

П'ятак Володимир Миколайович
Дідух Павло Олександрович

Національний університет оборони України імені Івана Черняховського, м. Київ

АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМИ ВІДНОВЛЕННЯ ПОШКОДЖЕНОЇ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

У статті розглянуто основні фактори ефективності системи відновлення пошкодженої авіаційної техніки, зокрема проблематика підвищення експлуатаційної та ремонтної технологічності авіаційної техніки.

Ключові слова: авіаційна техніка, повітряне судно, технологічність, технічне обслуговування

Постановка проблеми та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Світовий досвід сучасних локальних війн і збройних конфліктів свідчить про те, що організація системних заходів із своєчасного відновлення АТ сприяє успішному виконанню поставленого завдання у повітряному просторі під час ведення бойових дій і залежить від низки факторів, серед яких рівень ефективності відновлення пошкодженої авіаційної техніки.

Метою статті є надати систематизовані знання щодо змісту та призначення програми забезпечення надійності військової авіаційної техніки, вимог до показників безвідмовності, ремонтпридатності, збережуваності та довговічності. Сформулювати актуальність проблеми підтримання надійності авіаційної техніки протягом усього життєвого циклу.

Виклад основного матеріалу. Важлива складова частина системи технічної експлуатації авіаційної техніки – система технічного обслуговування і ремонту. Вона являє собою сукупність взаємодіючих об'єктів і засобів технічного обслуговування і ремонту, інженерно-технічного складу і відповідної програми (рис. 1).



Рисунок 1 – Структура системи технічної експлуатації

Технічне обслуговування – комплекс робіт і технічних заходів, які спрямовані на підтримку ОВТ в боєготовому стані й ефективне їх використання у процесі експлуатації [10].

Метою системи технічного обслуговування і ремонту є управління технічним станом виробів протягом їх строку служби чи ресурсу до списання, що дозволяє забезпечити: заданий рівень готовності виробів до використання за призначенням та їх працездатність у процесі експлуатації; мінімальні затрати часу, праці та засобів на виконання технічного обслуговування і ремонту виробів [11].

До числа основних завдань системи відносяться: встановлення до програми технічного обслуговування і ремонту конкретних видів техніки, що включають виконання обслуговування та ремонту виробів із заданою якістю при мінімальних затратах часу, праці та засобів; підготовка і реалізація технологічних процесів обслуговування та ремонту виробів із заданою якістю; забезпечення умов для виконання технічного обслуговування і ремонту, у тому числі створення і оснащення підрозділів необхідними засобами, підготовка необхідного числа трудових ресурсів; оптимізація розміщення виробничих баз і матеріальних ресурсів.

Ефективність системи технічного обслуговування і ремонту визначається ступенем її пристосованості до виконання функцій по управлінню надійністю і технічним станом ПС у процесі технічної експлуатації. Розглянемо поняття системи технічного обслуговування та ремонту – об'єкт.

Об'єктом технічного обслуговування (ремонту) являється виріб АТ, що потребує технічного обслуговування (ремонту) і його пристосованість до виконання цих операцій. Засоби технічного обслуговування та ремонту, що використовуються при цьому, включають комплекс наземних споруд, засобів технологічного оснащення і технічного діагностування, необхідних для підтримки справності чи працездатності об'єктів технічного обслуговування та ремонту.

У контексті зміни парадигми війни вже сформовано розуміння, що система управління циклом експлуатації АТ матиме відповідну специфіку.

Ефективність експлуатації авіаційної техніки залежить від багатьох факторів, які пов'язані з льотно-технічними та експлуатаційними характеристиками авіаційної техніки, прийнятою стратегією її технічного обслуговування і ремонту, виробничо-технічною базою авіаційних частин та підрозділів, чисельністю і кваліфікацією інженерно-технічного складу, принципами застосування авіаційної техніки в сучасних умовах.

Підтримання високої боєготовності авіаційних частин – надзвичайно багатогранна проблема, в якій питання щодо відновлення об'єктів авіаційної техніки є лише однією з складових. У свою чергу, саме відновлення авіаційної техніки, підтримання її бойових можливостей, значною мірою впливає на боєготовність авіаційних частин.

Під бойовими можливостями ПС слід розуміти максимально очікуваний результат його дії, який може бути досягнутий під час виконання визначеного бойового завдання за встановлений час у конкретних умовах обстановки.

Основними бойовими можливостями ПС є можливості щодо ураження цілей, виходу на ціль, подолання ППО противника, глибини дій, термінів виконання бойових завдань, бойового напруження і льотного ресурсу. Бойові можливості характеризують здатність ПС виконати бойове завдання в конкретній оперативно-тактичній обстановці [8].

Особливу увагу в організації процесів ефективного за часом і якістю ремонту АТ слід приділити його інформаційній складовій. Наразі збір інформації про пошкодження та відмови АТ відбувається в ручному режимі за встановленими формами та картками обліку несправностей. Для прискорення обробки даних, прогнозування можливих виходів з ладу вузлів і агрегатів та планування проведення ремонтних робіт “на випередження” необхідно звернутися до практики використання комп'ютерних технологій на базі CALS

(Continuous Acquisition and Life-Cycle Support) – системи безперервного збору інформації для підтримання експлуатаційного циклу.

Одними з основних факторів, що впливають на ефективність системи відновлення пошкодженої АТ, являються експлуатаційна та ремонтна технологічність.

Під експлуатаційною технологічністю ПС розуміють сукупність властивостей його конструкції, що характеризують пристосованість до виконання всіх видів робіт з ТО при використанні найбільш економічних технологічних процесів.

Під ремонтною технологічністю літака і комплектуючих, які входять до його складу, розуміють пристосованість їхньої конструкції до виконання всього комплексу відновлювальних робіт. Сюди входить подовження ресурсу та справного стану при відмові або досягненні стану, що передують відмові чи пошкодженню в ході бойових дій, з необхідною якістю в умовах авіаремонтного підприємства. При цьому припускається, що підвищення рівня експлуатаційної та ремонтної технологічності однозначно призводить до зниження часових, трудових і вартісних витрат на ТО при забезпеченні з високою ймовірністю якісного ТО і тим самим – до підвищення ефективності всієї системи ТО.

Експлуатаційна та ремонтна технологічність передбачає пристосованість конструкції до прогресивних стратегій і методів технічного обслуговування і ремонту (ТОіР) таких, наприклад, як стратегія ТОіР за технічним станом і метод регламентованого агрегатно-вузлового ремонту, пристосованість конструкції до виконання окремих операцій ТОіР, зокрема операцій по усуненню відмов і пошкоджень.

Експлуатаційна та ремонтна технологічність визначається рядом чинників, які враховуються при створенні ПС залежно від його призначення і умов експлуатації. Вони об'єднуються у взаємозв'язані групи:

- конструктивно-виробничі;
- експлуатаційні чинники.

Конструктивно-виробничі чинники визначають властивості самої конструкції і повинні враховуватися при створенні ПС.

Експлуатаційні ж чинники визначають середовище, в якому виявляються властивості конструкції, і повинні враховуватися як при створенні, так і при експлуатації ПС [12].

До конструктивно-виробничих відносять:

- доступність;

- контролепридатність;

- легкоз'ємність;

- взаємозамінність;

- спадковість засобів наземного обслуговування і контрольно-вимірювальної апаратури;

- уніфікація систем і агрегатів.

До експлуатаційних чинників входять:

- форми організації виконання ТОіР;

- стан виробничо-технічної бази;

- кваліфікація фахівців;

- повнота задоволення в запасних частинах і матеріалах;

- повнота і якість експлуатаційно-технічної документації.

На даному етапі життєвого циклу АТ найважливішими чинниками, що визначає ефективність системи ТЕіР, є експлуатаційні. Тільки створення системи експлуатації АТ забезпечує максимальну реалізацію функціональних можливостей, закладених у цю техніку. Створення такої системи не можливо без першорядного пріоритету до організаційного боку питання та уважного відношення до технологій, що обираються з урахуванням оцінки за критерієм “вартість – ефективність”. При цьому можливо застосування статистичних залежностей, що формалізують опис процесів експлуатації АТ.

Річний бюджет часу розподіляється по основним станам ПС на стадії життєвого циклу згідно з рівнянням експлуатації ПС:

$$8760 = W_i + P_{OP} + P_{HC} + P_{PC} \quad (1)$$

- де 8760 – річний бюджет часу, годин;
 W_i – річний наліт ПС, льотних годин;
 P_{OP} – річний простій ПС на технічному обслуговуванні і ремонті, годин;
 P_{HC} – річний простій ПС у неробочому стані, годин;
 P_{PC} – річний простій ПС у робочому стані, годин.

Основні складові (1) пов'язані з характеристиками ПС та умовами його експлуатації і можуть бути визначені відповідними залежностями, що отримані за результатами аналізу статистичних даних з експлуатації АТ.

Наявність таких залежностей дозволяє привести до виду, що буде зручним для аналізу питань експлуатації ПС різних за призначенням.

Аналіз експлуатації бойових ПС пов'язаний з використанням поняття коефіцієнту бойової готовності.

$$K_{бз} = \frac{1 - \left[\frac{P_{HC}}{8760} - \frac{P_{PC}}{8760} - \frac{T'}{PP} \right]}{\left(1 - \frac{T'}{PP} \right)} \quad (2)$$

- де T' – узагальнена величина відносної трудомісткості ТОіР ПС у людино-годинах на льотну годину;
 PP – узагальнена величина продуктивності праці установ, що обслуговують та забезпечують експлуатацію ПС, людино-годин на годину нальоту.

Досвід показує, що величина T' визначається наступними факторами:

загальний розмір ПС;

рівень надійності ПС;

експлуатаційна технологічність ПС;

вид форми експлуатації (планово-попереджувальна або експлуатація за технічним станом).

Вид форми експлуатації являє собою залежність T' як від самого ПС, так і від системи, що забезпечує експлуатацію. Реалізація експлуатації ПС за технічним станом передбачає наявність на ПС відповідних систем, що забезпечують отримання інформації про технічний стан ПС (хоча б елементарної системи зливу масла (мастила) для його спектрального аналізу наявності в ньому мікрочастинок металу через зношування конструкційних елементів двигуна).

Змінні PP , P_{HC} та P_{PC} практично повністю визначаються особливостями та можливостями “назимки”, що використовується. Величина P_{PC} пов'язана з особливостями планування та організації льотної експлуатації ПС, а значення P_{HC} та PP визначається виробничою потужністю, рівнем кваліфікації спеціалістів та особливостями робіт експлуатаційних служб і закладів (організацій). Аналіз даних про трудовитрати і час виконання робіт технічного обслуговування і ремонту одного з типів бойового ПС при визначених умовах експлуатації показує що

$$PP = 33 \text{ людино-годин/годин нальоту.}$$

Як ілюстрація основних зв'язків, що визначають у виразі (2) величину змінної T' , на рис. 2.

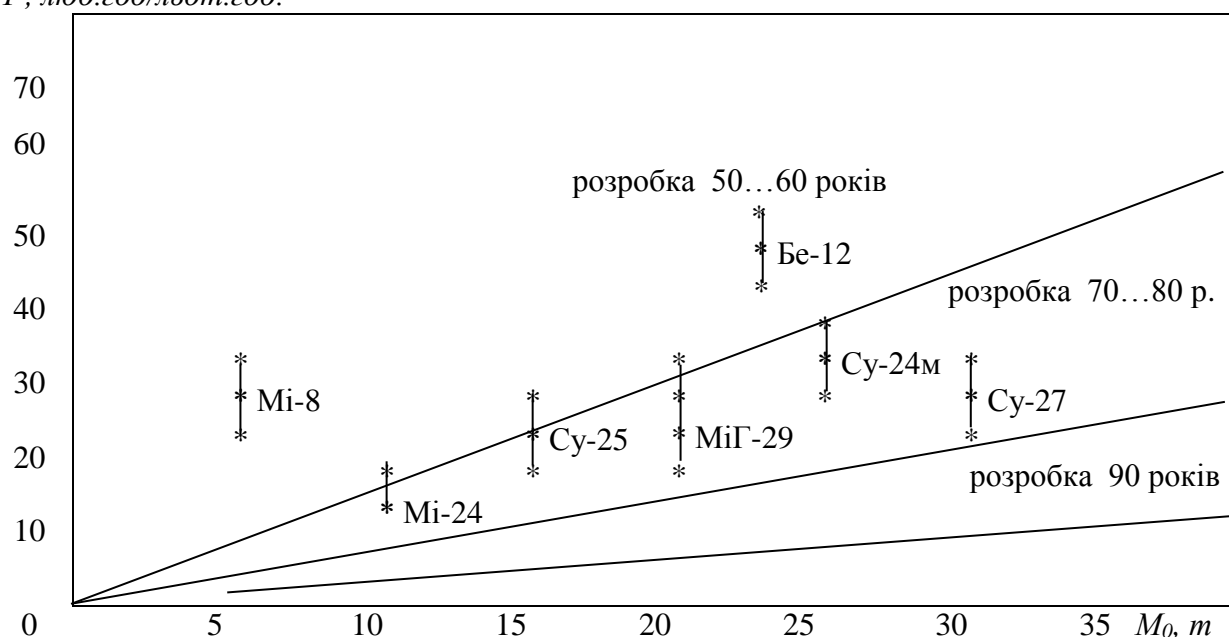
T' , люд.год/льот.год.

Рисунок 2 – Залежність узагальненої величини відносної трудомісткості ТОіР ПС від історичного періоду розробки та маси його.

Величини T' показані у залежності від нормальної злетної маси ПС (M_0) і розглядаються окремо по групах, що відносяться до різних історичних періодів досконалості – даних видів авіаційної техніки.

Загальна розмірність ПС є об'єктивно значимим параметром у визначенні T' , хоча ця залежність не є абсолютною. Навіть у рамках експлуатації одного конкретного ПС розкид значень T' дуже великий, що є проявом інших визначених вище факторів.

Головним результатом аналізу є “візуалізація” якісно зрозумілих, але кількісно важко оцінюваних, і тому мало обговорених і описаних фактів:

поява нових поколінь ПС пов'язана з удосконаленням не тільки льотно-технічних, але й експлуатаційних характеристик;

найбільш чітко зниження експлуатаційних витрат проявляється в удосконаленні бойових ПС;

при переході до ПС нових поколінь зниження питомих трудовитрат на ремонт і технічне обслуговування буде більш ніж стовідсотковим у порівнянні з рівнем бойових ПС попередніх поколінь.

Для того, щоб зробити більш наочним крайній (третій) висновок, на рис. 3 ілюструється свого роду статистична оцінка рівня експлуатації бойового ПС, що відповідає коефіцієнту бойової готовності.

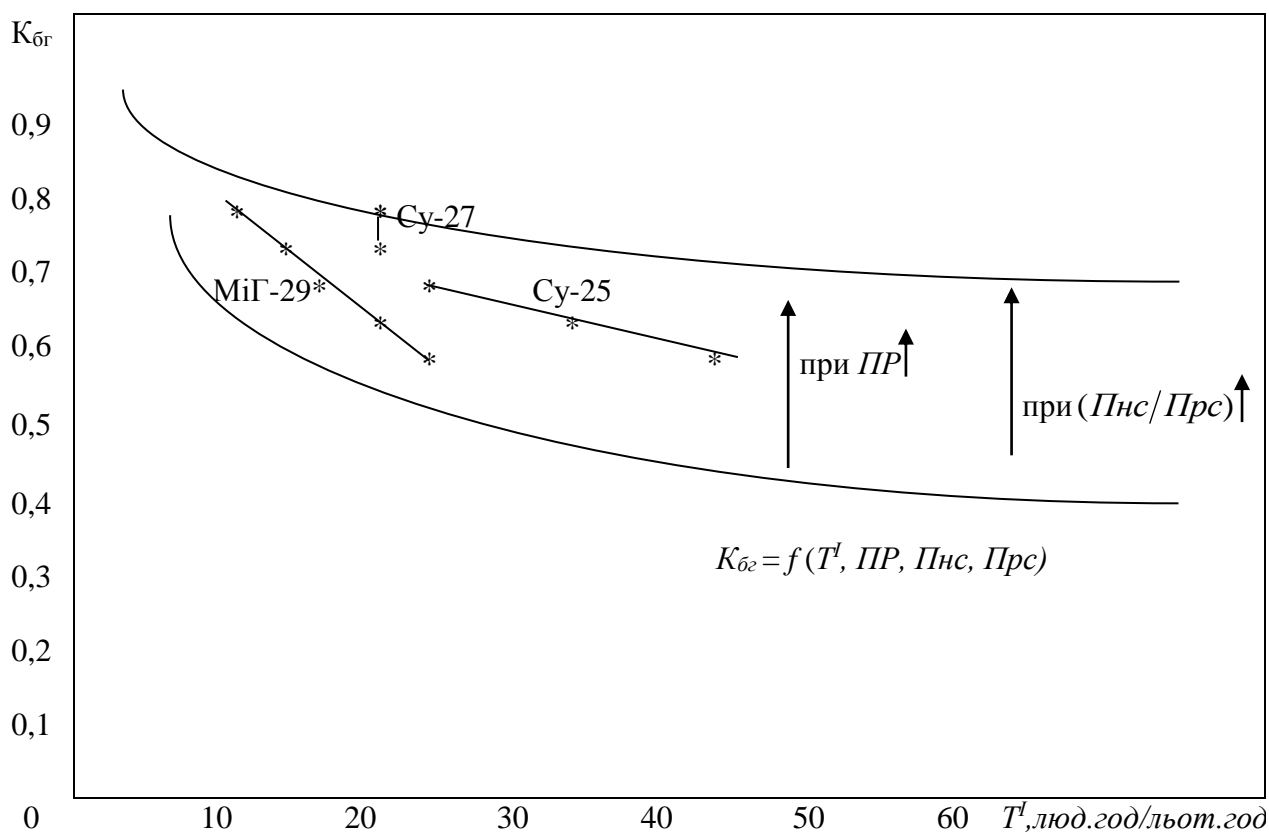


Рисунок 3 – Статистична оцінка рівня експлуатації бойового ПС, що відповідає коефіцієнту бойової готовності

Заходи щодо зниження питомих трудовитрат на ремонт та технічне обслуговування АТ приводять до зниження простоїв АТ у несправному стані та підвищено продуктивність праці (рис. 4) і підвищенню бойової готовності нових поколінь до 90%.

У сучасних умовах дуже важко не втратити контроль над процесом логістичного забезпечення бойової техніки, що знаходиться в експлуатації, тобто за придбанням, зберіганням і розподілом запасних частин, боєприпасів та інших матеріалів, що необхідні для підтримання можливостей ведення бойових дій при розосередженому базуванні військових частин авіації на декількох аеродромах.

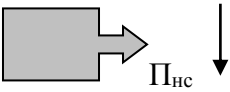
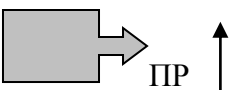
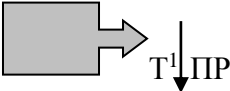
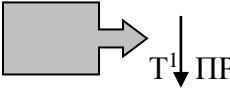
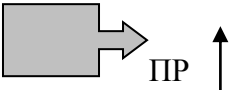
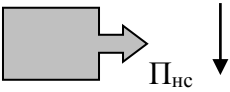
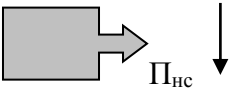
Не зменшуючи ролі і впливу на рівень експлуатаційної технологічності експлуатаційних чинників, можна сказати, що необхідні властивості конструкції ПС відносно його пристосованості до ТОіР закладаються і забезпечуються на етапах проектування і виробництва. Саме на цих етапах шляхом відповідних конструктивно-технологічних рішень забезпечуються необхідні експлуатаційні властивості ПС.

Доступність до об'єкту ТОіР – важливий чинник скорочення часу і трудових витрат при проведенні всіх планових видів ТОіР, а також визначенні місць раптових відмов, пошкоджень і їх усуненні.

Під доступністю розуміється придатність об'єкту для виконання цільових операцій по ТОіР з мінімальними об'ємами додаткових робіт, або взагалі без них.

Контролепридатність – важливий чинник проведення контролю параметрів систем і комплектуючих виробів ПС різними засобами і методами (в першу чергу – засобами технічної діагностики і неруйнівного контролю). Значення проблеми контролепридатності конструкцій ПС, визначається вимогами забезпечення їх надійної роботи.

Контролепридатність означає забезпечення пристосованості конструкції до проведення перевірок тими або іншими методами і засобами контролю.

Технології логістичної підтримки	Технологічні варіанти логістичної підтримки			Ефект технологічного розвитку логістичної підтримки
	автоматизована	інтегральна	автономна	
Автоматизована підготовка планово-розпорядницької документації				
Автоматизовані банки даних в роботі з експлуатаційною документацією				
Автоматизований контроль технічного стану				
Прогнозування технічного стану				
Віртуальне моделювання робіт з технічного обслуговування				
Об'єднано-розподілене використання інформації				
Організаційно-фінансова інтеграція ланцюгів логістичної підтримки				

80-і роки 90-і роки 2000-і роки

Рисунок 4 – Залежність бойової готовності АТ, простоїв її у несправному стані та продуктивність праці від розвитку логістичної підтримки

Легкоз'ємність означає придатність виробу до заміни з мінімальними витратами часу і праці.

Легкоз'ємність багато в чому обумовлюється:

способами, які застосовуються для кріплення виробів, що замінюються в експлуатації;

конструкцією роз'ємів;

масою і габаритними розмірами з'ємних елементів.

Взаємозамінність має велике значення для скорочення витрат праці, матеріалів і простоїв ПС при ТОіР.

Взаємозамінність комплектуючих виробів і деталей – це властивість, при якій з безлічі однойменних деталей (виробів) можна без вибору узяти будь-яку і без підгонки встановити на ПС (допускається застосування технологічних компенсаторів).

Спадкоємність засобів наземного обслуговування і контрольно-перевірочної апаратури значно впливає на організацію робочого місця і зручність роботи обслуговуючого персоналу, терміни і вартість ТОіР.

Під спадкоємністю розуміють можливість використання для обслуговування нового типу ПС вже наявних засобів загального призначення.

Чим більше число цих засобів задовольнятиме вимогам технічного обслуговування і поточного ремонту нового типу ПС, тим вище його експлуатаційна технологічність.

Уніфікація функціональних систем і виробів ПС є досить важливим чинником не тільки для підвищення його експлуатаційної технологічності, але й підвищення ефективності експлуатації парку ПС в цілому. Збільшення числа одних і тих же виробів на різнотипних ПС набагато спрощує і здешевлює ТОіР, зменшує номенклатуру запасних частин, скорочує число видів потрібної контрольно-перевірочної апаратури.

Висновки. Підсумовуючи вищевикладене, зазначимо, що ефективно виконання ТОіР, а також швидке відновлення пошкодженої авіаційної техніки, особливо під час бойових дій значною мірою залежить від експлуатаційної та ремонтної технологічності. Вони повинні і надалі вдосконалюватися на етапі проектування та виробництва літального апарату. Необхідно значну увагу в цьому аспекті приділити розробці та розвитку системи керування циклом експлуатації складових АТ. Це багатоаспектна, організаційна проблема, яка потребує глибокого дослідження та подальшого впровадження на загальному рівні. Також слід врахувати, що перспективне оновлення та зведення парку ПС різних родів авіації до певної однотипності, значно вплине на оперативне введення до строю пошкодженої АТ, що зумовлено фактором її уніфікованості.

Список використаних джерел

1. ГОСТ В 20436-88. Изделия авиационной техники. Общие требования к комплексным программам обеспечения безопасности полета, надежности, контролепригодности, эксплуатационной и ремонтной технологичности. – М., 1988. – 84 с.
2. ГОСТ В 20570-88. Изделия авиационной техники. Порядок нормирования и контроля показателей безопасности полета, надежности, контролепригодности, эксплуатационной и ремонтной технологичности. – М., 1988. – 9 с.
3. ГОСТ В 23743-88. Изделия авиационной техники. Номенклатура показателей безопасности полета, надежности, контролепригодности, эксплуатационной и ремонтной технологичности. – М., 1990. – 18 с.
4. ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення. – Київ: Держстандарт України, 1994.
5. ДСТУ 2863-94. Програма забезпечення надійності. – К.: Держстандарт України, 1994.
6. ДСТУ-П STANREC 4174:2017 (STANREC 4174 Ed:4/ADMP-01, IDT) Настанови щодо розроблення вимог до надійності озброєння та військової техніки – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2017.
7. ДСТУ-П STANREC 4174:2017 (STANREC 4174 Ed:4/ADMP-02, IDT) Настанови щодо оцінювання надійності озброєння та військової техніки в процесі експлуатації – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2017.
8. Засоби повітряного нападу країн світу: навч. посіб. / колектив авторів; за заг. ред. Б. Й. Семона. – К.: НУОУ ім. Івана Черняхівського, 2019. – 268 с.
9. Організація експлуатації військової авіаційної техніки: підруч. / [В.І. Соловійов, І.П. Коровін, С.М. Коровін та ін.]; за ред. В.І. Соловійова. – К.: НУОУ ім. Івана Черняхівського, 2016. – 195 с.
10. Основи організації експлуатації і ремонту озброєння та військової техніки: навч. посіб. заг. ред. О. Й. Мацько – К. НУОУ, 2018. – 400 с.
11. Смирнов Н. Н., Іцкович А. А. Обслуговування і ремонт авіаційної техніки за станом. – 2-е вид., перероб. і доп. – М.: Транспорт, 1987. – 272 с.
12. Технічна експлуатація літальних апаратів. Під ред. Н. Н. Смирнова. М.: Транспорт, 1990. – 423 с.