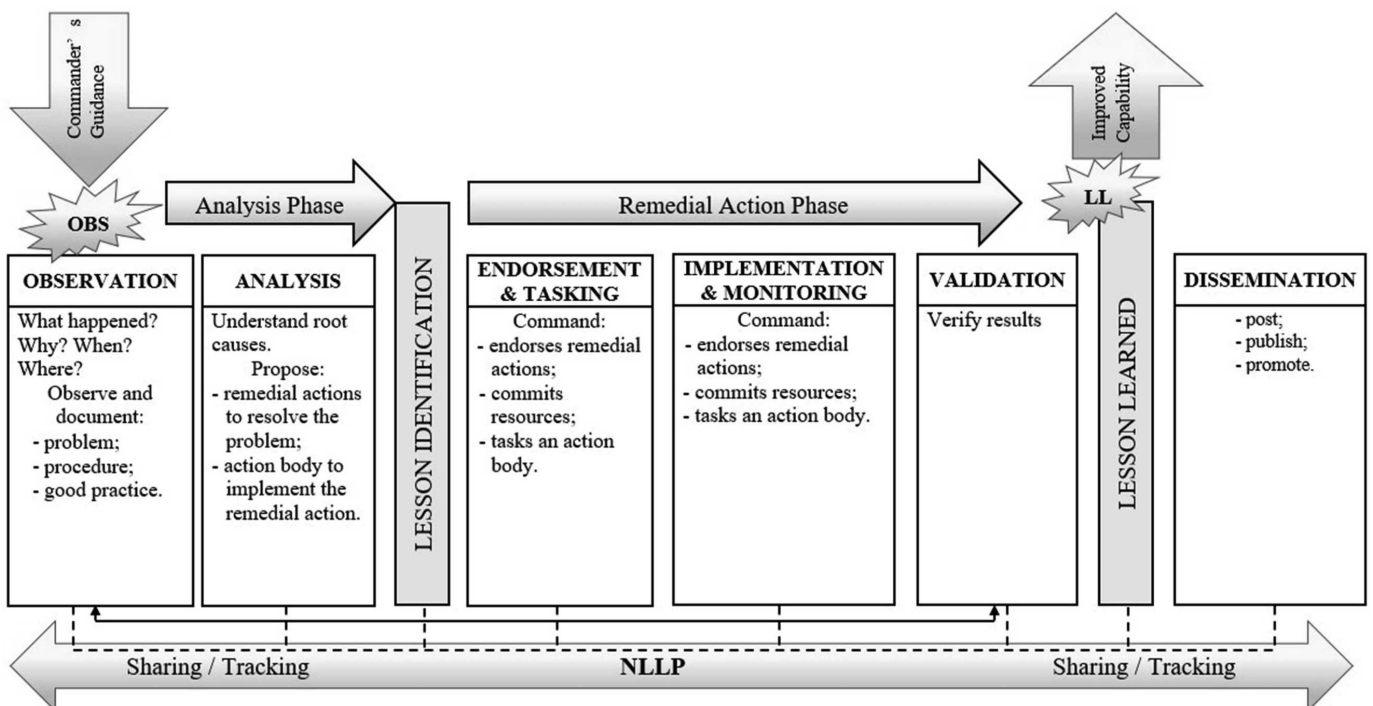


Рис. 1. Процес впровадження Lessons Learned у НАТО [4]

систему впровадження досвіду технічної експлуатації ПС державної авіації України та систему підтримання їхньої ЛП на основі автоматизованої системи управління інженерно-авіаційного забезпечення (єдиної бази даних) (рис. 2).

Обробка інформації, аналіз, формування команд управління мають бути об'єднані в єдиній автоматизованій системі управління інженерно-авіаційного забезпечення. Приймають рішення та видають команди відповідальні посадові особи ІАС на відповідних рівнях.

Удосконалена система впровадження досвіду технічної експлуатації ПС державної авіації України та система підтримання їхньої ЛП на основі автоматизованої системи управління інженерно-авіаційного забезпечення дасть можливість:

- підвищити ефективність підтримання ЛП старіючого парку ПС державної авіації України;
- упроваджувати ефективні плани технічного обслуговування на основі рекомендацій і нормативних вимог;

- налагодити регулярний обмін інформацією та систему звітування;

- підвищити ефективність системи передачі інформації про несправності та дефекти від експлуатуючих організацій;

- забезпечити структурований підхід до аналізу і прогнозування впливу різних стратегій технічного обслуговування та умов експлуатації;

- налагодити систему управління документообігом, а імплементація нових технологій та підходів в галузі державної авіації України дасть змогу досягти повної сумісності з авіацією країн-партнерів.

Подальша експлуатація авіаційного парку Збройних Сил України можлива за умови інтеграції та адаптації АТ країн – членів НАТО в існуючу систему технічної експлуатації АТ державної авіації, прогнозування граничних ресурсних показників старіючої АТ, упровадження сучасних систем передачі даних, засобів навігації тощо [2].

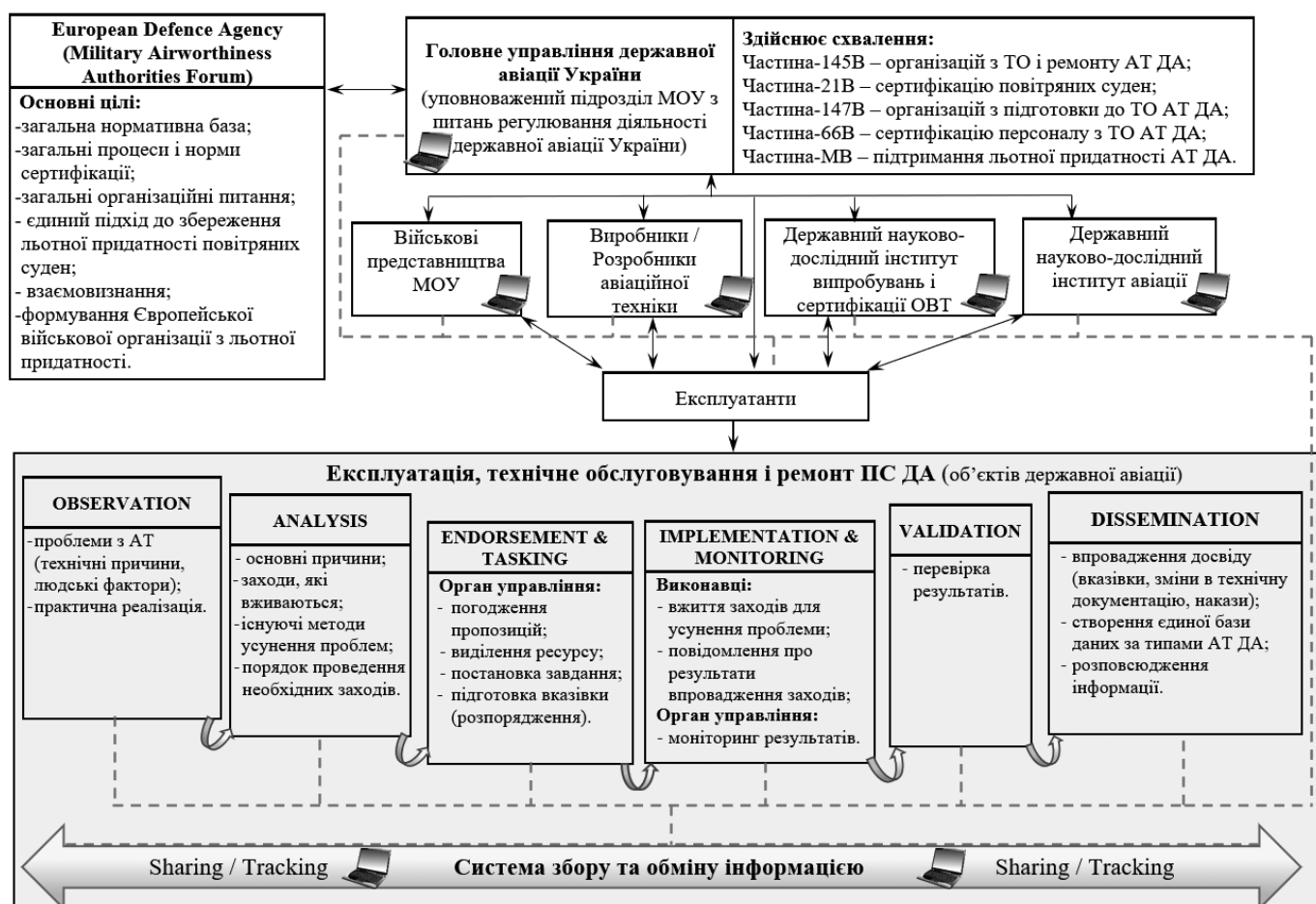


Рис. 2. Удосконалена система впровадження досвіду технічної експлуатації ПС державної авіації України та система підтримання їхньої ЛП на основі автоматизованої системи управління інженерно-авіаційного забезпечення

Висновки

Таким чином, автори статті запропонували підхід до вдосконалення системи впровадження досвіду технічної експлуатації ПС державної авіації України та створення надійної системи підтримання їхньої льотної придатності на основі автоматизованої системи управління інженерно-авіаційного забезпечення.

За результатами аналізу роботи керівного інженерно-технічного складу і покладених на нього завдань визначено, що робота проводиться за умов відсутності автоматизованих робочих місць у всіх ланках суб'єктів авіаційної діяльності (державної авіації), що не дає змоги повною мірою застосовувати стандарти НАТО, а також застосувати Lessons Learned в Україні.

Автори сподіваються, що автоматизована система управління інженерно-авіаційного забезпечення дасть можливість проводити моніторинг відповідності та аналіз надійності, налагодити систему звітності, управління запасами та управління безпекою технічної експлуатації ПС державної авіації України, а впровадження Lessons Learned уможливить приведення до єдиного стандарту процес підтримання ЛП ПС державної авіації України, підвищення ефективності процесу їхньої технічної експлуатації, що, у свою чергу, дасть змогу налагодити взаємодію між органами військового управління та експлуатуючими організаціями, які працюють у сфері державної авіації України.

Створення єдиної бази для збирання необхідної технічної інформації та впровадження набутого досвіду експлуатації ВАТ дасть змогу створити повноцінну систему технічної експлуатації ПС державної авіації України та наблизити перспективу набуття взаємної сумісності з аналогічними системами країн – членів НАТО.

У майбутніх роботах має бути досліджений вплив передових технологій на операції технічного обслуговування і ремонту АТ та управління ключовими показниками ефективності. Особливий інтерес становитиме дослідження того, як ці технології можна використувати для покращення прогнозованого технічного обслуговування й ефективності роботи інженерно-авіаційної служби. Очікується, що ця робота стане початковим орієнтиром для дослідників, які хочуть підійти до вдосконалення системи управління інженерно-авіаційною службою.

Перелік літератури

1. *Agustian E. S. Artificial Intelligence Application on Aircraft Maintenance: A Systematic Literature Review* [Електронний ресурс] / E. S. Agustian, Z. A. Pratama // *EAI Endorsed Transactions on Internet of Things*. – 2024. – Vol. 10. – 7 p. – Режим доступу : <https://doi.org/10.4108/eetiot.6938>.

2. *Шостак В. Г. Методологічні аспекти технічного оновлення авіації Збройних Сил України* [Електронний ресурс] / В. Г. Шостак, С. В. Пащенко // *Збірник наукових праць ДНДІА*. – 2023. – Вип. 19 (26). – С. 7–14. – Режим доступу : <https://doi.org/10.54858/dndia.2023-19-1>.

3. *Instructions for continued airworthiness* [Електронний ресурс] : *Notice of Proposed Amendment 2018-01* / *European Aviation Safety Agency* // *EASA*. – Режим доступу : <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/notices-of-proposed-amendment/npa-2018-01>.

4. *The NATO Lessons Learned Handbook* [Електронний ресурс] / *Joint Analysis and Lessons Learned Centre*. – 2nd Edition. – [Lisboa, Portugal] : [JALLC], 2011. – 70 p. – Режим доступу : <https://www.nshq.nato.int/Library/DownloadFile/eb45efb2-5056-8b63-efb9-a6e1e88628e1>.

5. *The NATO Lessons Learned Handbook* [Електронний ресурс] / *Joint Analysis and Lessons Learned Centre*. – 4th Edition. – [Lisboa, Portugal] : [JALLC], 2022. – 59 p. – Режим доступу : https://www.jallc.nato.int/download_file/view/1616/466.

6. *Організація експлуатації військової авіаційної техніки* : підручник / [О. В. Радько, Б. Й. Семон, О. В. Барабаш та ін.]. – К. : НУОУ, 2023. – 256 с.

7. *Порядок експлуатації за технічним станом виробів авіаційної техніки державної авіації, за якими розробник (виробник) не виконує своїх обов'язків із супроводження експлуатації та підтримання льотної придатності* [Електронний ресурс] : затверджений наказом Міністерства оборони України від 19 грудня 2014 р. № 904 // *Верховна Рада України. Законодавство України*. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0010-15#Text>.

8. *Інженерно-авіаційне забезпечення. Порядок переведення виробів військової авіаційної техніки на експлуатацію за технічним станом. Основні положення* : ВСТ 01.204.002 – 2020 (02). – Чинний від 01.12.2020. – К. : [б.в.], 2020. – 15 с.

9. *Інженерно-авіаційне забезпечення. Аналіз надійності військової авіаційної техніки. Терміни та визначення* : ВСТ 01.204.005 – 2018 (01). – Чинний від 05.12.2018. – К., 2018. – 14 с.

10. *Інженерно-авіаційне забезпечення. Порядок удосконалення технічного експлуатування виробів військової авіаційної техніки. Основні положення* : ВСТ 406.002:2025(01). – Чинний від 01.05.2025. – К. : [б.в.], 2025. – 25 с.

11. *Вплив бойових уражень на технічний стан силових конструкцій літальних апаратів Збройних Сил України* [Електронний ресурс] / С. В. Пащенко, Б. С. Карпінос, О. М. Добриденко, П. П. Ковель // *Збірник наукових праць ДНДІА*. – 2021. – Вип. 17 (24). – С. 133–138. – Режим доступу : <https://doi.org/10.54858/dndia.2021-17-20>.

12. *Approved MAWA Documents* [Електронний ресурс] // *European Defence Agency*. – Режим доступу : <https://eda.europa.eu/experts/airworthiness/mawa-documents>.

13. *Положення про Головне управління державної авіації України* [Електронний ресурс] : затверджене наказом Міністерства оборони України № 59 від 4 лютого 2023 р. : у редакції наказу Міністерства оборони України № 139 від 27 лютого 2024 р. // *Верховна Рада України. Законодавство України*. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0139322-24#Text>.

14. Правила інженерно-авіаційного забезпечення державної авіації України [Електронний ресурс] : затверджені наказом Міністерства оборони України № 343 від 5 липня 2016 р. // Верховна Рада України. Законодавство України. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1101-16#Text>.

15. Методичні рекомендації державної авіації щодо збору, аналізу і подання інформації про несправності авіаційної техніки (МРДА-02/16) [Електронний ресурс] : затверджені наказом начальника Управління регулювання діяльності державної авіації України № 20 від 24 березня 2016 р. // Міністерство оборони України. – Режим доступу : <https://mod.gov.ua/diyalnist/normativno-pravova-baza/16-vid-24-03-2016-n-20>

16. Guidance for Developing Dependability Requirements : NATO Standard : ADMP-01. – Edition C, version 1. –

[Effective from 5 June 2025]. – [Brussels] : NSO, 2025. – 32 p.

17. Guidance for Dependability In-service : NATO Standard : ADMP-02. – Edition C, version 1. – [Effective from 5 June 2025]. – [Brussels] : NSO, 2025. – 32 p.

18. NATO Programme Management Framework (NATO Life Cycle Model) : NATO Standard : AAP-20 – Edition C, version 1. – [Effective from 16 October 2015]. – [Brussels] : NSO, 2015. – 78 p.

19. NATO System Life Cycle Processes : NATO standard : AAP-48 – Edition C, version 1. – [Effective from 16 May 2022]. – [Brussels] : NSO, 2022. – 202 p.

20. Система розроблення і поставлення на виробництво озброєння та військової техніки. Стадії життєвого циклу озброєння та військової техніки : ДСТУ В 15.004:2022. – На заміну ДСТУ В-П 15.004:2019 ; чинний від 2023-10-01. – К., 2022. – 28 с.