

ВИЗНАЧЕННЯ ІНДИКАТОРІВ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ І СЕРЕДОВИЩА ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ АЕРОНАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Національний авіаційний університет
просп. Космонавта Комарова, 1, Київ, Україна, 03680
E-mails: ¹luppo-ae@mail.ru; ²ianina_pigur@ukr.net

Розглянуто методологію Євроконтролю в оцінюванні безпеки. Розроблено індикатори для оцінювання експлуатаційної безпеки і середовища функціонування елементів аеронавігаційних систем. Пояснено принципи застосування розроблених індикаторів. Висвітлено структуру документів, які повинні бути розроблені в період оцінювання безпеки.

Ключові слова: експлуатаційна безпека і середовище функціонування; методологія оцінювання безпеки; первинне оцінювання безпеки системи; функціональне оцінювання ризиків.

Постановка проблеми

Методологію оцінювання безпеки в аеронавігаційних системах (Safety Assessment Methodology – SAM) розроблено для відображення дієвих способів оцінювання безпеки в аеронавігаційних системах і розроблення інструкції з їх використання.

Методологія оцінювання безпеки описує загальний процес оцінювання безпеки в аеронавігаційних системах.

Рівень визначення експлуатаційної безпеки і середовища функціонування OSED (Operational Safety and Environment Definition) описує операційну концепцію, визначену в детальному експлуатаційному описі DOD (Detailed Operational Description) у межах зони функціонування. Цей рівень визначає експлуатаційне обслуговування, середовище функціонування, сценарії, способи застосування і вимоги до використання.

Рівень OSED використовується як база для досягнення вимог до функціонування, безпеки, характеристик і взаємодії суміжних систем. Отримані дані будуть деталізуватися у вимогах до безпеки (на рівні SPR – Safety and Performance Requirements). Рівень OSED визначає обслуговування і включає процедурні «сподівання» суміжних систем [3].

Аналіз досліджень і публікацій

Процес оцінювання безпеки складається з трьох основних етапів:

- функціональна оцінка ризиків FHA (Functional Hazard Assessment);
- первинна оцінка безпеки системи PSSA (Preliminary System Safety Assessment);
- оцінка безпеки системи SSA (System Safety Assessment).

Зв'язок між основними етапами і життєвим циклом системи показано на рис. 1 [1].

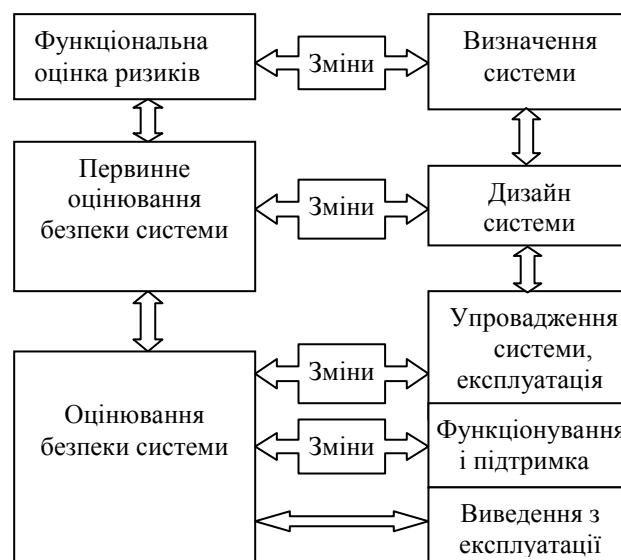


Рис. 1. Взаємозв'язок між процесом оцінювання безпеки і повним життєвим циклом системи

Методологія оцінювання безпеки описує принципи процесу оцінювання безпеки і не бере до уваги деталі застосування цих принципів, адже їх потрібно визначати для кожного окремого проекту.

Методологія оцінювання безпеки в аеронавігаційних системах повинна демонструвати, що керування безпекою здійснюється щонайменше на мінімальному рівні, який затверджений владою («толерантний ризик»). Метою SAM є підтримка провайдерів аеронавігаційного обслуговування в досягненні прийнятного рівня безпеки [4].

Методологія оцінювання безпеки в аеронавігаційних системах створюється відповідно з ESARR 4 (EUROCONTROL Safety Regulatory Requirement) [2].

Мета роботи – розроблення індикаторів для оцінювання експлуатаційної безпеки і середовища функціонування елементів аеронавігаційних систем.

Розроблення індикаторів

Методологію оцінювання безпеки, що застосовується до аеронавігаційних систем, сконцентровано на трьох типах елементів системи: людському елементі, обладнанні та процедурах і їх взаємодії (всередині системи і в середовищі, в якому система працює).

Методологія оцінювання безпеки для організації повітряного руху забезпечує створення керівництва для процесів керування ризиками, установлення вимог до безпеки, документації і процесів оцінювання безпеки системи (рис. 2).

Критерій безпеки SAC (Safety Criteria) визначає те, що вважається прийнятно безпечним для змін, які впроваджуються у межах OFA (Operational Focus Area).

Процес оцінювання безпеки здійснюється в три етапи: V1, V2, V3.

На прикладі розвитку системи в рамках програми SESAR (Single European Sky ATM Research) можна розподілити зони відповідальності кожного з етапів таким чином:

V1 – межі експлуатаційної концепції і розроблення планів легалізації;

V2 – повторний розвиток і оцінка концепції щодо технологічного забезпечення;

V3 – побудова, укріплення і випробовування.

Критерій безпеки визначається протягом етапу V1 через оцінку безпеки і презентується на етапі визначення експлуатаційної безпеки та середовища функціонування.

Під час прогресу проекту до V2 будуть досягнуті цілі безпеки (SOs – Safety Objectives).

На рівні вимог до безпеки (SPR) визначаються вимоги до безпеки, які повинні задовольняти цілі безпеки.

Фізична реалізація проекту відбувається на етапі V3. Цей етап подається вимогами до безпеки стосовно людського елемента системи і технічними специфікаціями стосовно технологічних елементів. Взаємозв'язок між вимогами до безпеки на різних рівнях її оцінювання показано на рис. 3 [4].

На основі документів, що розроблені SJU (SESAR Joint Undertaking), створено сім індикаторів для оцінювання системи на рівні OSED.

Перш за все на рівні визначення експлуатаційної безпеки і середовища функціонування аеронавігаційних систем потрібно визначити обслуговування, їх середовище, сценарії використання і вимоги.

Рівень OSED використовується як основа для оцінювання експлуатаційних вимог і подальшого створення вимог до безпеки [4].

У детальному експлуатаційному описі на рівні OSED має бути описана діяльність пілотів, авіадиспетчерів і систем, які вони використовують без пропонування удосконалень, а також відправна точка, тобто те, від чого потрібно відштовхуватися.

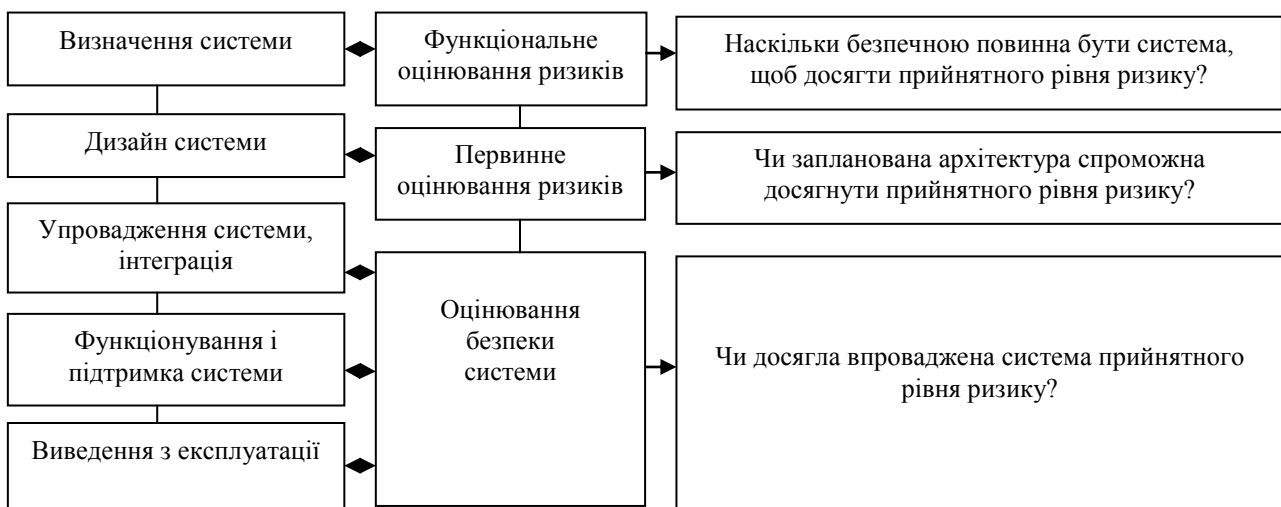


Рис. 2. Процес оцінювання безпеки

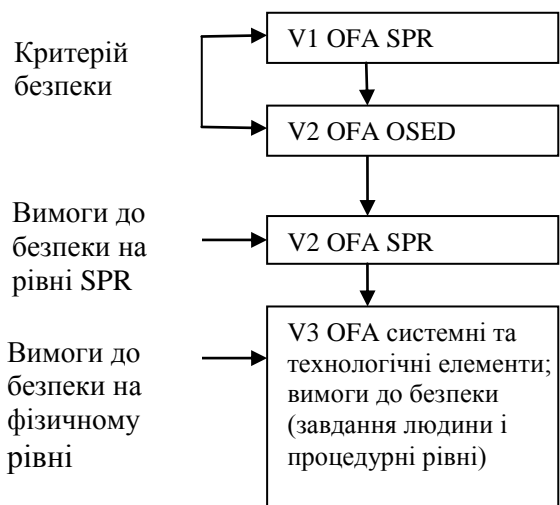


Рис. 3. Взаємозв'язок між вимогами до безпеки на різних рівнях

Подальший розвиток системи передбачає створення наступного OSED, але відповідною точкою буде визначено попередній OSED.

Опис теперішнього стану системи може містити також процедури.

У розділі потрібно

- надати повний опис того, як пілот, авіадиспетчер і використовувана система працюватимуть при впровадженні вдосконалення, якому відповідає цей OSED;

- пояснити основні відмінності в функціонуванні теперішньої і майбутньої систем.

Розділ OSED як детальне експлуатаційне середовище створюється для надання інформації про фундаментальні операційні і технічні характеристики системи.

Експлуатаційні характеристики повинні включати:

- принципи;
- обмеження;
- припущення щодо операційного процесу;
- характеристики повітряного простору;
- характеристики перевезень;
- мінімуми ешелонування.

У розділі повинні бути визначені міри відповідальності кожної з осіб, що включені до системи організації повітряного руху (пілотів, авіадиспетчерів).

Необхідною складовою OSED є опис випадків використання, номінальних (нормальне функціонування системи без помилок) та неномінальних ситуацій (робота у випадку відмови одного з елементів, ситуації, до яких може призвести неномінальний випадок та способи їх вирішення) [3].

Розділ вимог має містити функціональні та кількісні вимоги до кожного виду обслуговування. Для того, щоб досягти взаємодії між обслуговуваннями, потрібен процес консолідації.

Консолідація потребує створення набору вимог до системи, з яких вилучені повтори, пропуски і конфліктні вимоги. Також мають бути визначені вимоги до процесу (обслуговування).

У випадку, коли взаємодіють експлуатаційні служби, набір вимог повинен включати вимоги до взаємодії між видами послуг.

Індикатори, які створюються в межах OSED, мають здебільшого якісний характер і будуть перетворені в кількісні на рівні вимог до безпеки.

У додатках до розроблюваного OSED повинні бути подані всі необхідні пояснення щодо вимог.

Концепцію функціонування елементів аеронавігаційних систем у межах SESAR визначають чотири типи документів (рис. 4).

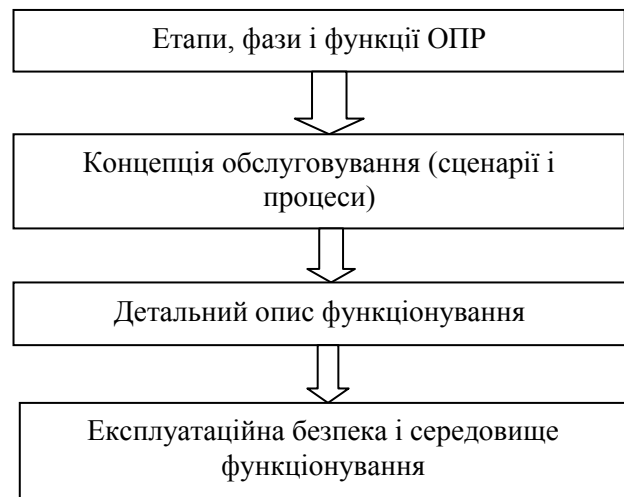


Рис. 4. Документи, що визначають концепцію функціонування елементів аеронавігаційних систем

Кожен із семи індикаторів, наведених у таблиці, містить перелік необхідної інформації, яка є обов'язковою чи бажаною для кожного документа OSED.

Відповідно до шкали, наведеної в таблиці, кожен з цих індикаторів можна оцінити:

1 бал (добре) – наявні всі необхідні компоненти, пункт не потребує подальшого редагування;

0,5 бала (задовільно) – для цього етапу розвитку елемента аеронавігаційної системи цей пункт можна вважати прийнятним;

0 балів (потребує дії) – не включений один з обов'язкових пунктів чи основна частина необхідних елементів і тому в наступному виданні OSED необхідно дописати цю інформацію.

Індикатори на рівні OSED

Номер індикатора	Опис	Індикатор	
		Якісний	Кількісний
1	Мета і межі OSED. Визначити, що метою OSED є опис експлуатаційної концепції, установлені в детальному експлуатаційному описі (DOD) у межах Operational Focus Area (OFA). З'ясувати, якій Operational Focus Area (OFA) адресовано даний OSED. Необхідно додати інформацію (у разі потреби) про те, якій частині OFA даний OSED адресовано. Стосується зразка SESAR OSED (ч. 1)	Добре <input type="checkbox"/> Задовільно <input type="checkbox"/> Потребує дії <input type="checkbox"/>	1 0,5 0
2	Висновки про детальний експлуатаційний опис (Detailed Operational Description – DOD). Детальний опис експлуатаційної концепції в межах, що стосуються даної Operational Focus Area. Список етапів операційного вдосконалення, список відповідних сценаріїв детального експлуатаційного опису і фактів використання, список відповідних середовищ детального експлуатаційного опису і список вимог до детального експлуатаційного опису. Стосується зразка SESAR OSED (ч. 2)	Добре <input type="checkbox"/> Задовільно <input type="checkbox"/> Потребує дії <input type="checkbox"/>	1 0,5 0
3	Процеси і обслуговування. Метою цієї частини є забезпечення зв'язку між федеративними і первинними проектами. Вона повинна бути оновлена для того, щоб відобразити концепцію, визначену в детальному експлуатаційному описі. Оновлення пізніше потребуватимуть консолідації. Стосується зразка SESAR OSED (ч. 2.3)	Добре <input type="checkbox"/> Задовільно <input type="checkbox"/> Потребує дії <input type="checkbox"/>	1 0,5 0
4	Деталізований метод функціонування. Опис попереднього методу функціонування і нового методу. Пояснення відмінностей. Стосується зразка SESAR OSED (ч. 3)	Добре <input type="checkbox"/> Задовільно <input type="checkbox"/> Потребує дії <input type="checkbox"/>	1 0,5 0
5	Деталізоване експлуатаційне середовище. Опис принципів, обмежень і припущень, що стосуються експлуатаційного процесу / опису функціонування. Опис того, що є включеним до використання операційних процесів. Визначення технічних обмежень, які можуть впливати на концепцію чи прийняття рішень. Стосується зразка SESAR OSED (ч. 4)	Добре <input type="checkbox"/> Задовільно <input type="checkbox"/> Потребує дії <input type="checkbox"/>	1 0,5 0
6	Сценарії використання. Нові чи більш детально розроблені сценарії/способи використання з описом номінальних і неномінальних ситуацій повинні містити: – відомості про помилки; – потреби у відновленні; – процедури, яких потрібно дотримуватися. Стосується зразка SESAR OSED (ч. 5)	Добре <input type="checkbox"/> Задовільно <input type="checkbox"/> Потребує дії <input type="checkbox"/>	1 0,5 0
7	Вимоги. Вимоги до процесу, експлуатаційні вимоги, пов'язані з обміном інформації. Необхідно задати критерій і мету безпеки. Стосується зразка SESAR OSED (ч. 6)	Добре <input type="checkbox"/> Задовільно <input type="checkbox"/> Потребує дії <input type="checkbox"/>	1 0,5 0

Для оцінювання конкретного прикладу OSED (наприклад, проекту SESAR 5.6.4 Тактичне керування потоками при польотах по маршруту) необхідно оцінити наявність відповідних елементів за розробленими індикаторами і підрахувати суму отриманих балів. Максимальна сума, яка може бути поставлена для конкретного OSED, становить 7 балів.

Крім переліку необхідних елементів, які включені в індикатори, до складу OSED мають входити два додатки. Перший з них повинен містити інформацію про розподіл вимог до системи, оцінювання поставлених цілей. Другий додаток пов'язаний з новими інформаційними елементами, моделями. Цей розділ містить опис інформаційних елементів, якими обмінюються учасники обслуговування повітряного руху відповідно до вимог обміну інформацією. Опис інформаційного елемента повинен включати такі елементи: визначник (ідентифікатор), назву, опис, характеристики (довжина ЗПС, тип аеродрому), правила застосування (наприклад, аеродром повинен бути обладнаний щонайменше однією ЗПС) і коментарі.

Висновки

Безпека – це стан, за якого ризик завдання шкоди людині чи майну (обладнанню) зменшений до прийняттого рівня за допомогою постійного процесу виявлення небезпек і керування ризиками.

Стопроцентне вилучення катастроф і серйозних інцидентів неможливе, незважаючи на сподівання користувачів повітряного простору. Помилки траплятимуться, незважаючи на наявність найдосконаліших систем захисту.

Є можливість звести рівень небезпеки до прийняттого рівня, а для цього необхідно

оцінювати безпеку. Надзвичайно важко оцінити те, що неможливо виміряти.

Саме для вимірювання рівня безпеки і створено Євроконтролем методологію оцінювання безпеки. Тепер вважається, що методологія оцінювання безпеки має включати три основні елементи: обладнання, процедури і людський чинник. Основним завданням методології оцінювання безпеки буде визначення відповідності системи (елементів аеронавігаційної системи) установленому прийнятному рівню ризику. Якщо необхідно встановити додаткові заходи захисту, то потрібно визначити якими вони мають бути.

Розроблення індикаторів – перший крок оцінювання експлуатаційної безпеки і середовища функціонування елементів аеронавігаційних систем. Наступними рівнями є етап визначення вимог до безпеки і фізичне впровадження системи. Найважливішим етапом є безумовно перший рівень, адже на ньому базуватимуться всі наступні етапи оцінювання безпеки.

Практичне застосування полягає в тому, що індикатори можуть використовуватися для оцінювання документів OSED, що стосуватимуться впроваджуваних проектів і допомагатимуть виявляти недоліки та недопрацювання в структурі.

Література

1. *Airnavigation system safety assessment methodology*. Edition 2.1, EUROCONTROL. Brussels (03.10.2006).
2. *ESARR 4. Risk Assessment and Mitigation in ATM*. Edition 1.0. Brussels (05.04.2001).
3. *SESAR Operational Service and Environment Definition Template*. SESAR JU. Brussels. 2012.
4. *SESAR Safety Reference Material D06*. SESAR JU. Brussels. 2012.

Стаття надійшла до редакції 03.04.2013.

Луппо Олександр Євгенович (1958). Кандидат педагогічних наук. Доцент. Кафедра аеронавігаційних систем, Національний авіаційний університет, Київ, Україна. Освіта: Ордена Леніна Академія цивільної авіації, Санкт-Петербург, Росія (1982). Напрямок наукової діяльності: вдосконалення організації повітряного руху, дослідження людського фактору в авіації, методи вдосконалення професійного рівня фахівців з організації повітряного руху. Кількість публікацій: 61. E-mail: luppo-ae@mail.ru

Пігур Яніна Андріївна (1991). Студентка. Національний авіаційний університет, Київ, Україна. Кількість публікацій: 8. E-mail: ianina_pigur@ukr.net

O. Luppo¹, Ia. Pigur². Definition of indicators to assess the operational safety and environment definition of the elements of air navigation systems

National Aviation University, Kosmonavta Komarova avenue, 1, Kyiv, Ukraine, 03680

E-mails: ¹luppo-ae@mail.ru; ²ianina_pigur@ukr.net

Considered the methodology of EUROCONTROL in the safety assessment. Developed indicators to assess the operational safety and environment definition of elements of the operation of air navigation systems. Explained the application of the developed indicators. Reflected the structure of documents that need to be developed during the evaluation of operational safety.

Keywords: functional assessment of the risks; methodology for evaluation of safety; operational safety and environment definition; primary safety assessment system.

Luppo Alexander (1958). Candidate of Pedagogic Sciences. Associate Professor.

Department of Air Navigation Systems, National Aviation University, Kyiv, Ukraine.

Education: Academy of the Civil Aviation, Saint Petersburg, Russia (1982).

Research area: imperfection of air traffic management, investigation of human factors in aviation, methods of perfection of professional level of air traffic controllers.

Publications: 61.

E-mail: luppo-ae@mail.ru

Pigur Ianina (1991). Student.

National Aviation University, Kyiv, Ukraine.

Publications: 8.

E-mail: ianina_pigur@ukr.net

А.Е. Луппо, Я.А. Пигур. Определение индикаторов для оценки эксплуатационной безопасности и среды функционирования элементов аэронавигационных систем

Национальный авиационный университет, просп. Космонавта Комарова, 1, Киев, Украина, 03680

E-mails: ¹luppo-ae@mail.ru; ²ianina_pigur@ukr.net

Рассмотрена методология Евроконтроля оценки безопасности. Разработаны индикаторы для оценки эксплуатационной безопасности и среды функционирования элементов аэронавигационных систем. Объяснены принципы применения разработанных индикаторов. Отражена структура документов, которые должны быть разработаны в период проведения оценки эксплуатационной безопасности.

Ключевые слова: методология оценки безопасности; первичная оценка безопасности системы; функциональная оценка рисков; эксплуатационная безопасность и среда функционирования.

Луппо Александр Евгеньевич (1958). Кандидат педагогических наук. Доцент.

Кафедра аэронавигационных систем, Национальный авиационный университет, Киев, Украина.

Образование: Ордена Ленина Академия гражданской авиации, Санкт-Петербург, Россия (1982).

Направление научной деятельности: усовершенствование организации воздушного движения, исследование человеческого фактора в авиации, методы совершенствования профессионального уровня специалистов по организации воздушного движения.

Количество публикаций: 61.

E-mail: luppo-ae@mail.ru

Пигур Янина Андреевна (1991). Студентка.

Национальный авиационный университет, Киев, Украина.

Количество публикаций: 8.

E-mail: ianina_pigur@ukr.net