

УДК 629.735.067:519, 872 (045)

РУХЛІНСЬКИЙ В.М., голова Комісії зі зв'язків з ІКАО, міжнародними та міждержавними організаціями Міждержавного авіаційного комітету, доктор технічних наук

АЛЕКСЄЄВ О.М., доцент кафедри аеронавігаційних систем НАУ, кандидат технічних наук

ШВЕЦЬ О.В., командир повітряного судна Б-767-200 авіакомпанії «Аеросвіт», кандидат технічних наук

ЗАДОРЖНЯ А.О., студентка кафедри аеронавігаційних систем Інституту аеронавігації НАУ.

ХОДАКІВСЬКА Н.П., студентка кафедри аеронавігаційних систем Інституту аеронавігації НАУ.

РОЗРОБКА НОВОГО КРИТЕРІЮ ОЦІНКИ РІВНЯ БЕЗПЕКИ

У даній статті розробляється новий критерій оцінки рівня безпеки польотів, заснований на обчисленні значень ризику виникнення небезпечних ситуацій через величину збитку

Розробка нового підходу до оцінки рівня безпеки польотів (БП) заснована на використанні моделей 2- і 3-вимірних оцінок ризику в ситуаціях, обумовлених ризиковою подією \tilde{R} з однією або двома властивостями [2]:

$$\tilde{R} = \{\mu_1, \tilde{H}_R / \omega\} \quad \text{або} \quad (1)$$

$$\tilde{R} = \{\mu_1, \mu_2, \tilde{H}_R / \omega\}, \quad (2)$$

де μ_1 - міра ризику 1-го роду (невизначеність або випадковість появи негативного результату - ступінь ризику); \tilde{H}_R - міра наслідків або збитків (ціна або величина ризику); μ_2 - міра (функція) ризику 2-го роду, пов'язана зі структурною складністю подій, використовується як додатковий показник, що характеризує небезпеку, на яку наражається система в залежності від її структури; ω - умови досвіду або ситуація при експлуатації системи (клас безпеки або модель системи).

Формула (2) за моделями ризиків носить теоретичний характер і відповідає загальній концепції Міжнародної організації цивільної авіації (ІКАО) для критичних (вироджених) випадків при подіях типу катастроф, що відбуваються з імовірністю "майже нуль".

Надалі будемо використовувати тривимірну оцінку ризикових подій.

Представлена формула цілком відповідає усталеній практиці ІКАО з оцінки ризику і призначенням прийнятного ризику через величину "числа катастроф", що припадають на 1 млн. перевезених пасажирів.

Сформульована проблема є вкрай важливою, так як головним напрямком діяльності ІКАО є забезпечення безпечного та ефективного розвитку системи міжнародного повітряного транспорту.

Проте, методи і результати аналізу безпеки польотів багатьох провідних міжнародних організацій в одних і тих же регіонах істотно розрізняються.

Проте, методи і результати аналізу безпеки польотів багатьох провідних міжнародних організацій в одних і тих же регіонах істотно розрізняються.

Крім того, існуючі критерії та показники оцінки безпеки польотів, як абсолютні (кількість авіаційних подій або катастроф), так і віднесені до обсягу транспортної роботи (нальоту годин, кількості польотів, кількості перевезених пасажирів, кілометражу і т.п.) і не є повною мірою універсальними та не можуть достатньо об'єктивно оцінювати стан безпеки польотів як в окремих державах, так і в регіонах світу.

Додатково до цього є доцільним розробити новий критерій БП, що враховує пасажиромісткість повітряного судна, виживаємість пасажирів при авіаційній події, рівень (ризик) потенційної небезпеки на літаках типу аеробусів і літаках малої пасажиромісткості і т.п.

Нове формулювання поняття безпеки польотів, наведене в керівництві ІКАО (Doc 9859) від 2009 та прийняте світовою спільнотою, включає терміни "ризик", "школа" і "збитки", що вимагає створення процедури оцінки рівня безпеки польотів, заснованої на обліку не тільки фактичної, але і потенційної небезпеки авіаційних подій (прогнозування) [1].

Це повністю відповідає ідеології ІКАО, де даються коефіцієнти числа катастроф віднесені (нормовані) до числа перевезених пасажирів.

У разі тривимірних оцінок величини ризику, для випадку коли $\mu_2 = 1$ при $\mu_1 = 0$, необхідно розраховувати тільки сумарний збиток від трагічних подій.

З урахуванням викладеного, критерій збитку K_y , що співпадає за змістом з різновидом значення рівня ризику в 3-вимірній схемі, має вигляд

$$K_y \approx \tilde{R}_* (\mu_2, H_R / \omega_0, \mu_1 = 0). \quad (3)$$

При цьому K_y може бути заданий наступним чином:

$$K_y = \sum_{i=1}^{k_i} \frac{E_i}{N_\Sigma} \quad - \text{інтегрально}; \quad (4)$$

$$K_y = \sum_{i=1}^{k_i} \frac{E_{Li}}{N_{Li}} + \sum_{j=1}^{k_j} \frac{E_{Dj}}{N_{Dj}} \quad - \text{диференційовано}, \quad (5)$$

де перша сума (L) дає складову коефіцієнту збитку (витрат) безпосередньо від катастроф, друга сума (D) визначає величини фінансових втрат на компенсацію наслідків від значущих інцидентів; \tilde{R}_* - величина ризику для нового критерію.

Новий критерій збитку K_y визначається з урахуванням тяжкості збитків шляхом розрахунку диференційованих страхових виплат за тарифікатором Ллойда.

При цьому застосовуються частки обов'язкових страхових виплат D_{Si} за ознаками тяжкості шкоди: D_{S1} - виплата при наявності людських жертв; D_{S2} - виплата при виявленні поранених; D_{S3} - виплата за збитки третіх осіб; D_{S4} - компенсація вартості втраченого повітряним кораблем (ПК).

У цьому випадку додатково проводиться перерахунок обов'язкових виплат пропорційно тяжкості шкоди за допомогою коефіцієнтів λ_i по кожній нормі D_{Si} .

Формула для розрахунку нового коефіцієнта збитку має вигляд

$$K_{y*} = \frac{K_y}{N_n} \sum_{r=1}^{n_k} \sum_{i=1}^4 D_{Si}^{(r)} \cdot K_i^{(r)}, \quad (6)$$

де r - номер катастрофи; n_k - число розглянутих катастроф, i - номер коефіцієнту.

Кожний із показників можна використовувати окремо, щоб установити відмінності в масштабах понесених збитків при інцидентах з ПК.

У формулах всі компоненти зведені до календарного періоду T (наприклад, $T = 1$ рік), число переміщених пасажирів визначається в цілому для заданої авіатранспортної системи (регіону, країни, континенту і т.п.) в повній відповідності з концепцією ІКАО.

Виходячи з вищесказаного, додатково пропонується нова методика розрахунку якісних поправочних коефіцієнтів, яка заснована на використанні нормативних коефіцієнтів, що враховують страхові виплати за завдані збитки від авіаційної події. Виплати можна оцінити за офіційною статистикою збитків при відомих катастрофах, наприклад, по Ллойдю.

Для приведення нормативних значень до спільного знаменника необхідно за допомогою перевідних коефіцієнтів привести фактичні збитки до нормативів, установлених відповідними вимогами Монреальської Конвенції цивільної авіації (1998 р.), тобто ввести коефіцієнти λ_i у вигляді:

λ_1 - коефіцієнт, який пропорційний страховим виплатам за загибель пасажирів і членів екіпажу;

λ_2 - коефіцієнт, пропорційний страховим виплатам за поранених авіапасажирів і членів екіпажу;

λ_3 - коефіцієнт, який пропорційний страховим виплатам за шкоду, заподіяну третім особам;

λ_4 - коефіцієнт, який пропорційний страховим виплатам за пошкоджене (або втрачене) повітряне судно;

$\lambda_{нов}$ - коефіцієнт приведення у відповідність обов'язкових страхових виплат, призначених Варшавською Конвенцією і деякими Протоколами, до норм Монреальської Конвенції на період від 1998 р.

За допомогою запропонованої методики можна кількісно оцінити рівень безпеки польотів за вказаний період часу, при польотах на літаках регулярних і чартерних перевезень, а також на вертольотах і літаках малої авіації. Це дає можливість отримати комплексну й об'єктивну характеристику рівня безпеки польотів у масштабах окремої держави чи регіону.

У якості доказу об'єктивності аналізу безпеки польотів (нового критерію) пропонується розглянути відомі катастрофи:

- літака А-310 в а / п Іркутськ, РФ, 02.06.2006;
- літака А-320 в а / п Сан-Паулу, Бразилія, 18.07.2007.

У результаті першої загинуло 130 осіб і 52 людини отримали поранення, літак частково зруйнувався, було зруйновано безліч гаражів, що знаходились за злітно-посадковою смугою (ЗПС).

У результаті другої катастрофи загинуло 180 осіб, літак викотився за межі ЗПС і вривався в паливозаправний комплекс, який повністю згорів, при цьому згорів адміністративний будинок комплексу разом з устаткуванням. Частина людей в будівлі і комплексі загинули, а частина отримала поранення.

Вагову оцінку впливу кожної катастрофи на аналіз безпеки польотів в державі або регіоні можна отримати на основі нового критерію. При використанні рекомендованих критеріїв ІКАО буде:

а)
$$K_u = \frac{N_{\text{катастрофа}}}{N_{\text{об'єм перевезень}}} - \text{загальний показник};$$

б) випадок в Іркутську:

$$K_u (\text{Іркутськ, РФ}) = \frac{1}{N} = 2.941765 \cdot 10^{-6},$$

де N - кількість відправлених пасажирів у 2006 році в РФ.

в) випадок у Бразилії:

$$K_u (\text{Сан -Паулу, Бразилія}) = \frac{1}{N} = 2.0833 \cdot 10^{-6},$$

де N - кількість відправлених пасажирів у 2007 році в Бразилії.

У результаті відносна оцінка дає $\frac{K_{\text{Ірк...}}}{K_{\text{С.-П.}}} = 1.41$.

Тобто, за традиційною схемою виходить, що вага (значущість) Іркутської катастрофи в аналізі безпеки польотів держави в 1.4 рази вище, ніж катастрофи в Сан-Паулу.

Однак, якщо застосувати новий критерій у вигляді формули (6), то виходять інші результати (з урахуванням використання поправочних коефіцієнтів k_i за шкоду і завдані збитки).

У першому випадку страхові виплати (в Іркутській катастрофі) склали 31млн. доларів США. У другому - страхові виплати склали 240 млн. доларів США.

У результаті значення критерію збитку склало у першому випадку:

$$K_u (\text{Збитку Іркутськ}) = 0,9185924$$

У другому випадку значення критерію збитку отримало значення:

$$K_u (\text{Збитку Сан -Паулу}) = 5$$

Із результатів приведених розрахунків випливає, що втрати від катастрофи в Сан-Паулу виявилася в 5.4 рази більше, ніж Іркутської. Це повчальний приклад, який переконливо характеризує вплив вибору методики на якість аналізу безпеки польотів в державах або регіонах світової авіаційної спільноти. Обґрунтування

доцільності застосування нових критеріїв БП було представлено в робочих документах ІКАО [4], 36-ї Асамблеї ІКАО (2007 р.) і увійшла в основну Резолюцію Асамблеї. У 2007 році на розгляд робочої групи ІКАО був наданий вищенаведений критерій -"збиток". Він був прийнятий ІКАО та запроваджений в новій редакції РУБП Doc. 9859 Лютий ред. 2009 р. У цій редакції методика було доповнено врахуванням ряду непрямих витрат.

ЛІТЕРАТУРА

1. Алексеев О.М. Автоматизация процессов управления безопасностью полетов в аэронавигационной системе / О.М. Алексеев.– дис. канд. тех. наук НАУ, К.: 2009. – 272 с.
2. Руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП) (Doc. 9859-AN/460). Издание второе – 2009 год. – ИКАО, 2009
3. Куклев Е.А. Модели рисков катастроф как маловероятных событий в системах с дискретными состояниями. Сб. тр. Международной конференции "Системный анализ и системное моделирование". Санкт-Петербург; ЛЭТИ, 2003
4. Рухлинский В.М. Новый критерий количественной оценки уровня безопасности полетов. // Научный вестник МГТУ ГА, серия Эксплуатация воздушного транспорта и ремонт авиационной техники. Безопасность полетов, № 135, 2008
5. Рухлинский В.М.. О критериях оценки уровня безопасности полетов. // Материалы 36-й сессии Ассамблеи ИКАО – Канада, Монреаль, ИКАО, A36-WP/54 TE/12, 2007

Надійшла до редакції 29.10.2010