

АЕРОКОСМІЧНІ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА КЕРУВАННЯ

УДК 656.7.052(045)

¹В.П. Харченко, д.т.н., проф.²І.М. Буцик, к.пед.н.³О.М. Алексєєв, к.т.н.⁴В.П. Колотуша, к.т.н.⁵Д.Г. Бабейчук, асп.

ПРИНЦИПИ СИСТЕМОГО ПІДХОДУ ДО КЕРУВАННЯ БЕЗПЕКОЮ ПОЛЬОТІВ ПІД ЧАС ОРГАНІЗАЦІЇ ПОВІТРЯНОГО РУХУ

^{1,3}Національний авіаційний університет¹E-mail: kharch@nau.edu.ua³E-mail: oalexiev@yahoo.com^{2,4}ДП ОПР України «Украерорух»²E-mail: butsyk@uksatse.org.ua⁴E-mail: Kolotusha@uksatse.org.ua⁵Державіаадміністрація⁵E-mail: babeichuk@avia.gov.ua

Розглянуто сучасну концепцію керування безпекою польотів, яка показує, що тільки дотримання встановлених правил не є достатнім. Показано необхідність дослідження умов авіаційної діяльності та впровадження заходів для зниження ризиків.

The modern conception of industrial flight safety management comes from the fact that only an observance of the set rules is not sufficient: it is necessary to probe the conditions of aviation activity, reveal the hazards, take necessary and sufficient measures on the declination of the risks, related to them, till the acceptable level.

Рассмотрена современная концепция управления безопасностью полетов, показывающая, что только соблюдения установленных правил недостаточно. Показана необходимость исследования условий авиационной деятельности и принятия мер по снижению рисков.

Постановка проблеми

Питання безпеки функціонування авіаційної транспортної системи є невід'ємним компонентом діяльності всіх її підсистем, до яких належать:

- система організації льотної роботи;
- система експлуатації технічних засобів;
- система експлуатації аеродромного комплексу;
- система обслуговування повітряного руху;
- система керування безпекою польотів (СКБП).

Система організації повітряного руху є ключовою підсистемою авіаційної транспортної системи, одним із основних взаємодіючих елементів, вплив якого на безпеку польотів (БП) є безсумнівним.

Новація в керуванні БП полягає, перше, в тому, що нормативна база, яка включає основоположні галузеві документи, спрямована на забезпечення БП, має постійно поповнюватись за рахунок уведення нових або змінення існуючих процедур, впроваджувати засоби контролю ризиків, які можуть за певних умов впливати на виробничу діяльність підприємства.

Функція керування безпекою реалізується в процесі керування ризиками.

По-друге, функція контролю за витриманням установлених регулюючими органами й авіаційним підприємством вимог щодо безпеки стає більш досконалою з застосуванням методів керування якістю та контролю ризику, що реалізується в процесі забезпечення (гарантування) безпеки [1].

Таким чином, постає актуальна проблема використання системного підходу до керування БП в аеронавігаційній системі.

Аналіз досліджень і публікацій

У праці [2] проведено аналіз переходу від системної ефективності інформаційно-керуючих систем до процесної, висвітлено шляхи переходу від системної до процесної ефективності для забезпечення надійності, безпеки та ефективності процесів функціонування інформаційно-керуючих систем.

У працях [3–9] викладено методологічний підхід до попередження авіаційних подій (АП) шляхом апріорного оцінювання та активного керування БП та принципи формування процесу керування БП, наведено теоретичне обґрунтування методики кількісного оцінювання ризику АП в польотах за заданий період льотної експлуатації на основі інформації про АП, серйозні інциденти, інциденти та їх передумови, розглянуто можливість застосування нейронно-мережевого підходу до керування БП.

У праці [10] запропоновано системний підхід дослідження відмов безпеки системи «повітряне судно – екіпаж – середовище».

У працях [11; 12] розглянуто базові теоретичні положення забезпечення БП в авіаційно-транспортній системі.

У працях [13; 14] наведено методи керування БП шляхом відповідного моніторингу реального стану системи, вдосконалення її ланок та забезпечення ефективності, у т.ч. за показником безпеки через виявлення та аналіз певних кількісних характеристик – критеріїв рівня БП.

У праці [15] обґрунтовано багатокритеріальний підхід до вирішення завдань класифікації повітряної ситуації, який забезпечує прийняття адекватних висновків для попередження конфліктних ситуацій, розроблено основи теорії ситуаційного аналізу повітряної та наземної ситуації аеронавігаційного обслуговування, яка включає:

- принципи формування ситуацій аеронавігаційних систем;
- побудову метрики як міру ситуацій;
- вибір функцій, які характеризують небезпеку польотних ситуацій;
- побудову апріорних густин імовірності за зонами спектру ситуацій.

У праці [16] визначено механізми керування БП, які мають особливості, пов'язані зі специфікою функціонування системи організації повітряного руху порівняно з іншими системами, в яких згідно з міжнародними стандартами мають бути відображені відображені процеси керування БП.

Значну увагу в наведених наукових працях та документах зосереджено на локальних діях з прогнозування, ідентифікації та керування факторами ризику. У них висвітлено основні методологічні питання щодо створення й застосування математичних моделей, методологічні підходи до виконання початкових етапів моделювання (концептуального проектування, формалізації й алгоритмізації моделей керування БП), проте бракує матеріалів, що містять використання системного підходу до проблем керування БП в аеронавігаційній системі [1].

Метою роботи є визначення принципів та постановка завдання щодо використання системного підходу до керування БП в аеронавігаційній системі.

Системний підхід до керування безпекою польотів в аеронавігаційній системі

Система організації повітряного руху забезпечує обслуговування руху повітряних суден у повітряному просторі України та в повітряному просторі, за який відповідають органи обслуговування повітряного руху Украероруху.

Ефективність функціонування системи організації повітряного руху зумовлена:

- досконалістю;
- надійністю;
- безвідмовністю технічних засобів й обладнання;
- високим рівнем професійної підготовки фахівців органів обслуговування повітряного руху;
- фаховою підготовкою технічного персоналу підрозділів та служб;
- належною організацією діяльності всіх виробничих процесів;
- високою дисципліною;
- відповідальністю персоналу.

Ефективність обслуговування повітряного руху залежить від показників:

- якості функціонування наведених технічних складових;
- точності й повноти відображення радіолокаційної інформації про рух повітряних суден;
- стану та умов використання повітряного простору;
- надійності роботи диспетчерського персоналу.

Складові системи забезпечення польотів, які охоплюють питання аеронавігаційного, метеорологічного, аеродромного, електро-світлотехнічного, радіотехнічного, пошукового й аварійно-рятувального забезпечення, організації авіаційної діяльності, мають безпосередній і прямий вплив на якість функціонування системи обслуговування повітряного руху.

Для визначення розвитку якого-небудь явища та відображення закономірної, послідовної, безперервної зміни виникаючих один за одним моментів розвитку кожній із розглянутих систем відповідає свій процес функціонування:

аеронавігаційній системі – процес функціонування організацій і підрозділів, інфраструктури та технічного обладнання;

системі технічної експлуатації наземних засобів – процес технічного обслуговування навігаційного та радіолокаційного обладнання, радіо- та світлосистем;

системі аеродромної експлуатації – процес експлуатації аеродромів;

системі обслуговування повітряного руху – процес функціонування органів та об'єктів обслуговування повітряного руху.

Взаємозв'язок цих процесів визначається загальною метою забезпечення БП, ефективності та економічності авіаційної діяльності.

На авіаційних підприємствах мета втілюється введенням у традиційний процес керування БП двох додаткових процесів:

- керування ризиками безпеки;
- забезпечення безпеки.

Система керування БП, запропонована ІКАО, не закликає до здійсненні революції в керуванні БП, а лише вказує напрям його удосконалення.

Основні керівні документи з організації льотної роботи та виконання польотів, підготовки льотного та інженерно-технічного складу, підтримання льотної придатності, забезпечення авіаційної безпеки, охорони праці та навколишнього середовища в Україні розроблено компетентними фахівцями за участі Національного авіаційного університету, Державіаадміністрації та Украероруху, узагальнили вітчизняний і закордонний досвід.

Ці керівні документи містять у собі норми, які спрямовані на виявлення, ідентифікацію, оцінювання та зниження ризиків прояву найбільш характерних небезпек, властивих авіаційній діяльності певного напрямку. Саме ці документи створюють основу керування БП будь-якого авіаційного підприємства, яку можна й потрібно поліпшувати, але неможливо замінити чимось іншим. Тому не слід ставитися до запропонованої ІКАО СКБП як до альтернативи, оскільки більшість авіаційних підприємств мають добре налагоджені СКБП.

Система керування БП авіаційних підприємств формально не описана, але вона функціонує. Впровадження СКБП в авіаційному підприємстві потребує удосконалювання діючої в ньому системи керування безпекою

з урахуванням існуючих вимог, рекомендацій, міжнародного досвіду та власної концепції керування БП.

Безпека авіаційного підприємства – це не тільки БП, але й авіаційна безпека, безпека праці й екологічна безпека, об'єднані загальним поняттям «безпека виробничої діяльності».

Безпека виробничої діяльності – це такий її стан, за якого ризики заподіяння шкоди особам або нанесення збитку майну чи навколишньому середовищу (ризики безпеки) знижені до прийняттого рівня й підтримуються на цьому або нижчому рівні за допомогою безперервного процесу виявлення небезпек і контролю ризиків.

Досягнення й підтримка такого стану всіх аспектів безпеки виробничої діяльності здійснюється організацією процесів керування БП відповідно до принципів загальної теорії керування, згідно з якою об'єкт керування й система керування ним утворюють замкнену систему з прямими й зворотними зв'язками. У нашому випадку – це безпека виробничої діяльності та система керування безпекою виробничої діяльності.

Система керування безпекою виробничої діяльності Украероруха – це сукупність підсистем, об'єднаних інформаційними зв'язками й процесами, спрямованими на забезпечення безпеки виробничої діяльності, що включає в себе безпеку надання послуг.

Оскільки ризики БП, авіаційної безпеки, безпеки праці й екологічної безпеки сполучені з різними за своєю природою й характером небезпеками, для підвищення ефективності керування безпекою використовують підсистеми:

- керування БП;
- керування БП у системі організації повітряного руху;
- керування авіаційною безпекою;
- керування безпекою праці;
- керування екологічною безпекою.

Загальними для всіх підсистем СКБП є політика безпеки, методи керування ризиками й забезпечення БП.

Політика безпеки й популяризація питання безпеки створюють основу культури безпеки, наявність якої є необхідною умовою ефективності процесів керування безпекою.

Система керування безпекою і її підсистеми містять у собі взаємозалежні процеси керування ризиками й забезпечення безпеки.

Процес керування ризиками безпеки включає:

- опис діяльності;
- виявлення небезпек;
- аналіз й оцінювання ризиків.

Функцією процесу керування ризиками безпеки є розроблення засобів контролю ризиків.

Процес забезпечення безпеки містить у собі:

- розроблення показників безпеки, спрямованих на постійне підвищення безпеки, і їх моніторинг;
- оцінювання стану засобів контролю ризиків безпеки та підтримання їх функціональності;
- оцінювання ефективності існуючих засобів контролю ризиків безпеки у разі зміни умов експлуатації та розроблення заходів щодо її підвищення;
- виявлення нових небезпек.

Функцією процесу забезпечення безпеки є систематичне підтвердження того, що виробнича діяльність відповідає встановленим вимогам щодо безпеки або перевищує їх.

Керування процесами здійснюється за допомогою відповідних стратегій організації та експлуатації – льотної, аеронавігаційної, технічної, аеродромної та обслуговування повітряного руху.

Стратегіями організації та експлуатації є сукупність правил, стандартів, рекомендацій та процедур, що визначають керування виробничими процесами у підрозділах та службах, які забезпечують виконання польотів та обслуговування повітряного руху.

Систему керування БП у загальному контексті процесів необхідно розглядати як підсистему авіаційно-транспортної системи, яка забезпечує запобігання АП.

Система керування БП – системний та чіткий підхід, який визначає діяльність організації, спрямовану на керування БП для досягнення її прийняттого рівня [16].

Загальні принципи керування БП у системі організації повітряного руху базуються на трьох підходах, визначених ІКАО:

- ретроактивному підході;
- проактивному підході;
- прогнозованому підході.

До функцій СКБП за ретроактивного підходу належать:

- розслідування АП та інцидентів;
- дослідження й аналіз їх причин;
- розроблення рекомендацій щодо їх запобігання;
- контроль за станом БП;
- реалізація рекомендацій за результатами розслідувань;
- підготовка нормативних документів;
- інформаційне забезпечення суб'єктів авіаційної діяльності.

Ретроактивний підхід передбачає вжиття заходів реагування на події, пов'язані з БП у системі організації повітряного руху, після того, як сталася така подія, тобто за результатами проведеного розслідування [16].

Діяльність системи керування і нагляду за БП є координуючою і поширюється на всю авіаційну систему та гарантує у разі дотримання певних вимог щодо БП досягнення прийнятних рівнів характеристик БП.

У будь-який момент часу авіаційна транспортна система в цілому і кожна її підсистема перебувають в умовах, які постійно змінюються під впливом ряду факторів.

Виявлення їх негативного впливу на елементи системи організації повітряного руху на ранньому етапі – головне завдання проактивного підходу до керування БП.

Проактивний підхід на відміну від ретроактивного базується на функціонуванні системи керування БП провайдерів. Проактивний підхід, зокрема, визначає загрозу БП до того, як сталася подія, пов'язана з БП у системі організації повітряного руху.

Сучасна практика ІКАО у сфері керування БП наслідує системний підхід та більшою мірою спрямована на контроль за процесами, що відбуваються, а не на зусилля, які необхідні для проведення розслідувань та перевірок. Важливу роль для отримання інформації про негативний вплив на функціонування елементів системи організації повітряного руху під час використання проактивного та прогнозованого підходів відводиться системному підходу, системній методології.

Прогнозований підхід передбачає аналіз системних характеристик організації повітряного руху в умовах щоденного функціонування для визначення потенційних проблем у майбутньому [16].

Для пізнання системи організації повітряного руху недостатньо знань лише про функціонування її окремих частин. Використання методології системного підходу для встановлення загроз та небезпек БП дає змогу аналізувати діяльність не тільки всіх об'єктів обслуговування повітряного руху, але і їх взаємодію.

Системний підхід до керування БП передбачає впровадження і використання системного аналізу для виявлення системних факторів небезпек, загроз, ризику небезпек, які перешкоджають нормальному функціонуванню системи організації повітряного руху, призводять до обставин, які можуть стати причиною особливих ситуацій у польоті, катастрофи, аварії, інциденту тощо.

Використання системного аналізу під час дослідження функціонування системи організації повітряного руху передбачає:

- аналіз інформаційних потоків про події, пов'язані з БП у системі організації повітряного руху;
- виявлення джерел невизначеності в забезпеченні польотів, експлуатації аеродромів та радіотехнічних засобів, організації повітряного руху;
- виявлення, класифікацію та оцінювання джерел ризику в системі організації повітряного руху;

– розроблення принципів нагляду і керування БП для отримання доказів того, що система організації повітряного руху відповідає визначеним рівням БП, стандартам і рекомендаціям міжнародних авіаційних організацій.

Підхід до практичної реалізації викладеної концепції керування БП визначається головним чином загальним станом системи керування підприємством на той час, коли рішення про реалізацію концепції прийняте вищим керівництвом.

У кожному разі починати необхідно із прийняття концепції керування безпекою й проведення порівняльного аналізу фактичного стану БП з бажаним, тобто таким, що потрібен для реалізації концепції.

Результатом аналізу має стати індивідуальний для кожного регіонально-структурного підприємства план дій.

Основою для проведення такого аналізу повинен стати документ, що докладно описує процеси керування безпекою для реалізації концепції керування. Відповідно до ідеології керування необхідно виділяти суб'єкт керування, об'єкт керування, систему керування й зовнішнє середовище.

Наприклад, необхідно враховувати, що важливою особливістю виникнення АП та інцидентів є їх випадковий та ймовірнісний характер. Виникнення АП та інцидентів пов'язано з великою кількістю різноманітних факторів:

– складними метеорологічними умовами (поганою видимістю, низькою межею хмар, опадами, туманом, грозою, ожеледицею, зсувом вітру тощо);

– станом аеродрому (станом злітно-посадкової смуги, технічним станом маркувальних вогнів та знаків, надійністю охорони об'єктів від незаконного втручання в авіаційну діяльність тощо);

– станом радіотехнічних засобів забезпечення польотів (термінами експлуатації та придатності, своєчасністю проходження технічних оглядів та проведення відповідних регламентів тощо);

– станом авіаційного персоналу (статтю, віком, стажем роботи, наявністю діагнозу або захворювання, алкогольним або наркотичним сп'янінням і т.д.).

Різноманітні комбінації цих факторів визначають імовірність появи АП або інциденту.

Кожна особлива ситуація, яка виникає під час виконання польоту та обслуговування руху повітряного судна, співвідноситься з певним рівнем небезпеки і ризику, тобто з'являється ризик.

Ризик – це комбінація повної ймовірності або частоти події з негативним ефектом, що обумовлена небезпекою, або серйозність цього ефекту [16].

Фактори, які ініціюють зміну ситуації, можуть відбуватися не лише в нормальній, але й у кожній особливій ситуації.

Вияток становить катастрофічна ситуація, яку можна вважати ситуацією «без виходу». Тоді перехід у катастрофічну ситуацію може відбуватися як з нормальної, так і з кожної особливої ситуації. Тобто рівень БП визначається ймовірністю того, що в польоті не виникне така особлива ситуація, як катастрофічна.

Висновки

На даний момент необхідно створення методологічних рекомендацій щодо керування БП усіх складових компонентів авіаційної транспортної системи України. За основу можна взяти документи ІКАО, Євроконтролю, типове керівництво міжнародної групи з безпеки вертольотів, стандарти й методичні рекомендації США, Канади, Великобританії, Австралії. Ці матеріали можуть практично допомогти під час розроблення методики аналізу й оцінки ризиків БП. Складність розроблення такої методики полягає в тому, що відомі методики оцінювання ризиків технічних систем, засновані на розрахунках імовірності відмов, неефективні, коли система включає в себе технічні, організаційні та людські фактори.

Література

1. *Алексеев О.М.* Автоматизация процессов керування безпекою польотів в аеронавігаційній системі: дис. канд. техн. наук / О.М. Алексеев. – К.: НАУ, 2009. – 272 с.
2. *Аль-Аммори Али.* Анализ путей перехода от системной к процессной эффективности перспективных информационно управляющих систем воздушных судов нового поколения / Аль-Аммори Али // Проблемы безопасности полетов: информ. сб. – М.: ВИНТИ, 2007. – С. 51.
3. *Гузий А. Г.* Методология предотвращения авиационных происшествий через активное управление уровнем безопасности предстоящих полетов / А.Г. Гузий, В.В. Онуфриенко // Проблемы безопасности полетов: информ. сб. – М.: ВИНТИ. – 2006. – № 3.– С. 50.
4. *Гузий А. Г.* Концепция предотвращения авиационных происшествий и управление уровнем безопасности полетов / А.Г. Гузий, В.В. Онуфриенко // Тр. об-ва независимых исследователей авиационных происшествий. – М.: Полиграф, 2004. – Вып.16. – С. 160–168.
5. *Гузий А.Г.* Корпоративная информационно-аналитическая система управления уровнем безопасности полетов и предотвращения авиационных происшествий / А.Г. Гузий, Ю.А. Малевинский // Материалы Научных чтений по авиации, посвященных памяти Н.Е. Жуковского. – М.: ВВИА им. Н.Е. Жуковского, 2004. – С. 8–9.
6. *Гузий А.Г.* Методология активного управления уровнем безопасности предстоящих полетов в авиакомпании / А.Г. Гузий, В.В. Онуфриенко // Тр. об-ва независимых исследователей авиационных происшествий. – М.: Полиграф, 2005. – Вып. 17. – С. 52–62.
7. *Гузий А.Г.* Апостериорная оценка точности и надежности индивидуального и группового экспертного прогнозирования количества авиационных событий в авиакомпании / А.Г. Гузий, А.А. Симак // Проблемы безопасности: информ. сб. – М.: ВИНТИ, 2007. – №7.
8. *Гузий А.Г.* Методика промежуточной коррекции прогнозных оценок вероятностных показателей уровня безопасности полетов / А.Г. Гузий // Проблемы безопасности полетов: информ. сб. – М.: ВИНТИ, 2004. – №2.
9. *Гузий А.Г.* Методологический подход к экспертному прогнозированию уровня безопасности полетов / А.Г. Гузий, А.А. Чуйко // Проблемы безопасности полетов: информ. сб. – М.: ВИНТИ, 2006. – №10.
10. *Журавльова Л.А.* Концепція системної безпеки як основа дослідження відмовобезпеки системи «повітряне судно–екіпаж–середовище»/ Л.А. Журавльова // Проблеми аеронавігації: тематичний зб. наук. пр. – Кіровоград, 1997. – Вип. III, Ч. II. – С. 91–100.
11. *Зубков Б.В.* Безопасность полетов: уч. пособие / Б.В. Зубков. – К.: КИИГА, 1983. – 84 с.
12. *Зубков Б.В.* Основы безопасности полетов: учеб. пособие для средних специальных учеб. заведений / Б.В. Зубков, Е.Р. Минаев. – М.: Транспорт, 1987. – 143 с.
13. *Проактивне керування ризиками за людським фактором у цивільній авіації / О.М. Рева, С.І. Осадчий, О.М. Медведенко, Ю.М. Фоменко // Залізничний транспорт України: наук.-практ. журн. – 2008. – №6. – С. 54–59.*
14. *Рекомендации по эксплуатации автоматизированных систем управления воздушным движением. – М.: Воздушный трансп., 1986. – 88 с.*
15. *Харченко В.П.* Інтеграція засобів діагностики, прогнозування і керування рівнем безпеки польотів / В.П. Харченко, А.Е. Луппо, О.М. Алексеев. – Вісник НАУ. – 2007.– № 2 (32). – С. 43–49.
16. *Положення про нагляд за безпекою польотів у системі організації повітряного руху, затверджене наказом Міністерства транспорту та зв'язку України 31.05.2010 №320, зареєстроване в Міністерстві юстиції України 30.06.2010 за № 446/17741. – Режим доступу: www.rada.gov.ua.*