

## ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ

УДК 656.7.071: 656.7.052.002.5 (045)

М. Ю. Заліський, асп.,  
В. В. Німич, асп.,  
І. М. Яшанов, асп.

### ПІДСИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ

*Наведено методичний підхід до побудови підсистеми забезпечення результативності та ефективності системи експлуатації технічних комплексів цивільної авіації, що ґрунтується на основних положеннях міжнародних стандартів ISO серії 9000 та широкому використанні сучасних інформаційних технологій та засобів.*

**Ключові слова:** система експлуатації, результативність та ефективність, засоби зв'язку, навігації та спостереження, якість надання послуг.

**Вступ.** Наземні технічні комплекси (ТК) радіотехнічного забезпечення польотів відіграють важливу роль у підтриманні безпеки та регулярності польотів повітряних кораблів цивільної авіації.

Для забезпечення надійного функціонування ТК використовують системи експлуатації (СЕ), які виконують значний обсяг робіт з використання за призначенням ТК, їх технічного обслуговування та ремонту, продовження ресурсу тощо [1]. Водночас СЕ ТК може бути об'єктом розроблення та вдосконалення; оскільки модернізуються власне ТК, у процесі застосування СЕ можливі випадки невідповідності параметрів її елементів установленим вимогам, що може вплинути на результативність та ефективність СЕ і ТК.

Аналіз показує, що перспективним напрямом теорії та практики експлуатації ТК можна вважати звернення до СЕ в цілому та її складових підсистем, пов'язаних із застосуванням нових методів управління в СЕ, сучасних інформаційних технологій та засобів, що в цілому дозволяє досягти конкурентних переваг на ринку послуг, поліпшити якість надання послуг і підвищити задоволеність споживачів.

Практична реалізація впровадження нових методів управління може бути здійснена за допомогою підсистеми забезпечення результативності та ефективності (ПЗРЕ) СЕ ТК, що функціонують на основі принципів та положень міжнародних стандартів ISO серії 9000. Доцільність використання ПЗРЕ було обґрунтовано в праці [2].

**Постановка завдання.** Практика використання СЕ показує, що вони є досить складними системами. Тому можна припустити, що складність ПЗРЕ як системи обслуговуючого типу відносно до СЕ достатньо висока. Аналіз літератури [3 – 8] у сфері розроблення та модернізації СЕ авіаційних ТК та їх ПЗРЕ показав, що питанням синтезу та аналізу ПЗРЕ приділяється недостатньо уваги. Унаслідок цього СЕ не завжди є оптимальною, процеси в СЕ недостатньо контрольовані та керовані, знижується рівень задоволеності споживачів тощо.

Тому актуальним завданням є обґрунтування структури, показників та моделі функціонування ПЗРЕ, що забезпечує високу результативність та ефективність СЕ.

**Основна частина.** Розглядаючи як СЕ, так ПЗРЕ, доцільно використовувати сукупність принципів, що реалізовані в міжнародних стандартах ISO серії 9000, – орієнтацію на споживача, лідерство керівництва, залучення працівників, процесний підхід, системний підхід до менеджменту, постійне поліпшення, прийняття рішень, що ґрунтуються на фактах, взаємовигідні відносини з постачальниками.

З погляду системного підходу для вирішення завдань забезпечення результативності та ефективності СЕ ТК у цивільній авіації можна сформулювати узагальнену структуру взаємозв'язків елементів предметної галузі, що охоплює споживачів послуг у сфері аеронавігаційного обслуговування, органи державного регулювання цивільної авіації, провайдера послуг у сфері аеронавігаційного обслуговування (Украерорух), постачальників ресурсів, міжнародні організації, науково-дослідні інститути та лабораторії (рис. 1).

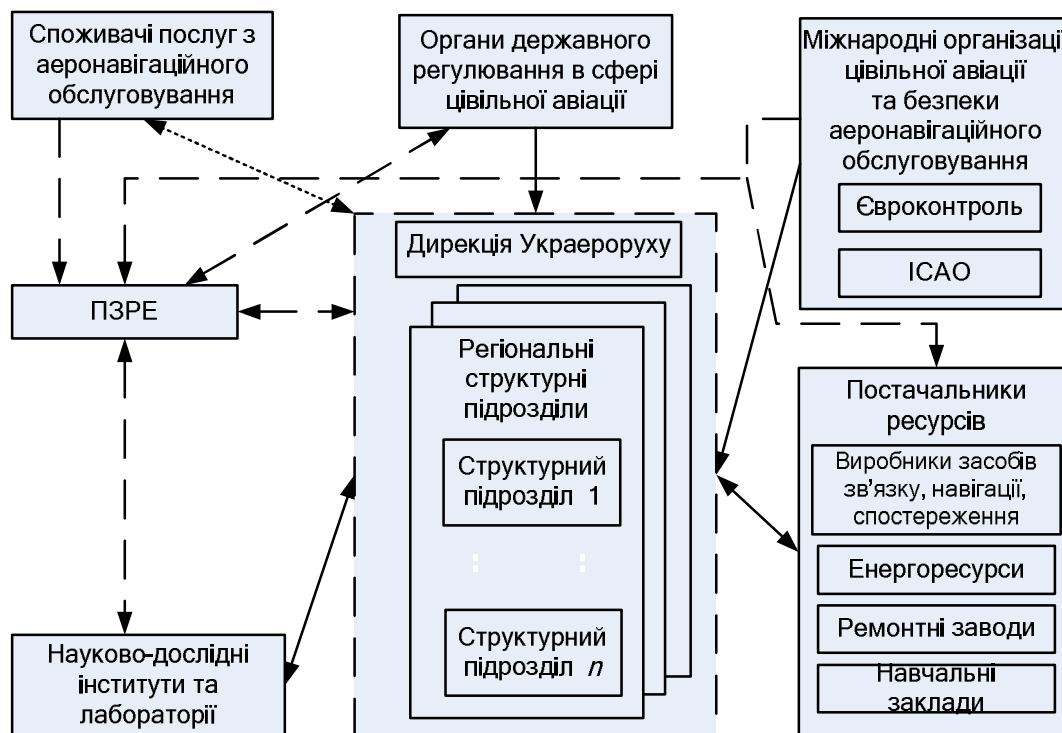


Рис. 1. Структура взаємозв'язків предметної галузі

Можна вважати, що окремі структурні елементи, показані на рис. 1, є технологічними системами (ТХС) обслуговуючого типу – вони надають послуги у вигляді виконання сукупності вхідних заявок  $\vec{Z}_{\text{вх}}$ , які формують замовники послуг з вимогами у вигляді вектора  $\vec{\gamma}$ , складові якого стосуються часових (вектора опису параметрів  $\vec{T}$ ), просторових (вектора опису параметрів  $\vec{L}$ ), інформаційних (вектора опису параметрів  $\vec{I}$ ) та інших вимог. Після обслуговування заявок у відповідних технологічних системах маємо потік вихідних заявок  $\vec{Z}_{\text{вих}}$ , який характеризується вектором  $\vec{\gamma}'$ , складові якого у загальному випадку відрізняються від числових значень відповідних складових вектора  $\vec{\gamma}$ .

Регіональний структурний підрозділ Украероруху в загальному випадку можна подати у вигляді схеми, показаної на рис. 2.

Структурний підрозділ містить три вузли: вузол зв'язку, вузол навігації, вузол спостереження. Кожен з вузлів містить певну кількість об'єктів та відповідних засобів ТК. З погляду аеронавігаційного обслуговування польотів до засобів ТК належать засоби зв'язку, навігації, спостереження (ЗНС). Надійне функціонування кожного об'єкта забезпечується сукупністю процесів, яка враховує особливості засобів ЗНС, вимоги та положення нормативної документації, вимоги до ресурсів, кваліфікацію персоналу, засоби технологічного оснащення тощо. Інформація про числові значення параметрів процесів, їх виконання та невідповідності, що можуть виникати, аналізується керівником об'єкта, який у разі потреби може прийняти рішення про виконання певних коригувальних (запобіжних) дій або передати інформацію керівним органам Украероруху відповідного рівня.

Складовими опису ТХС СЕ і ТХС ПЗРЕ вважатимемо [8]: перелік елементів системи та їх організаційну побудову, технологічні процеси й операції, персонал, нормативну документацію, засоби технологічного оснащення, витратні та інформаційні ресурси, умови експлуатації тощо.

Задачу синтезу ПЗРЕ можна виконати в межах математичної постановки задачі формування проектних рішень, що забезпечує оптимізацію змісту та характеристик ПЗРЕ за умов досягнення поставлених цілей цієї підсистеми.

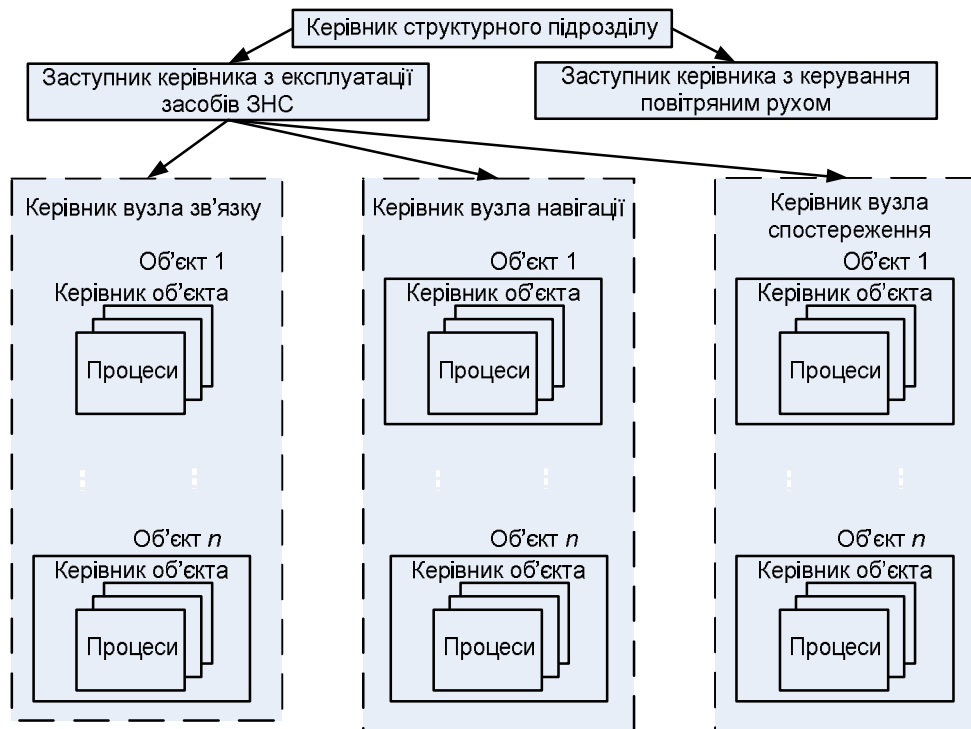


Рис. 2. Типова узагальнена схема структурного підрозділу Украероруху

Припустимо, що діяльність СЕ на момент упровадження ПЗРЕ характеризується базовими рівнями результативності ( $P_{\text{баз}}$ ) та ефективності ( $E_{\text{баз}}$ ):

$$\{\vec{P}_{\text{баз}N}, \vec{E}_{\text{баз}N}\},$$

де  $\vec{P}_{\text{баз}N} = \{P_{\text{баз}1}, P_{\text{баз}2}, \dots, P_{\text{баз}N}\}$ ,  $\vec{E}_{\text{баз}N} = \{E_{\text{баз}1}, E_{\text{баз}2}, \dots, E_{\text{баз}N}\}$  включають  $N$  складових за різними напрямками діяльності.

Інтегральна результативність та ефективність:

$$P_{\text{баз.інт}} = \sum_{i=1}^N A_i P_{\text{баз}i}, \quad E_{\text{баз.інт}} = \sum_{i=1}^N A_i E_{\text{баз}i},$$

де  $A_i$  – вагові коефіцієнти, що характеризують внесок кожного базового показника результативності та ефективності за  $i$  напрямом діяльності на загальну (інтегральну) результативність та ефективність (при цьому  $\sum_{i=1}^N A_i = 1$ ).

Як відомо, за відомих затрат на функціонування всього об'єкта  $Z_{\Sigma}$  та його окремих елементів  $Z_{\Sigma i}$  моніторингу зв'язок між результативністю та ефективністю такий:

$$E_{\text{баз.інт}} = \frac{P_{\text{баз.інт}}}{Z_{\Sigma}}, \quad E_{\text{баз}i} = \frac{P_{\text{баз}i}}{Z_{\Sigma i}}, \quad Z_{\Sigma} = \sum_{i=1}^N Z_{\Sigma i}.$$

Після впровадження ПЗРЕ нові рівні результативності та ефективності становитимуть:

$$P_{\text{нов.}i}(\vec{M}) = P_{\text{баз.}i} + \Delta P_{\Sigma i}(\vec{M}), \quad E_{\text{нов.}i}(\vec{M}) = E_{\text{баз.}i} + \Delta E_{\Sigma i}(\vec{M}),$$

де  $\Delta P_{\Sigma i}(\vec{M})$  та  $\Delta E_{\Sigma i}(\vec{M})$  – приріст результативності та ефективності за рахунок впровадження нових  $\vec{M}$  способів моніторингу.

При цьому

$$\Delta P_{\Sigma i}(\vec{M}) = \sum_{j=1}^M \Delta P_{i,j}, \quad \Delta E_{\Sigma i}(\vec{M}) = \sum_{j=1}^M \Delta E_{i,j},$$

де  $\Delta P_{i,j}$  та  $\Delta E_{i,j}$  – приріст результативності та ефективності за рахунок дії  $j$ -го фактора (можуть набувати як від'ємних, так і додатних значень).

Тому головним завданням створення ПЗРЕ є знаходження такого проектного рішення  $PR_i^{(0)}$  із множини всіх можливих рішень  $\Omega_{\text{ПР}}$  ( $PR_i^{(0)} \in \Omega_{\text{ПР}}$ ), яке забезпечить у межах визначеного критерію нову результативність роботи СЕ за умови, що ефективність буде не меншою від базової, тобто

$$P_{\text{нов.}i}(PR_i^{(0)}) > P_{\text{баз.}i} \text{ за умови } E_{\text{нов.}i}(PR_i^{(0)}) \geq E_{\text{баз.}i} \text{ для } i \in [1; N].$$

Цей підхід встановлює жорсткі вимоги до проектних рішень. Інший підхід пов'язаний з використанням інтегральних значень результативності та ефективності, для якого

$$P_{\text{баз. інт}}(PR^{(0)}) > P_{\text{баз. інт}} \text{ за умови } E_{\text{баз. інт}}(PR^{(0)}) > E_{\text{баз. інт}}.$$

Проектне рішення  $PR_i^{(0)}$  може охоплювати такі складові: вибір процесів, організаційних структур, показників для моніторингу, ресурсів, розроблення та модернізацію документації, підбір та підвищення кваліфікації персоналу тощо.

Формування проектних рішень можна виконувати в межах певних стратегій, що задають напрями поліпшення функціонування системи, наприклад, застосування або відсутність процедур прогнозу числових значень показників якості діяльності організації.

Ідея створення ПЗРЕ полягає у застосуванні принципів міжнародного стандарту ISO серії 9000, а саме: процесного підходу в описі та розгляданні питань функціонування СЕ в цілому та її елементів. Процесна модель є органічним елементом піраміди підпорядкування основних складових, що характеризують функціонування будь-якої системи (організації чи підприємства). Мається на увазі підпорядкованість типу: місія – цілі – основні завдання – основні функції – процеси. Згідно з ISO процеси повинні бути керовані та контролювані.

Результативність функціонування ПЗРЕ має базуватися на широкому застосуванні інформаційних технологій та засобів комп'ютерної техніки, що дозволить вчасно і якісно збирати й обробляти великі масиви даних, формувати управлінські рішення тощо.

В організаційній структурі ПЗРЕ пропонується відокремити такі комплекси: комплекс контролю параметрів потоку вхідних заявок та вимог до них (комплекс 1), комплекс контролю задоволеності споживачів (комплекс 2), комплекс контролю цілей (комплекс 3), комплекс контролю персоналу (комплекс 4), комплекс контролю ресурсів (комплекс 5), комплекс оцінювання відповідності процесів установленим вимогам (комплекс 6), комплекс оцінювання відповідності документації установленим вимогам (комплекс 7), комплекс моніторингу якості функціонування СЕ (комплекс 8), комплекс моніторингу результативності та ефективності СЕ (комплекс 9) тощо.

У загальному випадку ПЗРЕ охоплює всі суб'єкти СЕ. Інформація, яку ПЗРЕ отримує від цих суб'єктів, стосується двох аспектів – вимоги до елементів СЕ (інформаційні потоки першого типу  $I_1$ ) та інформація про поточні значення, до яких ставляться вимоги (інформаційні потоки другого типу  $I_2$ ). До елементів СЕ, що формують інформаційні потоки першого типу, належать: споживачі послуг з аеронавігаційного обслуговування, міжнародні організації, органи державного регулювання. До елементів СЕ, що формують інформаційні потоки другого типу, належать: органи державного регулювання, провайдер послуг з аеронавігаційного обслуговування (Украерорух), науково-дослідні інститути та лабораторії, постачальники ресурсів.

Джерелами інформації для потоків  $I_1$  щодо міжнародних організацій є нормативні документи ІКАО, що стосуються ЗНС: Додаток 10 ІКАО про електрозв'язок, Додаток 13 про аеронавігаційне обслуговування, документи Євроконтролю ESARR 1 – 6 тощо. Джерела інформації для потоків  $I_1$  про органи державного регулювання – нормативні документи, що регламентують організацію технічної експлуатації [1] та вимоги до основних процесів.

Для визначення структури кожного комплексу необхідно виконувати такі обов'язкові процедури: планування робіт, безпосередньо пов'язаних з функціонуванням кожного комплексу, оцінювання ступеня досягнення бажаного результату, прийняття рішень, формування у разі потреби та виконання коригувальних (запобіжних) дій, які можна розглядати як окремі оператори опрацювання даних.

Тоді типовий операторний опис функціонування для кожного комплексу ПЗРЕ містить такі оператори: планування робіт; опрацювання даних; формування команд.

Оператор опрацювання даних є складним, у нього можуть входити як окремі, так і сукупності операторів: вимірювання, виявлення, оцінювання, прогнозування, фільтрація, згладжування тощо. У загальному випадку дані, що підлягають опрацюванню, мають випадковий характер, тому виникає потреба у застосуванні операторів опрацювання даних, розроблення яких ґрунтується на застосуванні методів теорії ймовірностей, математичної статистики, теорії випадкових процесів, теорії оцінювання, теорії статистичних рішень, оптимізації тощо.

**Висновки.** Наведений методичний підхід до побудови підсистеми забезпечення результативності й ефективності системи експлуатації технічних комплексів цивільної авіації, що ґрунтується на основних положеннях міжнародних стандартів ISO серії 9000 та широкому використанні сучасних інформаційних технологій та засобів, можна використовувати для створення нових та модернізації діючих СЕ наземних засобів ЗНС.

#### Список літератури

1. *Правила* технічної експлуатації наземних засобів радіотехнічного забезпечення в цивільній авіації України. – Чинні від 08.05.2007.
2. *Заліський М. Ю.* Ефективність функціонування систем експлуатації технічних комплексів в авіації / М. Ю. Заліський, В. В. Німич, О. В. Соломенцев, І. М. Яшанов // Проблеми інформатизації та управління. – 2009. – № 4 (28). – С. 55 – 59.
3. *ДСТУ ISO 9000:2001.* Системи управління якістю. Основні положення та словник. – Чинний від 10.01.2001.
4. *ДСТУ ISO 9001:2001.* Системи управління якістю. Вимоги. – Чинний від 10.01.2001.
5. *ДСТУ 2389–94.* Технічне діагностування технічного стану. Терміни та визначення. – Чинний від 01.01.1995.
6. *Заліський М. Ю.* Обґрунтування структури системи менеджменту якості // Електроніка та системи управління / М. Ю. Заліський, В. В. Німич, І. М. Яшанов – 2008. – №1 (15). – С. 153 – 157.
7. *Заліський М. Ю.* Оцінка відповідності процесів // Проблеми інформатизації та управління / М. Ю. Заліський, В. В. Німич, І. М. Яшанов – 2009. – № 2 (26). – С. 52 – 57.
8. *Мелкумян В. Г.* Технологічні системи обслуговуючого типу. Елементи теорії проектування і прикладні задачі експлуатації. – К.: НАУ, 2003. – 171 с.

М. Ю. Заліський, В. В. Німич, І. М. Яшанов

#### **Подсистема обеспечения результативности и эффективности системы эксплуатации технических комплексов**

Приведен методический подход к построению подсистемы обеспечения результативности и эффективности системы эксплуатации технических комплексов в гражданской авиации, которые основываются на основных положениях международных стандартов ISO серии 9000 и широком использовании современных информационных технологий и средств.

M. J. Zalisky, V. V. Nimych, I. M. Yashanov

#### **Subsystem of providing of effectiveness and efficiency of the system of exploitation of technical complexes**

The methodic is resulted about the construction of subsystem of providing of effectiveness and efficiency of the system of exploitation of technical complexes in a civil aviation, which is based on the substantive provisions of international standards of ISO of series 9000 and wide use of modern information technologies and facilities.