

ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ІНЖЕНЕРНО-АВІАЦІЙНИМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯМ БОЙОВИХ ДІЙ БРИГАД ТАКТИЧНОЇ АВІАЦІЇ В СТАБІЛІЗАЦІЙНІЙ ОПЕРАЦІЇ ОПЕРАТИВНОГО УГРУПОВАННЯ ВІЙСЬК (СИЛ)

У статті проведено визначення методики оцінювання ефективності управління інженерно-авіаційним забезпеченням бойових дій військових частин авіації, яка включає в себе здійснення комплексної оцінки ефективності управління інженерно-авіаційною службою військових частин авіації. Це дозволяє проводити порівняння результатів управління інженерно-авіаційною службою за всією сукупністю обраних показників.

Ключові слова: інженерно-авіаційне забезпечення, ефективність управління, показники ефективності, оцінювання ефективності.

Постановка проблеми та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. На сучасному етапі розвитку Збройних Сил України, коли їх спроможності визначаються не стільки чисельністю військ (сил), а передусім досконалістю їх організації, навченістю, мобільністю, високим рівнем організації управління та технічним оснащенням, є актуальною проблема створення комплексного показника оцінки ефективності управління інженерно-авіаційним забезпеченням (ІАЗ), за допомогою якого можливо оцінити результати роботи інженерно-авіаційної служби (ІАС) частин, визначити позитивні і негативні сторони, аналізувати помилки і недоліки в роботі інженерно-технічного складу (ІТС).

Однією з основних складових частин системи технічного забезпечення Повітряних Сил Збройних Сил України (ТхЗ ПС) є інженерно-авіаційне забезпечення. ІАЗ – це комплекс заходів, які виконуються силами інженерно-технічного складу і спрямовані на утримання авіаційної техніки (АТ), засобів її експлуатації і ремонту в постійній готовності до ведення бойових дій, досягнення безвідмовності і високої ефективності їхнього застосування. На підставі цього, основними завданнями ІАЗ є:

підтримка заданої готовності ПС до застосування і використання за призначенням;

забезпечення високого рівня безпеки польотів (БП);

забезпечення бойових дій і бойової підготовки авіаційної частини;

забезпечення ефективної роботи ІТС в умовах маневру авіаційної бригади.

Крім того, у зв'язку з недостатнім фінансуванням ПС, розірванням зв'язків із підприємствами-виробниками і відсутністю науково-технічного супроводу з їхнього боку особливої актуальності набувають завдання зниження вартості експлуатації АТ.

Вибір показників, що дозволяють оцінити ефективність системи управління інженерно-авіаційним забезпеченням ПС є відповідальним етапом аналізу, від якості виконання якого залежать результати аналізу і об'єктивність вибору оптимальних (раціональних) рішень. Основною вимогою при виборі показника ефективності є відповідність показника меті дослідження, що проводиться.

Метою дослідження є Визначення послідовності оцінювання ефективності системи управління інженерно-авіаційним забезпеченням бойових дій, а також переліку показників з урахуванням факторів, що впливають на роботу ІАС під час ІАЗ бойових дій.

Виклад основного матеріалу. У літературі, присвяченій техніко-економічному аналізу ефективності систем забезпечення, до яких, безумовно, відноситься і система ТхЗ, склалися три основних підходи :

оцінка ефективності за одним узагальненим показником (багатокритеріальна або скалярна);

оцінка за рядом показників (полікритеріальна або векторна);

оцінка за системою показників із виділенням групи загальних, найбільш важливих показників.

Для того, щоб кількісно оцінити та проаналізувати ефективність системи управління інженерно-авіаційним забезпеченням ПС, функціонування частин і підрозділів ІАЗ, необхідно, у першу чергу, розробити показники, що визначають ступінь або повноту виконання даним складовим елементом ТхЗ кожного із перерахованих вище завдань. Введемо деякі поняття та визначення.

Під **ефективністю** будь-якої технічної системи треба розуміти міру відповідності ступеня повноти реалізації завдання, що стоїть перед системою, ступеню витрат, пов'язаних із його реалізацією за певних умов експлуатації та інтервалу часу.

Виходячи з цього, **показник ефективності** W процесу функціонування частин і підрозділів ІАЗ є міра ступеня відповідності реального результату Y досліджуваного процесу потрібному Y_{nm} . Для опису цієї відповідності введемо деяку числову функцію p на множині результат аналізованого процесу, яку будемо називати функцією відповідності

$$p = p(Y(u), Y_{nm}), \quad (1)$$

де u – принцип організації структур системи ІАЗ.

Формально показник ефективності $W(u)$ аналізованого процесу функціонування підрозділів ІАЗ в самому загальному випадку можна визначити як математичне сподівання загальної функції відповідності p досягнутого результату $Y(u)$ потрібному Y_{nm} при обраному принципі організації структур системи ІАЗ u

$$W(u) = M[p(Y(u)Y_{nm})], \quad (2)$$

де M – математичне сподівання.

У загальному випадку метою ІАЗ як складної ієрархічної системи є забезпечення максимальної ефективності застосування АТ за призначенням. Досягнення цієї мети відбувається з різним кінцевим (технічним) результатом, із різними витратами ресурсів, що можуть бути використані для оцінювання техніко-економічної ефективності досліджуваного процесу функціонування частин і підрозділів ІАЗ. Отже, оскільки досягнення зазначених вище завдань Y_{nm} аналізованого процесу пов'язане з витратами різного роду ресурсів:

матеріальних C , енергетичних E , трудових T_z , фінансових F , часових T , то при оцінюванні ефективності такого процесу необхідно враховувати не тільки кінцевий результат g , але також витрати різних ресурсів, що мали місце при досягненні поставленої мети.

Таким чином, показники ефективності при дослідженні та оптимізації експлуатаційних режимів ПС повинні мати техніко-економічний характер. У зв'язку з цим, у якості показника ефективності процесу функціонування частин і підрозділів ІАЗ доцільно використовувати векторний показник ефективності W , що включає ряд часткових скалярних показників W_r , $r = 1, R$, що характеризують різні сторони досліджуваного процесу: технічну, економічну ефективність, безпеку польотів та інше.

$$\vec{W}(u) = (W_1(u), W_2(u), \dots, W_r(u), \dots, W_R(u)), \quad r = \overline{1, R}, \quad (3)$$

де R – загальна кількість часткових показників ефективності процесу функціонування частин і підрозділів ІАЗ.

Керівними і нормативними документами, що регламентують організацію інженерно-авіаційного забезпечення ПС ЗС України, передбачене використання єдиної системи основних показників для оцінки стану авіаційної техніки, засобів и експлуатації якості технічної експлуатації:

показників організації експлуатації (чисельність літаків, інженерно-технічного складу, офіцерів, прапорщиків, сержантів і солдат за спеціальностями; загальний наліт літаків, загальна кількість літако-вильотів та ін.);

показників, що характеризують стан авіаційної техніки (простої літаків у несправному стані, справність літаків, середній залишок їхнього ресурсу та ін.);

показників, що характеризують стан засобів експлуатації (наявність/спроможність до застосування засобів технічного обслуговування, засобів контролю, інструменту та ін.);

показників, що характеризують якість технічної експлуатації (технологічний час підготовки по тривозі одного літака, ланки, ескадрильї, бригади, різні види трудовитрат на роботи, пов'язані з експлуатацією авіаційної техніки, кількість виявлених відмов, кількість інцидентів (ІНЦ) з різних причин, наліт на ІНЦ з різних причин та ін.).

Проте, як показує досвід, найбільший вплив на ІАЗ чинить організація процесу технічної експлуатації повітряних суден (ПТЕ ПС). В зв'язку з цим оцінювати ефективність системи управління інженерно-авіаційним забезпеченням ПС, процесу функціонування частин і підрозділів інженерно-авіаційного забезпечення доцільно за досягнутим рівнем ефективності ПТЕ літаків.

З досвіду експлуатації відомо, що попадання літака в різні стани процесу технічної експлуатації статистично повторюються. Отже, для оцінювання ефективності такого процесу можна використовувати як форму показника ефективності показник середнього результату

$$W_r(u) = M[Y_r(u)], \quad (4)$$

який знайшов широке застосування при дослідженнях ефективності складних технічних систем внаслідок властивості адитивності

$$M\left[\sum_i Y_{ri}(u)\right] = \sum_i M[Y_{ri}(u)], \quad (5)$$

де $Y_{ri}(u)$ – частковий результат аналізованого ПТЕ ПС.

Оскільки показник ефективності залежить від принципу організації структури системи ІАЗ u і визначений на множині її допустимих принципів V , то в загальному виді ця залежність задається виразом

$$\psi: U \rightarrow \bar{W}, \quad (6)$$

тобто відображенням множини допустимих принципів організації структур системи ІАЗ U в множину значень показника ефективності процесу функціонування частин і підрозділів інженерно-авіаційного забезпечення (процесу технічної експлуатації ПС) \bar{W} .

Оскільки вибір оптимальних напрямків підвищення ефективності експлуатації ПС визначається, з одного боку, властивостями літака, а з іншого, – ефективністю організації структури системи ІАЗ, то при відсутності можливості підвищення властивостей експлуатованих виробів АТ підвищити ефективність їх експлуатації можна за рахунок вибору найбільш ефективного (оптимального, раціонального) принципу побудови структури системи ІАЗ.

З множини допустимих принципів організації структури системи ІАЗ U , що можуть бути визначені для конкретного військового формування, найбільш ефективним u^* буде той, якому відповідає максимальне значення критерію ефективності \bar{W} експлуатації ПС при заданому рівні його експлуатаційної досконалості.

Обґрунтований вибір показників ефективності процесу функціонування частин і підрозділів інженерно-авіаційного забезпечення дозволяє виконати оцінку ефективності різних структур системи ІАЗ і вибрати для сформульованого критерію найкращу (оптимальну) структуру u^* для заданих умов

$$u^* : \max (\min) W_r(u), \quad u \in U, \quad r = \overline{1, R}, \quad (7)$$

де $W_r(u)$ – частковий показник ефективності процесу функціонування частин і підрозділів ІАЗ;

U – множина допустимих принципів організації структури системи ІАЗ.

Як відомо, під технічною ефективністю складної технічної системи розуміється ступінь її пристосованості до виконання поставленого завдання, що обумовлена технічними параметрами системи, надійністю її елементів і умовами застосування. При оцінюванні ефективності ПТЕ ПС, а отже, і процесу функціонування частин і підрозділів ІАЗ, як правило, умовно розділяють застосовувані до них показники технічної ефективності на показники ефективності використання і показники безпеки польотів.

Процес технічної експлуатації ПС при різних принципах побудови структур системи ІАЗ і різних стратегіях технічного обслуговування і ремонту передбачає проведення різних видів робіт, підготовок, оглядів і ремонтів, спрямованих на підтримку заданих рівнів його справності, надійності і готовності до застосування :

оперативних видів технічного обслуговування (передпольотна підготовка, підготовка до повторного польоту, післяпольотна підготовка);

періодичних видів технічного обслуговування (попередня підготовка або день роботи на АТ, регламентні роботи);

планових ремонтів ПС;

позапланових ремонтів ПС з усунення відмов і несправностей (військового ремонту);

робіт при зберіганні літака;

доробок на ПС (робіт за бюлетенями);

робіт з періодичного контролю та діагностування ПС.

Виходячи з цього, експлуатацію ПС можна представити як послідовну зміну подій, таких як використання за призначенням, технічне обслуговування, ремонт, зберігання, приведення до готовності, а також очікування попадання в кожний із зазначених етапів. Тому процес технічної експлуатації ПС представимо у вигляді процесу зміни різних станів, як це схематично показано на рис. 1.

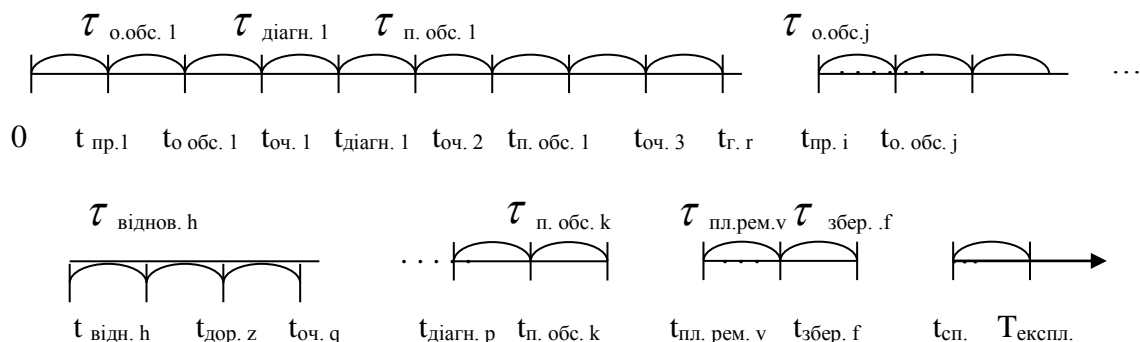


Рис. 1 - Схема процесу технічної експлуатації ПС

У даний час серед показників технічної ефективності ПТЕ ПС широке застосування знайшли такі показники ефективності використання:

- коефіцієнт технічного використання $K_{тв}$;
- коефіцієнт можливого використання $K_{мв}$;
- коефіцієнт готовності K_2 ;
- коефіцієнт оперативної готовності $K_{оз}$;
- коефіцієнт справності $K_{сп}$;
- коефіцієнт простою $K_{прост}$;
- імовірності P_i перебування ПС в різних станах ПТЕ.

Коефіцієнт технічного використання $K_{тв}$ - це відношення математичного сподівання сумарного наробітку ПС за деякий період експлуатації до суми математичних сподівань інтервалів часу перебування ПС в працездатному стані, простоїв, обумовлених технічним обслуговуванням і ремонтів за той же період експлуатації.

Відповідно до схеми рис. 1, використовуючи властивість адитивності (5) показника $K_{тв}$ як показника середнього результату, його можна представити в такому вигляді

$$K_{тв} = M[\sum_{i=1}^I t_{np.i}] / M[\sum_{i=1}^I t_{np.i} + \sum_{j=1}^J t_{o.obc.j} + \sum_{k=1}^K t_{n.obc.k} + \sum_{h=1}^H t_{vidn.h} + \sum_{v=1}^V t_{nl.rem.v} + \sum_{p=1}^P t_{diag.p} + \sum_{z=1}^Z t_{dor.z} + \sum_{f=1}^F t_{zber.f} + \sum_{q=1}^Q t_{och.q} + \sum_{r=1}^R t_{z.r}], \quad (8)$$

де для аналізованого періоду експлуатації ПС:

- $t_{спi}$ - час справної роботи ПС в i -му польоті;
- $t_{o.obc.j}$ - тривалість j -го оперативного обслуговування ПС;
- $t_{n.obc.k}$ - тривалість k -го періодичного обслуговування;
- $t_{vidn.h}$ - тривалість відновлення ПС при h -ой несправності або відмові;
- $t_{nl.rem.v}$ - тривалість проведення на ПС v -го планового ремонту;
- $t_{diag.p}$ - тривалість виконання робіт з p -го діагностування ПС;
- $t_{dor.z}$ - тривалість виконання z -ї доробки;
- $t_{zber.f}$ - тривалість f -х робіт при зберіганні ПС;
- $t_{och.q}$ - тривалість q -го очікування проведення різних видів ТОiP;
- $t_{z.r}$ - тривалість r -го очікування ПС застосування за призначенням в підготовленому і справному стані.

Таким чином, коефіцієнт технічного використання характеризує частку часу перебування ПС в працездатному і підготовленому до застосування стані відносно аналізованої тривалості експлуатації.

Коефіцієнт можливого використання $K_{мв}$ представляє собою відношення математичного сподівання суми наробітку ПС та інтервалів часу його перебування в очікуванні застосування за призначенням в справному стані до загального календарного фонду часу за аналізований період експлуатації

$$K_{мв} = \frac{M[\sum_{i=1}^I t_{np.i} + \sum_{r=1}^R t_{z.r}]}{T_{кал.}}, \quad (9)$$

де $T_{\text{кал}}$ – загальний фонд часу за аналізований період експлуатації.

Як видно із (8) і (9), $K_{\text{ме}} > K_{\text{тв}}$, тому що чисельник $K_{\text{ме}}$ враховує не тільки наробіток ПС, але і час його перебування в стані готовності до застосування.

Коефіцієнти технічного використання і можливого використання ПС відбивають фізичну сутність процесу технічної експлуатації і характеризують справність ПС. Однак, їхнім суттєвим недоліком є те, що до свого максимального значення вони наближаються повільно при суттєвому скороченні часу простоїв ПС за визначений період експлуатації.

Коефіцієнт готовності K_z - це імовірність того, що ПС виявиться в працездатному стані в довільний момент часу, крім планованих періодів, протягом яких застосування ПС за призначенням не передбачається. З урахуванням введених на рисі позначень коефіцієнт готовності можна представити таким чином

$$K_z = \frac{M \left[\sum_{i=1}^I t_{\text{нр.і}} + \sum_{r=1}^R t_{z.r} \right]}{M \left[\sum_{i=1}^I t_{\text{нр.і}} + \sum_{r=1}^R t_{z.r} + \sum_{h=1}^H t_{\text{відн.н}} + \sum_{q=1}^Q t_{\text{оч.қ}} \right]}. \quad (10)$$

З виразу (10) видно, що основним недоліком коефіцієнта готовності є те, що він не враховує витрат часу на оперативне і періодичне обслуговування літака, а також на його планові ремонти. Проте коефіцієнт готовності є основним показником, що характеризує досягнутий рівень бойової готовності ПС.

Коефіцієнт оперативної готовності K_{oz} - імовірність того, що ПС виявиться в працездатному стані в довільний момент часу T (крім планованих періодів, протягом яких застосування ПС за призначенням не передбачається) і, починаючи з цього моменту, буде працювати безвідмовно протягом заданого інтервалу часу Δt

$$K_{oz} = K_z(T) \cdot P(\Delta t), \quad (11)$$

де $K_z(T)$ – коефіцієнт готовності ПС;

$P(\Delta t)$ – імовірність безвідмовної роботи ПС протягом інтервалу часу Δt після початку його застосування за призначенням.

Як показує аналіз виразу (11), коефіцієнт оперативної готовності характеризує гарантовану надійність виконання ПС своїх функцій у довільний момент часу між планованими перервами в застосуванні і протягом заданого інтервалу часу, починаючи з цього моменту.

Коефіцієнт справності K_{cn} - це відношення кількості справних ПС L_{cn} на даний момент експлуатації до їхньої загальної кількості L

$$K_{cn} = \frac{L_{cn}}{L}. \quad (12)$$

Коефіцієнт K_{cn} характеризує рівень надійності, парку ПС, проте він не враховує витрат часу на проведення ТОіР.

Коефіцієнт профілактики або простою $K_{\text{пржст}}$ представляє собою відношення часу, витраченого на профілактику ПС, тобто на проведення періодичного технічного обслуговування літака, до часу його справної роботи між сусідніми технічними обслуговуваннями. Тому, з урахуванням введених вище позначень, маємо

$$K_{\text{прост}} = \frac{\sum_{k=1}^K t_{\text{н.обс.к}} + \sum_{p=1}^P t_{\text{диагн.р}} + \sum_{h=1}^H t_{\text{восст.х}} + \sum_{q=1}^Q t_{\text{ож.г}}}{\sum_{i=1}^I t_{\text{нр.і}}} \quad (13)$$

Коефіцієнт простою не має екстремуму в залежності від часу перебування ПС в справному стані, тому що при тривалих простоях літака, пов'язаних з проведенням його технічного обслуговування, частка часу його справного стану мала і коефіцієнт простою наближається до нескінченності. При збільшенні часу перебування ПС в справному стані за рахунок оптимізації термінів проведення профілактичних робіт і мінімізації часу його простоїв на профілактиках протягом того ж періоду експлуатації коефіцієнт простою повільно, асимптотично наближається до нуля.

Найбільш універсальним показником ефективності процесу технічної експлуатації ПС з урахуванням його схематичного представлення (рис. 1) незалежно від принципу побудови структури системи ІАЗ і обраної стратегії ТОіР є імовірність $P(e_i)$ перебування літака в різних станах e_i ($i = \overline{1, N}$) процесу технічної експлуатації. Розрахунок значень $P(e_i)$ ґрунтується на допущенні, що події, які полягають у тому, що ПС в кожний момент часу перебуває в одному із кінцевої множини можливих станів ПТЕ $E = \{e_1, e_2, \dots, e_N\}$, утворюють повну групу подій

$$e_1 \cup e_2 \cup e_3 \cup \dots \cup e_N = I \quad (14)$$

де N – загальна кількість можливих станів ПТЕ ПС;
 I – вірогідна подія ($P(I) = 1$).

Тобто з зазначених подій у довільний момент часу відбувається одна і тільки одна. Тоді для повної групи несумісних подій виконується умова

$$\sum_{i=1}^N P(e_i) = 1, \quad P(e_i) \geq 0, \quad i \in E. \quad (15)$$

Імовірності $P(e_i)$ в теорії експлуатації часто називають коефіцієнтами використання K_i ($i \in E$) виробу в тій або іншій підмножині станів.

З множини станів експлуатації ПС при різних принципах побудови структури системи ІАЗ можна виділити підмножину станів мети управління (наприклад, застосування за призначенням, готовність до застосування та ін.), що, у свою чергу, визначається програмою технічного обслуговування (ПТО) і обраною стратегією ТОіР літака. Тому на основі значень $P(e_i) = K_i$ ($i \in E$) можуть бути побудовані більш складні показники технічної ефективності ПТЕ ПС.

Поряд із розглянутими вище показниками ефективності використання важливе значення при оцінюванні ефективності ПТЕ ПС, а отже, і процесу функціонування частин і підрозділів ІАЗ, мають показники, що характеризують досягнутий рівень безпеки польотів. В даний час при кількісному оцінюванні рівня БП ПС широке застосування знайшли два типи показників - статистичні та імовірнісні.

Статистичні показники виражають визначеними фізичними величинами або відношенням розмірів, одержуваних за реальними статистичними даними масової експлуатації. В якості статистичних показників, як правило, використовують

середній наліт ПС на одну авіаційну подію (АП) $T_{АП}$, одну аварію і катастрофу $T_{А+К}$ (середній наліт на одне втрачене від АП ПС), одну катастрофу T_K , один ІНЦ $T_{інц}$

$$T_{АП} = \frac{t_{\Sigma}}{n_{АП}}; T_{А+К} = \frac{t_{\Sigma}}{n_{А+К}}; T_K = \frac{t_{\Sigma}}{n_K}; T_{інц} = \frac{t_{\Sigma}}{n_{інц}}, \quad (16)$$

де t_{Σ} – сумарний наліт ПС у годинах за рік;
 $n_{АП}, n_{А+К}, n_K, n_{інц}$ – кількість подій розглянутої важності за даний період.

Головне достоїнство статистичних показників БП полягає в об'єктивності: їх обчислення не пов'язане ні з якими припущеннями і допущеннями, як це прийнято в теоретичних розрахунках. Проте великий перелік статистичних показників затрудняє загальну оцінку досягнутого рівня БП або, принаймні, дає її в дуже неявному виді. Крім того, даний тип показників не враховує вплив організаційних і технічних заходів, спрямованих на підвищення безпеки польотів, і тому не дозволяє оцінити ефективність альтернативних ПТО ПС і стратегій ТОіР ще до їх практичної реалізації.

У зв'язку з цим, для оцінки рівня безпеки польотів застосовують **імовірнісні показники**, основними з яких є:

імовірність виникнення n АП або ІНЦ у N польотах (рівень ризику)

$$Q_n = C_N^n Q^n (1-Q)^{N-n}, \quad (17)$$

де N – загальне число польотів;
 n – кількість АП і ІНЦ;

$$C_N^n = \frac{N!}{n!(N-n)!}$$

математичне сподівання числа АП (ІНЦ)

$$M[n] = \Lambda \times t_n \times N = \Lambda \times t_{\Sigma}, \quad (18)$$

де n – число АП (ІНЦ);
 Λ – інтенсивність АП (ІНЦ);
 t_n – тривалість одного польоту;
 N – число польотів;
 t_{Σ} – сумарний наліт ПС за період часу, що розглядається;
 імовірність безпечного завершення польотів (показник БП)

$$P_{БП} = e^{-\frac{t_{\Sigma}}{T_{АП}}}, \quad (19)$$

де $T_{АП}$ – наліт ПС на одну АП.

При нормуванні рівня надійності ПС виходять із вимог забезпечення БП, що залежить від ступеня небезпеки тих або інших виникаючих у польоті ситуацій, обумовлених відмовами літака та імовірністю їх виникнення (чим небезпечніша ситуація, тим менша припустима імовірність її виникнення).

Виділяють такі типи особливих ситуацій, що виникають у польоті: ускладнення умов польоту (УУП), складну ситуацію (СС), аварійну ситуацію (АС) і катастрофічну ситуацію (КС).

Оскільки управління надійністю літака при експлуатації здійснюється програмою технічного обслуговування ПС, то в якості показника ефективності, що характеризує безпеку польотів, доцільно використовувати імовірності потрапляння літака в особливі ситуації з технічних причин (внаслідок відмов або сполучень відмов елементів, агрегатів, систем ПС). Проте, оскільки потрапляння літака в УУП характеризується незначним погіршенням характеристик стійкості і керованості, при яких ПС може продовжувати виконувати бойове завдання, а аварійна і катастрофічна ситуації представляють собою малоймовірні і вкрай малоймовірні події відповідно, то для оцінки рівня БП будемо використовувати імовірність потрапляння літака в складну ситуацію P_{cc} , наслідком якої є ІНЦ.

Таким чином проведений аналіз показників технічної ефективності дозволяє зробити висновок, що для оцінки ефективності системи управління інженерно-авіаційним забезпеченням ПС функціонування частин і підрозділів ІАЗ при різних принципах побудови їхніх структур доцільно вибрати: у якості показника, що характеризує боєготовність ПС – коефіцієнт готовності K_g , а в якості показника ефективності, що характеризує рівень безпеки польотів, – імовірність потрапляння літака в складну ситуацію в польоті P_{cc} .

Список використаних джерел

1. Указ Президента України від 04.06.2016 р. № 240/2016 “Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 20 травня 2016 року “Про Стратегічний оборонний бюлетень України” [Електронний ресурс]. – Режим до-ступу: <http://president.gov.ua/documents/2402016-20137>.
2. Єдиний перелік (каталог) спроможностей Міністерства оборони України та Збройних Сил України / Затверджено Міністром оборони України, 30 листопада 2017 року. – К.: МОУ, 2017. – 356 с.
3. Нормативи та інструкції з організації інженерно-авіаційного забезпечення Військово-Повітряних Сил України. Випуск 1042. – Вінниця, 2000. – 74 с.
4. Наказ Міністра оборони України від 05.07.2016 №343 “Про затвердження Правил інженерно-авіаційного забезпечення державної авіації України” [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1101-16>.
5. І.П. Коровін, В.І. Мірненко, В.Т. Марценківський. Організація інженерно-авіаційного забезпечення бойових дій авіації Збройних Сил України. Навчальний посібник. – К.: НАОУ, 2007. - 252с.
6. Організація інженерно-авіаційного забезпечення державної авіації України: підручник / [І. П. Коровін, С. М. Коротін та ін.] / за ред. І. П. Коровіна. – К. : НУОУ ім. Івана Черняховського, 2021 – 509 с.