

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія аеронавігація

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

навчальної дисципліни
«Безпека авіації: *Безпека авіації*» обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Авіаційний транспорт (Оператор безпілотних літальних апаратів)

272 Авіаційний транспорт

ТЕМА 3. МОДЕЛІ ОЦІНКИ РИЗИКУ ЗІТКНЕННЯ ПС, ЯКІ ПРИЙНЯТІ ІСАО

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.2023 № 7

СХВАЛЕНО

Методичною радою Кременчуцького
льотного коледжу Харківського
національного університету
внутрішніх справ
Протокол від 28.08.2023 № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.2023 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії аеронавігації, протокол від 28.08.2023 р.

Розробник:

Викладач циклової комісії аеронавігації, спеціаліст вищої категорії Журід В.І.

Рецензенти:

1. Професор циклової комісії аеронавігації, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, викладач-методист Тягній В.Г.
2. Професор циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, к.т.н., спеціаліст вищої категорії Гаврилюк Ю.М.

План лекції:

1. Модель для оцінки технічного ризику.
2. Модель оцінки технічного ризику при польоті по тому ж маршруту.
3. Модель для оцінки технічного ризику для пар повітряних суден на пересічних маршрутах.
4. Модель для оцінки ризику внаслідок експлуатаційних помилок.

Навчальна та наукова література

1. Бабак В.П. Безпека авіації. Київ «Техніка», 2004.
2. Постанова Верховної Ради. Повітряний кодекс України. Керівний . Київ, 2011.
3. Міністерство транспорту України. Правила польотів у класифікованому повітряному просторі України. Наказ № 293, 295. Київ. 16.03.03, 04.05.05.

Додаткова література

1. Керівництво по розслідуванню АП та інцидентів
в. Дос 9756-A №965. Монреаль, 2000.
2. Правила розслідування АП з цивільними ПС в Україні. Київ, Державіаслужба, 2005-2010.
3. Керівництво по запобіганню авіаційних пригод
Дос 9433-AN №923 Монреаль, ІКАО, 1987.

МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО РИЗИКУ

Модель сукупного технічного ризику (Naz), вираженого у вигляді суми трьох основних типів ризику зіткнення, являє собою наступну формулу:

$$\text{Naz (Technical)} = \text{Naz (same, technical)} + \text{Naz (opposite, technical)} + \text{Naz (cross, technical)}, (1)$$

Параметр CRM Опис.

Naz (Technical) Очікувана кількість авіаційних подій, що припадає на 1 год. польоту повітряного судна, внаслідок зіткнення в результаті втрати запланованого інтервалу вертикального ешелонування 300 м (1000 фут) між парами повітряних суден, що знаходяться на суміжних ешелонах польоту.

Naz (Same, technical) Очікувана кількість авіаційних подій, що припадає на 1 ч польоту повітряного судна, внаслідок зіткнень в результаті втрати запланованого інтервалу вертикального ешелонування в 300 м (1000 фут) між парами повітряних суден, що виконують політ.

Зазначений матеріал був спочатку опублікований в документі NAT Doc 002, який перестає перевидатися; однак додаток до нього все ще є в наявності.

Експлуатаційні правила та практика для регіональних контрольних агентств щодо застосування мінімуму вертикального ешелонування

Дод N-2 300 м (1000 фут) між ЕП 290 і ЕП 410 включно

Параметр CRM Опис. по тому ж маршруту в тому ж напрямку на суміжних ешелонах польоту *Naz (opposite, technical)* Очікувана кількість авіаційних подій, що припадає на 1 ч польоту повітряного судна, внаслідок зіткнень в результаті втрати запланованого інтервалу вертикального ешелонування в 300 м (1000 фут) між парами повітряних суден, що виконують політ за тим же маршрутом у зустрічних напрямках на суміжних ешелонах польоту.

Naz (Cross, technical) Очікувана кількість авіаційних подій, приходящеся на 1 г. польоту повітряного судна, внаслідок зіткнень в результаті втрати запланованого інтервалу вертикального ешелонування в 300 м (1000 фут) між парами повітряних суден, що виконують політ за пересічних маршрутах на суміжних ешелонах польоту.

МОДЕЛЬ ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО РИЗИКУ ПРИ ПОЛЬОТІ ПО ТОМУ Ж МАРШРУТУ

Модель, що підходить для оцінки технічного ризику при польоті по тому ж маршруту в одному або зустрічних напрямках на суміжних ешелонах польоту, має такий вигляд:

Naz (Same-route, technical) = *Naz (same, technical)* + *Naz (opposite, technical)*, де параметри моделі, представлені у формулі (2), визначені в таблиці N-2.

Таблиця N-2. Параметри моделі технічного ризику при польоті по тому ж маршруту

Параметр CRM Опис.

S_z Мінімум вертикального ешелонування, P_z (S_z) Імовірність того, що два повітряних судна, номінально розділених мінімумом вертикального ешелонування (S_z), знаходяться в стані вертикального перекриття.

$P_y(0)$ Імовірність того, що два повітряних судна, що виконують політ по одній і тій же лінії шляху, знаходяться в стані бокового перекриття.

λ_x Середня довжина повітряного судна.

λ_y Середній розмах крила повітряного судна.

Додавання N Дод N-3

λ_z Середня висота повітряного судна з прибраними шасі.

S_x Довжина поздовжнього ілюмінатора, використовувана для розрахунку параметра завантаженості ".

E_z (Same) Значення параметра вертикальної "завантаженості" при польоті в одному напрямку для пари повітряних суден, що знаходяться на суміжних ешелонах на одному і тому ж маршруті.

E_z (Opp) Значення параметра вертикальної "завантаженості" при польоті у зустрічних напрямках для пари повітряних суден, що знаходяться на суміжних ешелонах на одному і тому ж маршруті.

ΔV Середнє значення відносної швидкості уздовж лінії шляху між повітряними суднами, які виконують політ за маршрутами в одному напрямку.

V Середнє абсолютне значення шляховий швидкості повітряного судна.

u V Середнє абсолютне значення відносної швидкості польоту по пересічних лініях шляху для пари повітряних суден, номінально знаходяться на одній і тій же лінії шляху.

z V Середнє абсолютне значення відносної вертикальної швидкості пари віз-задушливих судів, повністю втратила інтервали вертикального ешелонування.

Термін "перекриття", який використовується в таблиці N-2, означає, що центри маси тієї чи іншої пари повітряних суден в заданому вимірі розташовані принаймні так само близько один до одного, як протяжність (довжина, розмах крила або висота) середнього повітряного судна в цьому ж вимірі.

Параметри "завантаженості" E_z (same) і E_z (opp) у формулі (2) представляють собою міру відносної щільності повітряних суден на суміжних ешелонах польоту на одному і тому ж маршруті.

Альтернативним запобіжним такої щільності є частота прольотів або кількість повітряних суден на 1 г. польоту на суміжному ешелоні, які проходять повз типового повітряного судна. Аналогічно параметрам "завантаженості" частота прольотів визначається для повітряних суден на суміжних ешелонах, які виконують польоти в одному і зустрічних напрямках, і умовно позначається як N_x (same) і N_x (opp). взаємозв'язок між

частотою прольотів і "завантаженістю" показана нижче:

МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО РИЗИКУ ДЛЯ ПАР ПОВІТРЯНИХ СУДЕН НА ПЕРЕСІЧНИХ МАРШРУТАХ

Загальний вигляд моделі, використовуваної для оцінки ризику зіткнення між повітряними суднами, які виконують політ на суміжних ешелонах по пересічних маршрутах, як це показано в томі 2 документа Doc 9536, являє собою наступну формулу:

Експлуатаційні правила та практика для регіональних контрольних агентств щодо застосування мінімуму вертикального ешелонування Дод N-4 300 м (1000 фут) між ЕП 290 і ЕП 410 включно $Naz(\text{Cross, technical}) = P_z (S_z) Ph ((2 v_h / \pi \lambda h) (3) + (V_z V / 2\lambda z))$, де параметри моделі визначаються в таблиці N-3.

Таблиця N-3. Параметри моделі ризику зіткнення на пересічних маршрутах
Параметр CRM Опис $Naz(\text{Cross, technical})$ Кількість катастроф на 1 ч польоту внаслідок втрати інтервалу вертикального ешелонування між повітряними суднами, виконуємою політ на суміжних ешелонах по пересічних маршрутах
 S_z Мінімум вертикального ешелонування.

$P_z (S_z)$ Імовірність того, що два повітряних судна на суміжних ешелонах польоту на пересічних маршрутах, номінально розділених мінімальним інтервалом вертикального ешелонування S_z , знаходяться в стані вертикального перекриття.

Ph Імовірність того, що два повітряних судна на суміжних ешелонах польоту і пересічних маршрутах знаходяться в стані перекриття в горизонтальній площині
 v_h Середня відносна швидкість в горизонтальній площині пари повітряних суден на суміжних ешелонах польоту і пересічних маршрутах в період їхнього перебування в

стані перекриття в горизонтальній площині.

λh Середній діаметр диска, використовуваного для подання форми повітряного судна в горизонтальній площині.

Необхідно відзначити, що дана загальна форма моделі передбачає належний облік RMA кутів перетину маршрутів. Більш детальна і повна форма моделі технічного ризику для пересічних маршрутів наводиться в додаванні А до документа RVSM 830 "EUR RVSM Mathematical Supplement" Європейської організації з безпеки повітряної навігації (Євроконтроль) (серпень 2001 р.)

МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦІНКИ РИЗИКУ ВНАСЛІДОК ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОМИЛОК

Модель для оцінки ризику внаслідок експлуатаційних помилок має той же вигляд, що і формула вище, з одним винятком. Імовірність вертикального перекриття $P_z (S_z)$ для повітряних суден із запланованим інтервалом вертикального ешелонування S_z замінюється наступним рівністю:

$P_z (n \times S_z) = P_z (0) P_i$, (4), де параметри визначаються в таблиці N-4.

Таблиця N-4. Визначення параметрів, необхідних для моделі експлуатаційного ризику

Параметр CRM Опис.

$P_z (N \times S_z)$ Імовірність вертикального перекриття внаслідок помилок, що призводять до відхилень в цілих кратних одиницях від стандарту вертикального ешелонування S_z

$P_z (0)$ Імовірність того, що два повітряних судна, номінально виконують політ на одному ешелоні, знаходяться в стані вертикального перекриття.

P_i Частка сумарного польотного часу на неправильних ешелонах при використанні даної системи.

Частка сумарного часу, витраченого при польоті на неправильних ешелонах (P_i), зазвичай розраховується на основі наявних даних про експлуатаційні помилки за останні 12 міс.