

DOI: 10.18372/2310-5461.43.13990

УДК 656.072.7: 626.735.33

Г. М. Юн, д-р техн. наук, проф.
Національний авіаційний університет
orcid.org/0000-0003-1888-8389
e-mail: yun@ua.fm;

А. М. Валько, старш. викл.
Національний авіаційний університет
orcid.org/0000-0003-0394-6304
e-mail: pasoshka@ukr.net;

І. В. Борець, канд. пед. наук, доц.
Національний авіаційний університет
orcid.org/0000-0002-4477-4716
e-mail: boretc.irina@gmail.com

ВИМІРНІСТЬ І СУБ'ЄКТИВНІСТЬ ОЦІНОК МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПІД ЧАС ПРОГНОЗУВАННЯ РІВНЯ АВІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ

Вступ

Боротьба з тероризмом та забезпечення авіаційної безпеки (АБ) — одне з головних завдань держави, що спонукає до постійної підтримки системи авіаційної безпеки на належному рівні.

Стандарти і рекомендації Міжнародної організації цивільної авіації (ICAO) потребують періодичного контролю щодо забезпечення заходів цивільної авіації від актів незаконного втручання.

Вирішуючи наукове завдання стосовно розробки математичної моделі взаємодії служб аеропорту при виникненні надзвичайних ситуацій в аеропортовій системі, важливо визначити системний погляд на всі викладки проаналізованого математичного моделювання, що дасть змогу забезпечити високоякісний аналіз системи управління контролю на авіаційну безпеку при обслуговуванні пасажирів та обробки багажу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Вивченням питань оцінки математичного моделювання при прогнозуванні рівня авіаційної безпеки займалося широке коло науковців: М. І. Оченков, Л. М. Єлісов, С. В. Громов [1, 2, 3, 4], Є. О. Куклев [5, 6], та інші відомі вітчизняні та зарубіжні науковці в галузі авіаційного транспорту.

Метою статті є оцінка математичного моделювання при формалізації предметної області, пов'язаної з авіаційною безпекою в цивільній авіації.

Виклад основного матеріалу

Проаналізувавши більшість національно- та міжнародно-правових джерел, що стосуються галузі авіаційної безпеки, зокрема, положення Повітряного Кодексу України, ЗУ «Про Державну програму авіаційної безпеки цивільної авіації» від 21.03.2017, Додатку 17 до «Конвенції про міжнародну цивільну авіацію: Безпека», можна дійти висновку, що «авіаційна безпека» — це захист цивільної авіації від актів незаконного втручання, який забезпечується комплексом заходів із залученням людських та матеріальних ресурсів.

Однак, найпоширеніше тлумачення «авіаційної безпеки» несе лише нормативно-правове визначення терміну. З практичної ж точки зору, пояснення даного визначення потребує наступних ремарок:

1. Згідно з Повітряним кодексом України [7], безпека авіації — це стан цивільної авіації, за якого ризик завдання збитків людям чи майну знижуються до прийнятого рівня у результаті безперервного процесу визначення рівня небезпеки і керування ним та утримується на такому рівні, або знижується далі у сферах безпеки польотів, авіаційної безпеки, охорони навколишнього середовища, економічної безпеки та інформаційної безпеки. Виходячи з даного визначення, доцільно зробити припущення, що галузь цивільної авіації можна розглядати і вивчати як систему, де безпека авіації — це стан даної системи, який описується показниками безпеки польотів, авіаційної безпеки, економічної безпеки та ін.

2. Оскільки «авіаційна безпека» — сфера впливу на стан безпеки авіації [7], то, для проведення оцінки такого впливу «авіаційну безпеку» можна розуміти як «стан», який сам по собі є підсистемою.

3. Таким чином, для досягнення мети дослідження авіаційної безпеки, а саме, розробки моделей оцінювання та прогнозування її рівня, «авіаційну безпеку» доцільно визначати як стан забезпечення захисту цивільної авіації від актів незаконного втручання, що забезпечується комплексом заходів із залученням людських та матеріальних ресурсів.

Отже, ми розглядаємо «авіаційну безпеку» як стан забезпечення захисту цивільної авіації від актів незаконного втручання, який забезпечується комплексом заходів із залученням людських та матеріальних ресурсів.

Галузь цивільної авіації можна розглядати і вивчати як систему, де безпека авіації — це стан даної системи, який описується показниками безпеки польотів, авіаційної безпеки, економічної безпеки та ін. На рис. 1. наведено співвідношення галузей безпеки авіації. Системи авіаційної безпеки в аеропортах мають бути надійними та відповідати світовим стандартам.

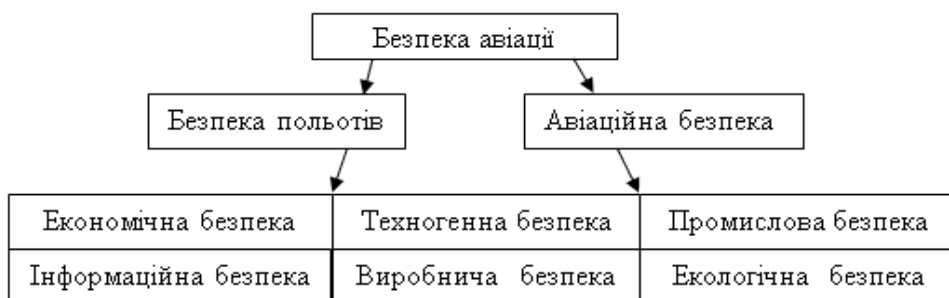


Рис. 1. Співвідношення галузей безпеки авіації

Варто зазначити, що для аеропортів різних країн вміст оптимальних схем забезпечення безпеки неоднаковий.

Міжнародні авіаційні організації постійно посилюють вимоги та вимагають удосконалювати технічне і технологічне забезпечення процесів контролю на авіаційну безпеку (АБ) при обслуговуванні пасажирів та обробки багажу. Разом з тим підвищується рівень технічного оснащення аеропортів, але з'являються і нові методи та засоби здійснення актів незаконного втручання, які ставлять під загрозу безпечну діяльність цивільної авіації.

На сьогодні поняття «авіаційна безпека» може розглядатися у двох ключах: як стан захищеності авіації від незаконного втручання в діяльність в галузі авіації, або як комплекс заходів, а також людські та матеріальні ресурси, призначені для захисту цивільної авіації від актів незаконного втручання.

Акти незаконного втручання з точки зору безпеки фіксуються, аналізуються, досліджуються, на основі чого розробляються заходи щодо недопущення причин/факторів негативних подій в майбутньому. На рис. 2 наведено динаміку АНВ в аеропортах світу за 18 років.

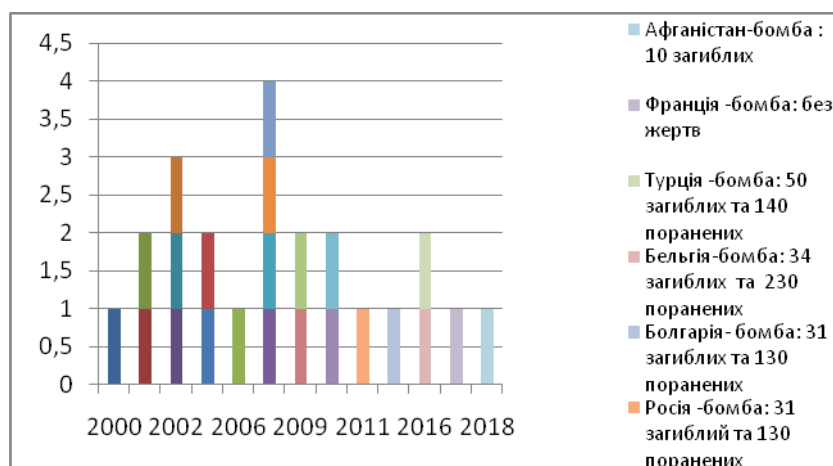


Рис. 2. Динаміка АНВ в аеропортах світу за 18 років [8]

Виходячи з наведених міркувань і припущень, що окремого науково-вивченого і обґрунтованого понятійного апарату для оцінювання авіаційної безпеки аеропорту на сьогодні не існує, це питання має сенс вивчатися у контексті більш широкого поняття «авіаційна безпека».

З урахуванням того, що події в цій галузі є досить рідкісними, статистичні дослідження не дають бажаного ефекту. З іншого боку, фактор часу при реалізації організаційного управління носить відносний характер, практично не оцінюється і не пов'язаний з процедурами виявлення і ліквідації небезпек, тобто забезпечення авіаційної безпеки аеропорту на основі організаційного управління не може розглядатися з точки зору оптимального управління.

З'являється складне завдання по оцінці рівня авіаційної безпеки об'єктів цивільної авіації. Причому, якщо ставити задачу управління безпекою на основі цієї оцінки, то вона повинна мати кількісний еквівалент, тобто рівень авіаційної безпеки об'єкту повинен бути виражений числом. Відразу виникає проблема існування фізичного сенсу величини, що відображає рівень безпеки і одиниць її вимірювання, не кажучи вже про методи вимірювання.

Авіаційна безпека як предмет наукової діяльності являє собою досить молодий і новий напрям у науці. Варто зазначити, що навіть як поняття вона існує всього декілька десятків років. Головним завданням авіаційної безпеки є забезпечення такого її рівня, який є прийнятним на даному етапі функціонування об'єктів цивільної авіації, тобто з'являється потреба управляти рівнем авіаційної безпеки [6].

Таким чином, виходячи з актуальності даного питання, аналізуючи літературні джерела можна виділити на сьогодні найактуальнішими математичними моделями, що оцінюють рівень авіаційної безпеки аеропорту є:

1. **Математична модель «ризиків» авіаційної безпеки аеропорту** — є наукові праці М. Ю. Смурова, Є. О. Куклева, В. Г. Євдокимова та Г. М. Гіпіча [9; 10].

Ризикова подія як математична категорія — це дискретна подія з подвійними властивостями, такими як: імовірність та збитки. Тоді оцінка ризику як кількість небезпеки в системі з ризиковою подією спочатку задається безліччю відповідних показників, а потім складається в інтегральному вигляді: у балах або в індикаторах за допомогою матриць аналізу ризиків.

За допомогою матриці ризиків визначається ступінь небезпеки прояву тероризму:

$$\Omega = \omega_0 \cup \omega_1 \cup \emptyset; \quad (1)$$

$$\omega_1 = \bar{A} \equiv R; \quad (2)$$

$$\hat{R} = f(K, U); K = 1, \dots, 5; U = A, \dots, E; \quad (3)$$

Наслідок 1:

$$R = \{\mu_1, H_R | \sum o\}. \quad (4)$$

Наслідок 2:

$$\tilde{R} \rightarrow \tilde{R}_{\square} \Rightarrow \tilde{R}_{\square} = \{\tilde{R}_{\square j}\}; \quad (5)$$

$$\hat{R}_{\square} = f_R(\hat{R}_{\square} | \sum o) \equiv f_R(\mu_{1\square}, \mu_{2\square}, \tilde{H}_{\square} | \sum o). \quad (6)$$

2. **Математична модель «вразливості» авіаційної безпеки аеропорту** — у даний час дослідженнями моделей такого роду займаються М. І. Овченков та Л. М. Єлісов [2; 3; 4].

Запропонована концепція моделі «вразливості» використовує аналогію поняття «якість» і «вразливість» і те, і інше — ступінь відповідності між вимогами і реальними характеристиками.

Кожному критичному (КЕ) елементу ставиться у відповідність показник якості (ПЯ).

Тоді, ієрархічна структура ПЯ захисту критичних елементів аеропорту набуває вигляду (рис. 3):

$$R = P_i \sum_{i=1}^n Q_i S_i; \quad (7)$$

$$\mu_j = \frac{\prod_{i=j}^p \beta_i}{\sum_{j=1}^p \prod_{i=j}^p \beta_i}, \quad (8)$$

де $B = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p)$ — вектор оцінок ризиків;
 $M = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_p)$ — вектор вагових коефіцієнтів.

Алгоритм реалізації кваліметричної оцінки вразливості наведений на рис. 4.

3. Даними авторами розглядається і 3 модель, де Н. І. Овченков і Л. Н. Єлісов пропонують **Математичну модель інтегральної безпеки повітряного транспорту** і дають нове тлумачення поняттю «інтегральна безпека повітряного транспорту» (рис. 5) [11].

Інтегральна безпека повітряного транспорту — це стан авіаційної транспортної системи, який гарантує прийнятний рівень безпеки особистості в умовах реалізації авіаційних послуг та авіаційних робіт.

Але, тоді потрібно щодо прийнятного рівня інтегральної безпеки розробити методологію оціночних процедур, для чого необхідно вирішити проблеми формалізації і моделювання. Автори Н. І. Овченков і Л. Н. Єлісов, вважають, що з методів, які пропонує теорія поля, найбільш адекватним для формалізації є метод, заснований на теорії крайових задач, які описуються системою диференціальних рівнянь у часткових похідних.

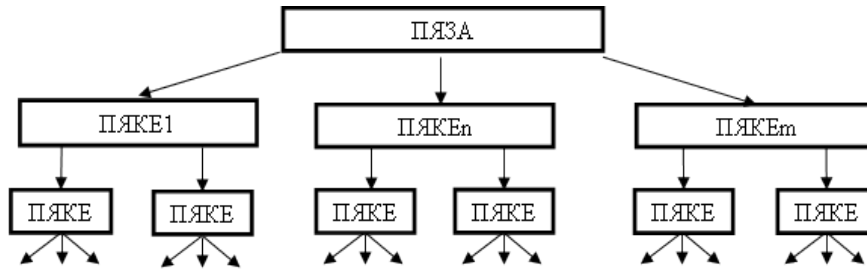


Рис. 3. Ієрархічна структура показників якості захисту критичних елементів аеропорту



Рис. 4. Алгоритм практичної реалізації кваліметричної оцінки вразливості

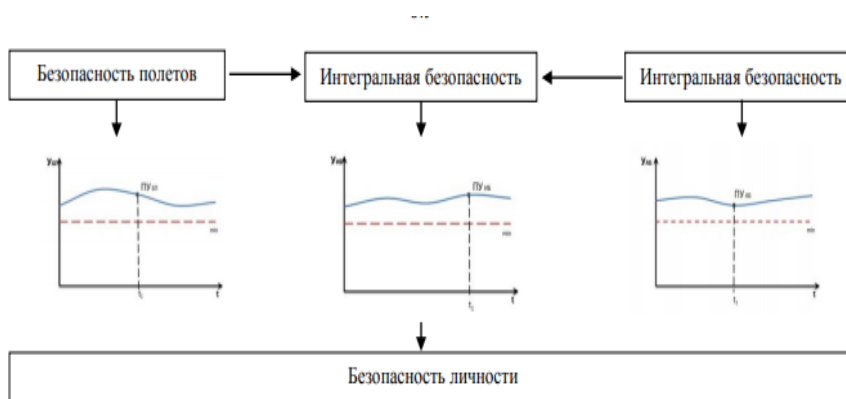


Рис. 5. Запропонована Н. І. Овченковим і Л. Н. Єлісовим схема взаємодії сфер транспортної безпеки

Умова крайової задачі для лінійного рівняння n -го порядку має вигляд:

$$L(y) = f(x); U_{\mu}(y) = \gamma_{\mu}; \mu = 1, 2, \dots, m; \quad (9)$$

$$L(y) = \sum_{v=0}^n f(x)y^v; \quad (10)$$

$$U_{\mu}(y) = \sum_{k=0}^{n-1} [\alpha_{\mu}^k y^k(a) + \beta_{\mu}^k y^k(b)]. \quad (11)$$

Крайова задача для рівняння гіперболічного типу — задача визначення функції $u(x, t) \in C^2(Q_T) \cap C^1(\bar{Q}_T)$.

Крайова задача для рівняння параболічного типу полягає в знаходженні функції

$$u(x, t) \in C^2(Q_\infty) \cap C^1(\bar{Q}_\infty), \text{gra } d_x u \in C(\bar{Q}_T).$$

За умови:

$$\rho \frac{du}{dt} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial}{(\partial x_i)} \left(p \frac{\partial u}{\partial x_i} \right) \right) - qu + F(x, t), (x, t) \in Q; \tag{12}$$

$$u_{t=0} = u_0(x), x \in \bar{G}; \tag{13}$$

$$\alpha u_0 + \beta \frac{du}{dn} = v(x, t), (x, t) \in S[0, T]. \tag{14}$$

Для рівнянь еліптичного типу відомі такі крайові задачі (рис. 6):

1. Тривимірне рівняння Лапласа;
2. Внутрішня та зовнішня задачі Діріхле;
3. Внутрішня та зовнішня задачі Неймана;
4. Аналогічні крайові задачі ставляться для рівняння Пуассона.

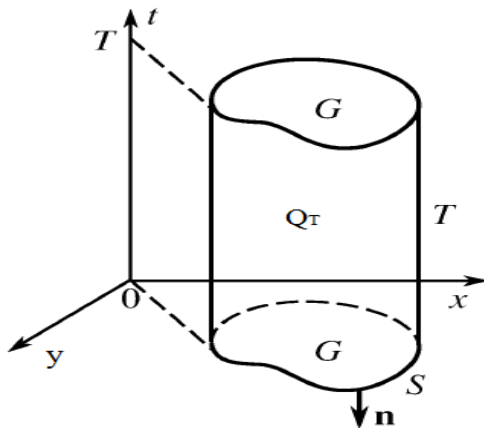


Рис. 6. Область заданої умови крайової задачі

Таким чином, математичний апарат теорії крайових задач містить вичерпний перелік математичних моделей для формального представлення різних фізичних процесів, у тому числі в теорії поля.

У більшості випадків аналітичні методи рішення крайових задач мають обмежене застосування. У такому випадку використовуються чисельні методи. Найбільш ефективним методом розв'язання крайових задач на сучасному етапі слід вважати мережеве та нейромережеве моделювання [4].

Вивчаючи теоретичні засади авіаційної безпеки аеропорту, можна зробити висновок про наявність певної відповідності між тлумаченнями авіаційної безпеки та надійності авіаційної безпеки. З одного боку, публікацій про вивчення

вказаних співвідношень не було знайдено, а з іншого боку дослідження на вказану тематику є досить цікавими та актуальними.

Теорія надійності, на сьогодні, є поширеною у застосуванні для технічних і техніко-інформаційних систем. Метою її появи і було вивчення даних систем. Проте вивчення теоретичних засад застосування її для інформаційно-соціальних систем обіцяє достатньо цікаві результати. Зрозуміло, що елементи технічних систем і елементи соціально-інформаційних систем мають різну природу, різні властивості, різні якісні взаємозв'язки, але стверджувати про відсутність можливої аналогії для певних характеристик надійності без вивчення і дослідження, на сьогодні, є безпідставним.

Класична теорія надійності в сучасному прояві є достатньо складною, зокрема, за причини плідного використання в ній математики, комп'ютерних технологій розв'язання математичних задач. Процеси, що відбуваються в інформаційних системах, зокрема, пов'язані з відмовами різних підсистем і тому є складними випадковими процесами. Їх моделювання вимагає складання і розв'язання алгебричних і диференціальних рівнянь високого порядку, при цьому, у результаті їх розв'язання отримуються показники надійності, що мають імовірнісний зміст, який достатньо складно трактується.

Інформаційні системи оцінюються багатьма показниками. У загальному випадку визначення кожного з них здійснюється за унікальною методикою. Обчислення ймовірності безвідмовної роботи і функцій готовності, пов'язані з розв'язанням диференціальних рівнянь. Обчислення середнього часу безвідмовної роботи вимагає знання інтегральних обчислень, а визначення параметра потоку відмов — знання методів розв'язання інтегральних рівнянь. Тому в теорії надійності є велика кількість методів аналізу та синтезу, зокрема, інформаційних систем, за різними критеріями надійності.

Висновки

На основі існуючих на сьогодні наукових та літературних джерел, присвячених моделюванню АБ, можна виділити такі напрями моделювання: математичні моделі «ризиків» АБА та математичні моделі «вразливості» АБА, що засновані на кваліметричних моделях оцінки і використовують аналогію понять «якість» і «вразливість», тобто на відповідності між вимогами і реальними характеристиками.

В авіаційній транспортній системі на сьогодні фігурують і використовуються декілька галузей безпеки, що розрізняються з точки зору понятійного апарату, функціональної приналежності, предметної області застосовності, методів,

засобів і процедур дослідження. Основні з них: безпека польотів, авіаційна безпека, техногенна безпека, промислова безпека, виробнича безпека, економічна безпека, інформаційна безпека і екологічна безпека.

Кожна з даних галузей має пряме відношення до безпеки особистості, але парадокс полягає в тому, що досягнення прийняттого рівня, наприклад, безпеки польотів, абсолютно не гарантує належний рівень безпеки особистості, якщо, наприклад, не вдається досягти необхідного рівня авіаційної безпеки.

Дане твердження є справедливим відносно до будь-якого типу безпеки. У такому випадку стає актуальним поняття «єдина і неподільна безпека», тобто, інтегральна безпека.

Оскільки поняття «інтегральна безпека» у своєму змістовному сенсі базується на сукупностях: об'єктів транспортної інфраструктури, загроз і суб'єктів їх реалізації, засобів, методів і форм забезпечення безпеки, то виникає проблема ідентифікації деякого простору станів середовища. Більшість авторів пропонують безпеку особистості ототожнити з деяким полем безпеки. У такому випадку вводяться гіпотетичні поля загроз і захисту, результатом взаємодії яких є інтегральна безпека. Тому окремим напрямом моделювання можна вважати математичні моделі інтегральної безпеки повітряного транспорту.

Наявність певної відповідності між тлумаченнями авіаційної безпеки та надійності авіаційної безпеки у публікаціях про вивчення вказаних співвідношень знайдено не було.

Також, із проаналізованих наукових джерел впливає неможливість прогнозування показників авіаційної безпеки засобами кореляційно-регресійного аналізу. Тому прогнозування окремих показників, і авіаційної безпеки в цілому, коректно здійснювати на основі роботи висококваліфікованих експертів та обробки їх суб'єктивних оцінок. Підсумовуючи вищезазначене, автори вважають, що в рамках даної статті можливо обмежитися розглянутими питаннями, проте головний висновок полягає в тому що, можливо виокремити напрям моделювання — математичні моделі прогнозування рівня АБА на основі теорії нечітких множин. Для вказаної обробки зручним є інструментарій теорії нечітких множин. Більшість реальних подій характеризуються деякою невизначеністю, тому кожному спостереженню часового ряду

(фактору) можна поставити у відповідність нечітку змінну з деякою функцією належності.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Елисов Л. Н.**, Овченков Н. И. Интегральная безопасность воздушного транспорта. *Научный вестник МГТУ ГА*. 2017. Вып. 20(6):36–43. doi.org/10.26467/2079-0619-2017-20-6-36-43.
2. **Елисов Л. Н.**, Овченков Н. И. Авиационная безопасность как объект математического моделирования. *Научный вестник МГТУ ГА*. 2017. Вып. 20(3):13–20. doi.org/10.26467/2079-0619-2017-20-3-13-20.
3. **Оченков Н. И.**, Елисов Л. Н. Оценка уязвимости объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств в гражданской авиации. *Научный вестник МГТУ ГА*. 2014. №204. С. 65–68.
4. **Оченков Н. И.**, Елисов Л. Н. Некоторые вопросы сеточного и нейросеточного моделирования задач управления авиационной безопасностью аэропорта. *Научный вестник МГТУ ГА*. 2017. №20. С. 21–27.
5. **Куклев Е. А.**, Волынский-Басманов Ю. М. Обеспечение авиационной безопасности объектов гражданской авиации на основе методов управления рисками возникновения АНВ. *Наука и транспорт: Гражданская авиация*. 2013. №3. С. 16–21.
6. **Куклев Е. А.**, Смуров М. Ю., Евдокимов В. Г., Гипич Г. Н. Разработка инструментов оценивания рисков возникновения АНВ в САБ аэропортового комплекса. *Транспорт Российской Федерации*. 2012. №2. С. 28–31.
7. **Повітряний Кодекс України**: чинне законодавство зі змінами та доповненнями станом на 20 січня 2018 р. К., 2018. 108 с.
8. **Валько А. М.** Оцінка впливу профайлінгу на заходи по забезпеченню авіабезпеки в аеропорту. Матеріали восьмого Всемирного конгреса «АВІАЦІЯ В ХХІ ВЕКЕ – Безопасность в авиационной и космической технике». 2019. С. 12.22–12.27. [Електронний ресурс]. URL: <http://conference.nau.edu.ua/index.php/Congress/Congress2018/schedConf/presentations> (дата звернення 25.07.2019)
9. **Елисов Л. Н.**, Громов С. В., Оченков Н. И. О некоторых классах оптимизационных задач, решаемых с применением неформальных методов. *Научный вестник МГТУ ГА*. 2012. №186. С. 130–133.
10. **Amir Reza Karimi Azari**, Neda Mousavi, S. Farid Mousavi, Sayed Bagher Hosseini. Risk assessment model selection in construction industry. *Expert systems with applications* 2011. №38. p. 9105–9111.
11. **Про Державну програму авіаційної безпеки цивільної авіації**: Закон України від 23 березня 2017 р. № 1965-VIII // Відомості Верховної Ради України. 2017. 199 с.

Юн Г. М., Валько А. М., Борець І. В.

ВИМІРНИСТЬ І СУБ'ЄКТИВНІСТЬ ОЦІНОК МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ ПРОГНОЗУВАННІ РІВНЯ АВІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ

Установлено, що Міжнародні авіаційні організації постійно посилюють вимоги та вимагають вдосконалювати технічне і технологічне забезпечення процесів контролю на авіаційну безпеку (АБ) при обслуговуванні пасажирів та обробці багажу. Разом з тим підвищується рівень технічного оснащення аеропортів, але з'являються і нові методи та засоби здійснення актів незаконного втручання, які ставлять під загрозу безпечну діяльність цивільної авіації.

У статті представлено огляд математичного моделювання при формалізації предметної області, пов'язаної з авіаційною безпекою в цивільній авіації. та удосконалено зміст поняття «авіаційна безпека». Досліджено математичні моделі, що оцінюють рівень авіаційної безпеки аеропорту, а саме: математичні моделі «ризиків» АБА та математичні моделі «вразливості» АБА, що засновані на квазіметричних моделях оцінки та використовують аналогію понять «якість» і «вразливість», а також математичну модель інтегральної безпеки повітряного транспорту. Встановлено, що прогнозування окремих показників, і авіаційної безпеки в цілому, коректно здійснювати на основі роботи висококваліфікованих експертів та обробки їх суб'єктивних оцінок, адже більшість реальних подій характеризуються деякою невизначеністю, тому кожному спостереженню часового ряду (фактору) можна поставити у відповідність нечітку змінну з деякою функцією належності.

Вирішуючи наукове завдання стосовно розробки математичної моделі взаємодії служб аеропорту при виникненні надзвичайних ситуацій в аеропортовій системі, визначено системний погляд на всі викладки проаналізованого математичного моделювання, що забезпечує високоякісний аналіз системи управління контролю на авіаційну безпеку при обслуговуванні пасажирів та обробки багажу.

Ключові слова: авіаційна безпека; математичні моделі; інтегральна безпека; крайова задача.

Yun G. M., Valko A. M., Borets I. V.

DIMENSION AND SUBJECTIVITY OF THE MATHEMATICAL SIMULATION ASSESSMENTS FOR THE FORECAST OF THE AVIATION SAFETY LEVEL

It is established that International aviation organizations are constantly tightening requirements and demand to improve the technical and technological support of processes of control for aviation safety (AB) when the passenger service and baggage handling. However, the level of technical equipment of the airports, but there are new methods and means of implementing acts of unlawful interference which jeopardize the safe operation of civil aviation.

The article presents an overview of mathematical modeling during the formalization of the subject area related to aviation security in civil aviation. and refined the concept of "aviation safety". The mathematical models to evaluate the level of aviation safety of the airport, namely: the mathematical model of the "risks" of ABA and the mathematical model of the "vulnerability" of ABA, based on qualimetric the models and use the analogy of the concepts of "quality" and "vulnerability" as well as a mathematical model for integrated air transport security. It is established that the prediction of individual performance and aviation safety in General, correctly be based on the work of highly skilled experts and the processing of their subjective evaluations, because most real events are characterized by some uncertainty, so each observation in the time series (factor) to assign a fuzzy variable with a certain membership function.

Solving a scientific task of developing a mathematical model of interaction of airport services in emergency situations in Aeroporto the system defined by the system look for all calculations analyzed a mathematical simulation that provides high-quality analysis of a control system of the aviation security control in the passenger service and baggage handling.

Keywords: aviation safety; mathematical models; integral safety; border problem.

Юн Г. Н., Валько А. Н., Борец И. В.

ИЗМЕРИМОСТЬ И СУБЪЕКТИВНОСТЬ ОЦЕНОК МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ УРОВНЯ АВИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Установлено, что Международные авиационные организации постоянно ужесточают требования и требуют совершенствовать техническое и технологическое обеспечение процессов контроля на авиационную безопасность (АБ) при обслуживании пассажиров и обработке багажа. Вместе с тем повышается уровень

технического оснащения аэропортов, но появляются и новые методы, и средства осуществления актов незаконного вмешательства, которые ставят под угрозу безопасную деятельность гражданской авиации.

В статье представлен обзор математического моделирования при формализации предметной области, связанной с авиационной безопасностью в гражданской авиации, и усовершенствовано содержание понятия «авиационная безопасность».

Исследованы математические модели, оценивающие уровень авиационной безопасности аэропорта, а именно: математические модели «рисков» АБА и математические модели «уязвимости» АБА, основанные на квалиметрических моделях оценки и используют аналогию понятий «качество» и «уязвимость», а также математическую модель интегральной безопасности воздушного транспорта. Установлено, что прогнозирование отдельных показателей и авиационной безопасности в целом, корректно осуществлять на основе работы высококвалифицированных экспертов и обработки их субъективных оценок, ведь большинство реальных событий характеризуются некоторой неопределенностью, поэтому каждому наблюдению временного ряда (фактора) можно поставить в соответствие нечеткую переменную с некоторой функцией принадлежности.

Решая научную задачу по разработке математической модели взаимодействия служб аэропорта при возникновении чрезвычайных ситуаций в аэропортовой системе, определен системный взгляд на все выкладки проанализированного математического моделирования, что обеспечивает высококачественный анализ системы управления контроля на авиационную безопасность при обслуживании пассажиров и обработке багажа.

Ключевые слова: авиационная безопасность; математические модели; интегральная безопасность; краевая задача.

Стаття надійшла до редакції 15.08.2019 р.

Прийнято до друку 25.09.2019 р.