

АНАЛІЗ РИЗИКІВ ТА МЕТОД ВИБОРУ ЕФЕКТИВНОГО РІШЕННЯ ЇХ ЗМЕНШЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ ЕКСПЕРТНИХ ОЦІНОК

Розглянуто основні ризики в аеронавігаційних системах. Визначено додаткові ризики, які виникають при збільшенні інтенсивності польотів. Запропоновано методи зменшення впливу ризиків при збільшенні інтенсивності.

Ключові слова: аналіз ризиків, збільшення інтенсивності, інтенсивність, пропускна спроможність.

VICTOR PALAMARCHUK, OLEKSIH POLIUKHOVYCH, ALEKSANDER LUPPO
National aviation University, Kiev, Ukraine

RISK ANALYSIS AND SELECTION METHOD OF EFFECTIVE SOLUTION TO REDUCE THEM BY THE METHOD OF EXPERT EVALUATIONS

Purpose. To make analysis of aviation accidents and incidents in period 2009-2013 years. Based on our analysis prepare methods to decrease aviation risk for expert's evaluations. Based on evaluations find the most efficient methods for risks decreasing.

Methodology. We have made analysis of expert's evaluations for proposed methods of decreasing risk. All proposed methods to our experts were based on analysis of risks, which were caused aviation incidents or accidents around the world during 2009-2013 years.

Results. Based on our analysis and expert's evaluations we had find the most efficient methods to decrease aviation risks. Based on our analysis of expert's evaluations we can made conclusion that the most efficient method to decreasing aviation risk is to use 4-d trajectories.

Originality. We have provide analysis of methods, which can decrease aviation risk. Our methods based on method of expert evaluations. All experts have a great experience in aviation and most of them are air traffic controllers in Uksatse.

Practical value. We have propose methods to decrease aviation risk and increase capacity of ATC sectors based on experts evaluations. Using table 2 and figure 4, can be found best variant to decrease aviation risk.

Key words: risk analysis, increased flight intensity, flight intensity, method of expert evaluations.

Постановка задачі

Завдяки прийнятим світовою авіаційною спільнотою заходами з мінімізації ризиків, за останні десятиліття :

- зменшено вплив ризиків на безпеку польотів;
- розроблено методи зменшення рівня ризиків.

Аналіз негативних авіаційних подій у цивільній авіації дозволив розробити та запровадити методи для зменшення рівня ризиків, але вони не врахували ризиків пов'язаних із збільшенням інтенсивності польотів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Інтенсивність польотів за останні роки збільшилась в декілька разів та буде продовжувати збільшуватися [5].

Разом з ростом інтенсивності польотів, буде рости кількість ризиків. Дуже важливо покращити глобальну аеронавігаційну систему, щоб зменшити вплив інтенсивності польотів на безпеку [2].

Євроконтроль та ІКАО працюють над впровадженням глобальної сумісної системи для покращення рівня безпеки, зменшення затримки польотів, збільшення ефективності [1].

Постановка задачі

Мета роботи – дослідження ризиків, які виникають при збільшенні інтенсивності польотів та розробка методів для зменшення їх рівня.

Виявлення ризиків, які виникають під час збільшення інтенсивності та розробка методів зменшення їх впливу є надто важливим завданням безпеки польотів, оскільки з кожним роком збільшується кількість польотів та разом з ними зростає вплив ризиків та з'являються нові.

Основна частина

Небезпеки та ризики в аеронавігаційній системі. Керування факторами ризику – це вид основної діяльності, що забезпечує керування безпекою польотів і сприяє здійсненню інших організаційних процесів.

Термін «керування факторами ризику для безпеки польотів» на відміну від загальнішого терміну «керування факторами ризику» означає, що керування безпекою польотів не спрямоване безпосередньо на керування чинниками фінансового, правового, економічного ризику тощо, а в першу чергу стосується тільки керування чинниками ризику для безпеки польотів.

Навіть після зведення використання загального терміну ризику до конкретнішого терміну ризику для безпеки польотів все ще може виникнути нерозуміння тому, що поняття ризику є штучним поняттям.

Чинники ризику для безпеки польотів не є відчутним або видимими компонентами будь-якого фізичного або природного середовища. Для того, щоб зрозуміти чинники ризику для безпеки польотів або сформулювати образне поняття про них, необхідно уявити чинники ризику для безпеки польотів. Поняття

ризик для безпеки польотів – це те, що відомо як уявна концепція, тобто створена людиною штучна умовність. Якщо чинники небезпеки і наслідку є фізичними компонентами природного довкілля, чинники ризику для безпеки польотів насправді в ній не існують. Ризик для безпеки польотів – це продукт людської свідомості, призначений для того, щоб виміряти серйозність наслідків чинників небезпеки або «пронумерувати» їх.

Ризик для безпеки польотів визначається як оцінка наслідків небезпеки, виражена у вигляді прогнозованої вірогідності або серйозності. При цьому за контрольний орієнтир береться найгірша ситуація.

Складна взаємодія факторів, які в сукупності призводять до аварій ніколи не була більш очевидною, ніж при спробі зрозуміти і кількісно оцінити вплив людської продуктивності. В якості важливого компонента системи авіації, людина часто наводиться як слабка ланка в ланцюзі. Дійсно, існує багато статистичних даних, які демонструють, що основними факторами, які спричиняють аварії є «льотний екіпаж» або «людський фактор».

Однак більш збалансований погляд показує, що, людина є найгнучкішою ланкою, яка найкращим чином підходить для адаптування до змін та обставин в непередбачуваних ситуаціях. Також людина є останньою ланкою, яка взмозі відвернути можливість виникнення надзвичайної події. Проте людина є не єдиним фактором ризику в безпеці польотів.

Основні ризики в аеронавігаційних системах

До основних факторів, які призводять до аварій можна віднести:

- неправильність сприйняття ситуації;
- помилки при прийнятті рішення;
- не виконання вказівок диспетчерів ОПР;
- непорозуміння між пілотом та диспетчером ОПР;
- втома та перевтома;
- неякісна до підготовка екіпажу до виконання польоту;
- неякісне виконання обслуговування ПК;
- несприятливі погодні умови;
- низький рівень підготовки авіаційного

персоналу;

- відсутність досвіду та інші.

Для виявлення факторів ризику потрібний детальний аналіз авіаційних подій, тому використовують розподіл ризиків на групи.

До основних груп ризиків можна віднести:

- обслуговування повітряного руху;
- обслуговування ПС;
- конструкція ПС;
- навколишнє середовище;
- ризики при виконанні операцій;
- неправильну роботу аеронавігаційних

засобів та інші.

На рисунку 1 показано які з груп ризиків мають найбільший вплив на безпеку польотів. Роблячи висновок на основі даних зображених на рисунку 1, можна побачити, що основна кількість авіаційних подій виникають в результаті не правильного виконання певних операцій.

Операції з виконання заходу на посадку та сама посадка ПС є одними з найбільш помилкових операцій.

Враховуючи дані рисунку 2, можна побачити основні ризики при заході на посадку та зробити висновок, що основна загроза – це помилкове виконання тієї чи іншої операції. Також важливу роль відіграють погодні умови, за яких виконується політ. В умовах високої інтенсивності ризики зображені на рисунку 2 можуть збільшуватися в декілька разів.

Збільшені інтенсивності польотів призведе до збільшення ролі авіаційних ризиків в безпеці польотів. До ризиків, які збільшать вплив на безпеку, можна віднести наступні:

- втома та перевтома авіаційного персоналу;
- недостатній рівень підготовки авіаційного персоналу;
- тиск часових рамок на виконання певних операцій;
- непорозуміння між пілотом та диспетчером ОПР;
- свідоме виконання невірних операцій;
- нерозуміння повітряної обстановки та інші.

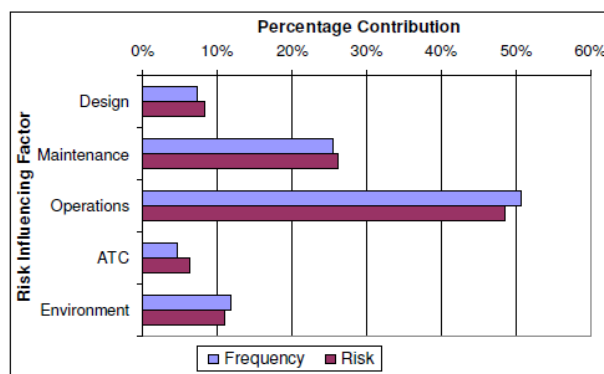


Рис. 1. Розподіл факторів ризику в загальній кількості аварій та загального ризику [1]

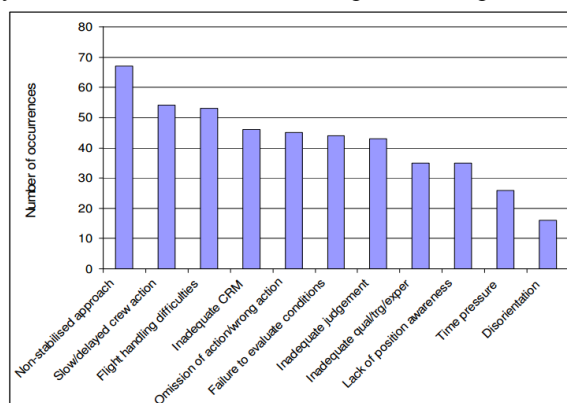


Рис. 2. Причини аварій при заході на посадку та самій посадці [1]

Вище наведені ризики будуть відігравати важливу роль в дотриманні допустимого рівня авіаційної безпеки, оскільки при досягненні максимальних значень пропускної спроможності сектору, диспетчера та аеродрому є дуже небезпечним. Для підготовки авіаційного персоналу для роботи в умовах постійної високої інтенсивності потрібен час, також він потрібен для введення заходів для підвищення пропускної спроможності.

Аналіз стану безпеки польотів. Авіаційне співтовариство завжди із задоволенням відзначає покращення результатів своїх зусиль спрямованих на забезпечення безпеки польотів.

Аналізуючи міжнародні дані за період 2009-2013 років, можна зробити висновок про зменшення кількості авіаційних подій.

Частота авіаційних подій протягом 2013 року в світі зменшилась на 13%, склавши 2,8 на мільйон вильотів, в порівнянні з 2012 роком: 3,2 на мільйон вильотів.

Кількість авіаційних подій із смертями в 2013 році залишилась без змін склавши – 9, при цьому загальна кількість загиблих зменшилась до 173 осіб. В порівнянні з 2012 роком – зменшення склало 55%. При використанні 2010 року як основи для порівняння, кількість загиблих зменшилась на 72%.

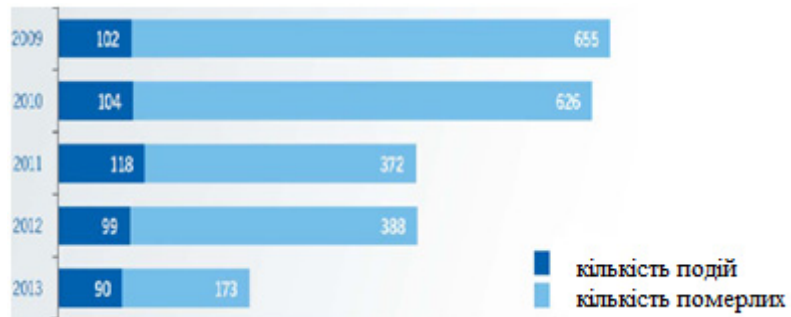


Рис. 3. Кількість авіаційних подій 2009-2013рр.[5]

Методи зменшення рівня ризиків. Проблему мінімізації ризиків можливо вирішити лише в глобальному масштабі. Євроконтроль, наприклад, запропонував концепцію єдиного повітряного простору (SingleSky) та глобальної сумісності (Interoperability), які допоможуть вирішити європейські та світові проблеми з пропускною спроможністю, ефективного використання повітряного простору та інше. А це в свою чергу, приведе до мінімізації ризиків та їх впливу на безпеку польотів.

Для мінімізації також можна використовувати наступні методи:

- запровадження більш точних навігаційних систем;
- запровадження мінімальних безпечних інтервалів та норм ешелонування;
- зведення до мінімуму обмеження використання повітряного простору;
- практична підготовка авіаційного персоналу в умовах високої інтенсивності;
- використання часового розподілу прильоту та вильоту;
- розробка та впровадження нових маршрутів польоту;
- вдосконалення існуючих та розробка нових маршрутів SID та STAR;
- моніторинг сезонних збільшень кількості польотів та підтримання їх кількості в умовах максимальної допустимої пропускної спроможності.

Яскравим прикладом успішної підготовки до дії в умовах високої інтенсивності продемонструвала Україна під час проведення Євро-2012.

Методи вибору фактору зменшення ризику.

Для вибору фактору зменшення ризику використаємо метод експертних оцінок.

Для отримання найбільш коректних оцінок нами було вибрано групу експертів, якій було запропоновано заповнити анкету. Кожному експерту було запропоновано оцінити наступні фактори:

- збільшення секторизації повітряного простору;
- удосконалення схем SIDi STAR;
- обмеження на використання повітряного простору;
- удосконалення маршрутів ОІР;
- використання PBN/RNAV;
- використання 4D траєкторій.

Було запропоновано оцінити фактори за шкалою від одного до десяти. Найефективніший фактор – 10, а найменш – 1.

Кожен фактор зменшення ризику необхідно було оцінити за чотирма заданими критеріями:

- економічність;
- безпека;
- регулярність;
- ефективність.

Зразок заповнення анкети експертом номер 1, наведено у таблиці 1.

Визначаємо середнє значення оцінок експертів:

$$R_{spi} = \frac{\sum_{j=1}^m R_j}{m};$$

m = 5, n = 4

Приклад заповнення картки індивідуальних переваг

Критерії	Критерії				
	економічність	безпека	регулярність	ефективність	
Альтернативи	збільшення секторизації повітряного простору	3	6	7	2
	удосконалення схем SID & STAR	9	8	7	9
	обмеження на використання повітряного простору	3	8	9	8
	удосконалення маршрутів ОПР	7	9	6	8
	використання PBN/RNAV	10	8	10	9
	використання 4Дтраєкторій	9	10	9	10

Для оцінки погодженості думки експертів визначаємо:

- дисперсію;
- середньоквадратичне відхилення;
- коефіцієнт відхилення.

Дисперсію розраховуємо за формулою:

$$D_i = \frac{\sum_{i=1}^m (R_{zp} - R_i)^2}{m-1}$$

Середньоквадратичне відхилення:

$$\sigma_i = \sqrt{D_i}$$

Коефіцієнт відхилення:

$$v_i = \frac{\sigma_i}{R_{zpi}} \cdot 100\%$$

Коефіцієнт відхилення $v < 33\%$ означає, що думки експертів по оцінюванню альтернатив співпадають.

Після опрацювання анкет експертів було складено матрицю групових переваг, наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Матриця групових переваг

Критерії	Критерії			
	економічність	безпека	регулярність	ефективність
збільшення секторизації секторів ОПР	4	5	6	3
удосконалення схем SID & STAR	8	7	6	10
обмеження на використання повітряного простору	4	7	8	7
удосконалення маршрутів ОПР	6	8	5	7
використання PBN/RNAV	9	7	9	8
використання 4Д траєкторій	10	9	10	9
Rсер	6,833333333	7,166666667	7,333333333	7,333333333
Дисперсія	6,566666667	1,766666667	3,866666667	5,866666667
відхилення	2,562550813	1,329160136	1,966384161	2,422120283
коефіцієнт відхилення, %	32,5007436	18,5464205	26,81432946	31,02891295
C	0,458333333	0,541666667	0,583333333	0,583333333
ваговий коефіцієнт	0,211538429	0,249999962	0,269230728	0,269230728

Для більш наглядної демонстрації отриманих результатів побудуємо гістограму. З рисунку 4 та таблиці 2 видно, що запропоновані нами фактори зменшення ризиків в умовах збільшення інтенсивності польотів, найбільший вплив мають на регулярність та ефективність повітряного руху.

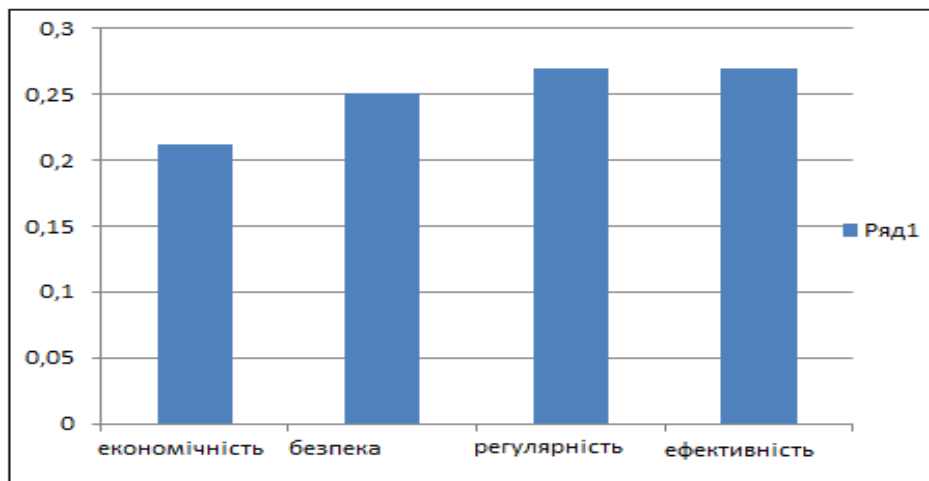


Рис. 4. Групові переваги

Висновки

Для більш чіткого аналізу можливих ризиків при збільшенні інтенсивності потрібен глибокий аналіз авіаційних подій, які траплялися при високій інтенсивності.

Спрогнозувати та розробити механізми дотримання ризиків на допустимому рівні в умовах високої інтенсивності досить важко. Але враховуючи наші розрахунки, за допомогою методу експертних оцінок, вдалося визначити думки професіоналів в авіаційній галузі та встановити, що найбільший вплив на дотримання безпеки польотів буде мати регулярність повітряного руху. Оскільки великий вплив на процес мінімізації ризиків має прогнозування потоків повітряного руху.

Оскільки ріст інтенсивності може відбуватися за рахунок несприятливих погодних умов, введення в дію обмеження використання повітряного простору та найбільш прогнозоване це збільшення кількості польотів та інше.

Однозначно, що при збільшенні хоча б на 1% інтенсивності польотів, відбудеться збільшення ролі певної кількості факторів ризику. Що в свою чергу потребує швидкої реакції авіаційного персоналу.

Література

1. International General Aviation and Corporate Aviation Risk Assessment (IGA-GARA) Project. Department of Air Transport Cranfield University, 2005, 79p.
2. Козлов В.В. Безопасность полетов: от обеспечения к управлению/ В.В. Козлов.-М. Аэрофлот, 2010.-270с.
3. Руководство по управлению безопасностью полетов.-Монреаль, ИКАО-2009.-308с.
4. Энциклопедия безопасности авиации/ М.С. Кулик, В.П. Харченко и др.-К.: Техника,2008.-1000с.
5. ICAO safety report //www.icao.int/safety/Documents/ICAO_2014%20Safety%20Report_final_02042014_web.pdf
6. Рева О.М. Прийняття рішень шляхом виявлення системи пріоритетів (переваг) авіаспеціаліста: Методичні вказівки до вивчення курс «Основи теорії прийняття рішень»/ О.М. Рева. – Кіровоград: ДЛАУ, 1996. –18 с.

References

1. International General Aviation and Corporate Aviation Risk Assessment (IGA-GARA) Project. Department of Air Transport Cranfield University, 2005, 79p.
2. Kozlov V.V. Bezopasnost' poletov: ot obespechenija k upravleniju. Moscow, Ajeroflot, 2010, 270 p.
3. Rukovodstvo po upravleniju bezopasnost'ju poletov.Monreal', ICAO, 2009, 308 p.
4. Kulik, M.S., Harchenko V.P. i dr. Jenciklopedija bezopasnosti aviacii. Kiev, Tehnika,2008,1000 p.
5. ICAO safety report //www.icao.int/safety/Documents/ICAO_2014%20Safety%20Report_final_02042014_web.pdf
6. Reva O.M. Pryiniattia rishen shliakhom vyjavlennia systemy priorytetiv (perevah) aviaspetsialista: Metodichni vказivky do vyvchennia kurs «Osnovy teorii pryiniattia rishen». Kirovohrad, DLAU, 1996, 18 p.

Рецензія/Peer review : 25.9.2015 p.

Надрукована/Printed :15.11.2015 p.