

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ISSN 2073-4751

**ПРОБЛЕМИ
ІНФОРМАТИЗАЦІЇ
ТА УПРАВЛІННЯ**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

1(33)/2011

УДК 007(082)

ПРОБЛЕМИ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ:

Збірник наукових праць: Випуск 1(33). – К.: НАУ, 2011. – 189 с.

Збірник присвячено актуальним проблемам побудови високопродуктивних обчислювальних систем та мереж, рішення задач оптимізації управління технічними системами, моделювання процесів обробки інформації, оперативного планування технічного обслуговування авіаційних систем.

Розрахований на наукових працівників та фахівців, які займаються питаннями створення, дослідження та використання комп'ютеризованих, організаційно-технічних, технічних інформаційних систем.

Редакційна колегія:

Жуков І.А., *д-р техн. наук, проф., заслужений винахідник України (головний редактор)*

Віноградов М.А., *д-р техн. наук, проф. (заступник головного редактора)*

Грядунова Є.О. *(відповідальний секретар)*

Азаров О.Д., *д-р техн. наук, проф., заслужений працівник освіти України*

Дем'янчук В.С., *д-р техн. наук, проф.*

Євдокімов В.Ф., *д-р техн. наук, проф., чл.-кор. НАН України, заслужений діяч науки і техніки України*

Зіатдінов Ю.К., *д-р техн. наук, проф.*

Котенко В.М., *канд. техн. наук, доц.*

Куц Ю.М., *д-р техн. наук, проф.*

Литвиненко О.Є., *д-р техн. наук, проф.*

Луцький Г.М., *д-р техн. наук, проф., заслужений діяч науки і техніки України*

Мінаєв Ю.М., *д-р техн. наук, проф.*

Палагін О.В., *д-р техн. наук, проф., академік НАН України*

Пічугін М.Ф., *канд. військ. наук, проф., заслужений працівник освіти України*

Пономаренко Л.А., *д-р техн. наук, проф., заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державної премії України*

Самофалов К.Г., *д-р техн. наук, проф., чл.-кор. НАН України, заслужений діяч науки і техніки України*

Стасюк О.І., *д-р техн. наук, проф.*

Тарасенко В.П., *д-р техн. наук, проф., заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державної премії України*

Харченко В.С., *д-р техн. наук, проф., заслужений винахідник України*

Збірник наукових праць «Проблеми інформатизації та управління» є науковим фаховим виданням України, в якому можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора та кандидата технічних наук (постанова ВАК України № 1-05/07 від 09.06.1999 р.), (повторна реєстрація, постанова ВАК України № 1-05/4 від 14.10.2009 р.)

Рекомендовано до друку Вченою радою Національного авіаційного університету (протокол №4 від 20.04.2011 р.)

Зареєстрований державним комітетом телебачення та радіомовлення України. Свідоцтво про реєстрацію № 8280 від 29.12.2003 р. Редакція не обов'язково поділяє думку автора. Відповідальність за достовірність фактів, цитат, власних імен та іншої інформації несуть автори публікацій.

Адреса редакції: 03680, м. Київ, пр-т Космонавта Комарова, 1, корпус 5, кім. 204.

© Національний авіаційний університет
© Клименко І.А., дизайн обкладинки

Крячок О.С., Євтушенко В.О. Щодо розробки формальної моделі онтології для систем семантичного пошуку.....	86
Куц Ю.В., Реуцький Є.А., Щербак Л.М. Метрологічне забезпечення випробувань технічних систем з метою визначення тривалості їх життєвого циклу.....	90
Марковський А.П., Клименко И.А., Иванов А.Н. Способ эффективной коррекции “пачки” ошибок в каналах с кодово-импульсной модуляцией.....	97
Минаев Ю.Н., Филимонова О.Ю., Минаева Ю.И., Гончарова Е.А. Расширенная нечеткая математика в тензорном базисе с параллельным выполнением операций.....	105
Охрименко Р.Ю., Бондаренко Н.А, Бондаренко В.Н. Технологии передачи данных по электросетям.....	113
Притула К.В., Симоненко А.В. Вибір методів для реалізації системи прогнозування часових рядів (курса валют) з використанням нейромережі.....	119
Самофалов К.Г., Абу-Усбах А.Н., Рябыкина В.А. Обнаружение четырехкратных ошибок в двоичном симметричном канале с использованием минимального числа контрольных разрядов.....	125
Самофалов К.Г., Марковский А.П., Шаршаков А.С. Способ ускоренной реализации экспоненцирования на полях Галуа в системах защиты информации.....	132
Симоненко В.П., Налбадян А.В. Система оценки ресурсов в системе динамического планирования неоднородных GRID систем.....	138
Симоненко В.П., Никитюк А.Д. Выбор стратегии для системы мониторинга ресурсов в GRID системах.....	144
Толстікова О.В. Підвищення швидкості та надійності передачі даних в бездротових мережах зв'язку.....	150
Труш А.И., Мацуева К.А., Мацуева К.А. Алгоритм решения блочно-симметричных задач проектирования систем обработки данных.....	155
Чиченко Ю.В., Знаковська Э.А., Остроумов І.В. Підтримка прийняття рішень щодо безпеки польотів за допомогою багатокритеріального оцінювання альтернатив.....	162
Яшанов І.М. Обработка данных продолженні ресурсу засобів радіотехнічного забезпечення польотів.....	168
Анотації.....	174
Правила представлення і оформлення публікацій.....	187

Чинченко Ю.В., к.т.н.,
Знаковська Є.А., к.т.н.,
Остроумов І.В. к.т.н.

ПІДТРИМКА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЩОДО БЕЗПЕКИ ПОЛЬОТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО ОЦІНЮВАННЯ АЛЬТЕРНАТИВ

Національний авіаційний університет

Наведено основні принципи багатокритеріальної оцінки альтернатив при прийнятті рішень авіадиспетчерами щодо безпеки польотів при обслуговуванні повітряного руху. Розглянуто типову інформаційну модель, що може бути застосована для опису робочого міста авіадиспетчера при умові використання засобів автоматизації.

Вступ

Забезпечення нормативного рівня безпеки польотів є однією з головних задач, що відносяться до компетенції структурних підрозділів Аеронавігаційної системи України. Відповідно до статті 44 Чиказької конвенції цивільної авіації (DOC 7030) – дотримання безпеки польотів є першочерговим напрямком діяльності в авіаційній галузі.

Заходи щодо керування безпекою польотів регулюються відповідними нормативними документами – «Положенням про систему управління безпекою польотів на авіаційному транспорті» [1] та «Положенням про нагляд за безпекою польотів у системі організації повітряного руху» [2].

Ці національні нормативні положення розроблені у відповідності до міжнародних стандартів ICAO, викладених у DOC 9859 «Керівництво з керування безпекою польотів» [3] та DOC 9734 «Керівництво з організації контролю за забезпеченням безпеки польотів» [4].

Науковим і практичним питанням забезпечення безпеки польотів присвячена велика кількість досліджень вітчизняних і зарубіжних вчених [5,6]. Значна кількість прикладних проектів виконується Україною у співпраці з Євроконтролем (Європейська організація з безпеки аеронавігації), що спрямовані на виконання положень ESARRs (Eurocontrol safety regulatory requirements) [7-12].

Актуальність

В теперішній час спостерігається сталий зростання обсягів перевезень в повітряному просторі України. Характерним є суттєве збільшення обсягів транзитних польотів, та, в короткостроковій перспективі, велике значення для Аеронавігаційної системи України має проведення чемпіонату Європи з футболу «Євро-2012».

Тому актуальним питанням є вдосконалення математичного та статистичного забезпечення систем керування безпекою польотів національного провайдера аеронавігаційних послуг «Украерорух» та аеродромних служб.

Важливою задачею, в цьому напрямку, є вдосконалення існуючих методик прийняття рішень щодо забезпечення безпеки польотів методами багатокритеріального оцінювання альтернатив [13].

Мета роботи

Основною метою роботи є застосування багатокритеріальних методів прийняття рішень до проблем забезпечення безпеки польотів в аеронавігаційній системі України.

Також досліджено та зроблено порівняльну характеристику багатокритеріальних методів підтримки прийняття рішень, а саме простого адитивного зважування, мультиплікативного ступеневого зважування, аналітичних ієрархічних процесів, ELECTRE та методу наближення до оптимального рішення [13].

рівня безпеки польотів, що обчислюється за допомогою сукупності нормативних значень відповідних показників [3,4].

Декомпозиція задач багатокритеріального оцінювання альтернатив при підтримці прийняття рішень авіадиспетчерами

Методи підтримки прийняття рішення авіадиспетчерів, що основані на багатокритеріальному оцінюванні альтернатив, класифікуються за сутністю підходів, за якими вони побудовані. Спільною необхідною умовою є побудова функції цінності (r_1, r_2, \dots, r_μ) , що є скалярною функцією, заданою на кортежах оцінок $(r_{1i}, r_{2i}, \dots, r_{\mu i})$ альтернатив за критеріями c_1, c_2, \dots, c_μ :

$$\forall i, j \left[\left\{ \begin{aligned} &s(r_{1i}, r_{2i}, \dots, r_{\mu i}) > \\ &s(r_{1j}, r_{2j}, \dots, r_{\mu j}) \rightarrow A_i > \\ &A_j \} \& \{ s(r_{1i}, r_{2i}, \dots, r_{\mu i}) = \\ &s(r_{1j}, r_{2j}, \dots, r_{\mu j}) \rightarrow A_i \sim A_j \} \right]. \end{aligned} \right.$$

Метод простого адитивного зважування дозволяє вирішити задачу оцінювання шляхом впорядкування за зростанням сум s_i оцінок r_{ij} альтернатив за критеріями, зваженими коефіцієнтами w_j відносної ваги цих критеріїв

$$s_i = \sum_{j=1}^{\mu} w_j r_{ij}$$

Мультиплікативне степеневе зважування відрізняється від простого адитивного зважування тим, що альтернативи впорядковуються у відповідності до величин добутків степенів оцінок альтернатив за різними критеріями

$$p_i = \prod_{j=1}^{\mu} r_{ij}^{w_j}$$

Сутність методу аналітичних ієрархічних процесів подібна до методу простого адитивного зважування з урахуванням того, що оцінки альтернатив за критерієм є показниками відносної ваги цих альтернатив за цим критерієм.

Відповідно до методу ELECTRE, критеріям c_1, c_2, \dots, c_μ оцінки альтернатив присвоюють коефіцієнти значущості v_1, v_2, \dots, v_μ . Потім для кожної пари альтернатив (A_i, A_j) обчислюється індекс незгоди $\partial(A_i, A_j)$ та індекс згоди $v(A_i, A_j)$, що обчислюється наступним чином:

$$v(A_i, A_j) = \frac{\sum_{c_n \in C_{ij}^+} w_n}{\sum_{n=1}^{\mu} w_n}$$

де C_{ij}^+ – підмножина критеріїв, за якими альтернатива A_i переважає альтернативу A_j .

Індекс незгоди є менш очевидним та обчислюється за допомогою виразу:

$$\partial(A_i, A_j) = \begin{cases} 0, \text{ якщо } C_{ij}^- = \emptyset \\ \max_{c_n \in C_{ij}^-} \frac{[w_n | s_n(A_i) - s_n(A_j)]}{d_n}, \\ C_{ij}^- = \emptyset \end{cases}$$

де C_{ij}^- – підмножина критеріїв, за якими альтернатива A_i поступається альтернативі A_j ; $s_n(A_i)$, $s_n(A_j)$ – оцінки альтернатив A_i , A_j за критерієм c_n відповідно;

$$d_n = \max_{A_i, A_j \in A} [w_n | s_n(A_i) - s_n(A_j)].$$

Порівняльна характеристика методів простого адитивного зважування, мультиплікативного степеневого зважування, методу аналітичних ієрархічних процесів та ELECTRE дає можливість зробити висновок, що впорядкування альтернатив авіадиспетчерами за допомогою цих методів відрізняється незначною мірою.

Усі методи порівнювались з методом простого адитивного зважування, тому що він – найпростіший та найчастіше застосовується на практиці. Таким чином, для цілей ОПР припустимо використовувати їх одночасно. Проте вони не призначені для визначення «об'єктивної істини», а лише допомагають авіадиспетчеру докладніше вивчити проблему і є засобом підтримки цього процесу.

При використанні в діяльності авіадиспетчерів багатокритеріальних методів підтримки прийняття рішень, часто кіль-

кість порівнюваних об'єктів (ПС, нормативів ешелонування, альтернатив та критеріїв) перевищує психофізіологічні можливості людини-оператора.

Як відомо [15], вони обмежені кількістю 7 ± 2 об'єктів, що одночасно оброблюються людиною. Тому виникає проблема декомпозиції задачі прийняття рішення авіадиспетчером при багатокритеріальному оцінюванні множини об'єктів.

Розглянемо спосіб опису множини альтернатив $A = \{A_i\}, i = (1, k)$. Задача експертів визначити множину $Q = \{Q_t\}, t = (1, T)$ ознак та для кожної ознаки – множину $q_t = \{q_{it}\}, i = (1, s_t)$, його значень, таким чином, щоб виконувалась необхідна умова ізоморфного відображення множини альтернатив A на множину $U = \{q_{1i} \times q_{2i} \times \dots \times q_{Ti}\}$ кортежів, кожен з яких є декартовим добутком множин значень ознак

$$\prod_{t=1}^T s_t \geq k.$$

Наступним етапом прийняття рішень авіадиспетчерів є формування критеріїв оцінки альтернатив. Слід визначити, що в загальному випадку $C_t \cap C_k \neq \emptyset$, де C_t, C_k – множини критеріїв для оцінювання значень ознак Q_t, Q_k відповідно.

Позначимо підмножину обраних авіадиспетчером критеріїв C_v . Ця множина розділяється на T підмножин $C_{vt}, C_{v2}, \dots, C_{vT}$, що визначаються виразом

$$C_{vt} = C_v \cap C_t, t = (1, T)$$

де C_{vt} – підмножина обраних авіадиспетчером критеріїв, що використовується для оцінювання важливості для нього значень t -ої ознаки альтернатив.

Таким чином, шляхом введення T ознак альтернатив здійснюється декартова декомпозиція задачі прийняття рішення авіадиспетчером на T задач оцінки показників v_{rt} важливості r -их значень ознак $Q_1, Q_2, \dots, Q_t, \dots, Q_T$ альтернатив за результатами оцінювання експертами відносно критеріїв $c_g \in C_{vt}, t = (1, T)$, та оцінювання авіадиспетчером відносної

значущості w_g критеріїв $c_g \in C_{vt}$ з підмножини критеріїв, що були ним відібрані.

Величини v_{rt} є значеннями певної функції значущості $f(d_{tgr}, w_g)$, вид якої визначається семантикою критеріїв, відібраних для оцінювання значень ознак альтернатив.

Якщо множина цих критеріїв незалежна за параметрами, то $f(d_{tgr}, w_g)$ є адитивною функцією виду

$$v_{rt} = \sum_{c_g \in C_{vt}} d_{tgr} w_g.$$

Так як кожна альтернатива однозначно описується кортежем значень ознак, то показник відносної значущості l -ої альтернативи, що описується кортежем $U_l = \{q_{1l} \times q_{2l} \times \dots \times q_{Tl}\}$, обчислюється за формулою

$$v_l = \prod_{c_{gr} \in U_l} \sum_{c_g \in C_{vt}} d_{tgr} w_g.$$

Розглянемо критерії безпеки (C_{vt}, C_{kt}), що повинні застосовуватись при прийнятті рішень авіадиспетчера [14]:

- ідентифікація потенціальних відмов, а саме, які фактори могли б сприяти некоректному функціонуванню системи (її елементів) чи призводити до нього;
- ідентифікація потенційної небезпеки, а саме, що може трапитись в результаті некоректного функціонування системи (її елементів);
- оцінка серйозності небезпеки, а саме, наскільки серйозними можуть бути наслідки некоректного функціонування системи (її елементів);
- визначення цілі безпеки – якісних та кількісних факторів, що визначають максимальну частоту чи ймовірність, при якій небезпека може бути очікуваною та трапитись;
- визначення прийнятності ризику, асоційованого із впроваджуваною системою чи змінами до неї.

Таким чином, при виконанні основних функцій на робочому місці авіадиспетчера необхідно враховувати ці критерії

безпеки польотів (C_{FP} , C_{FR}), обсяги застосування яких може бути обґрунтовано за допомогою наведеної вище загальної методики.

На заключному етапі, зазначається основна мета проведення оцінки безпеки та конкретні цілі з урахуванням того, що всі зміни в системі ОПП чи її конкретних елементах мають бути проаналізовані за напрямами ключових позицій процедури оцінки безпеки, що наведені на рис. 2.

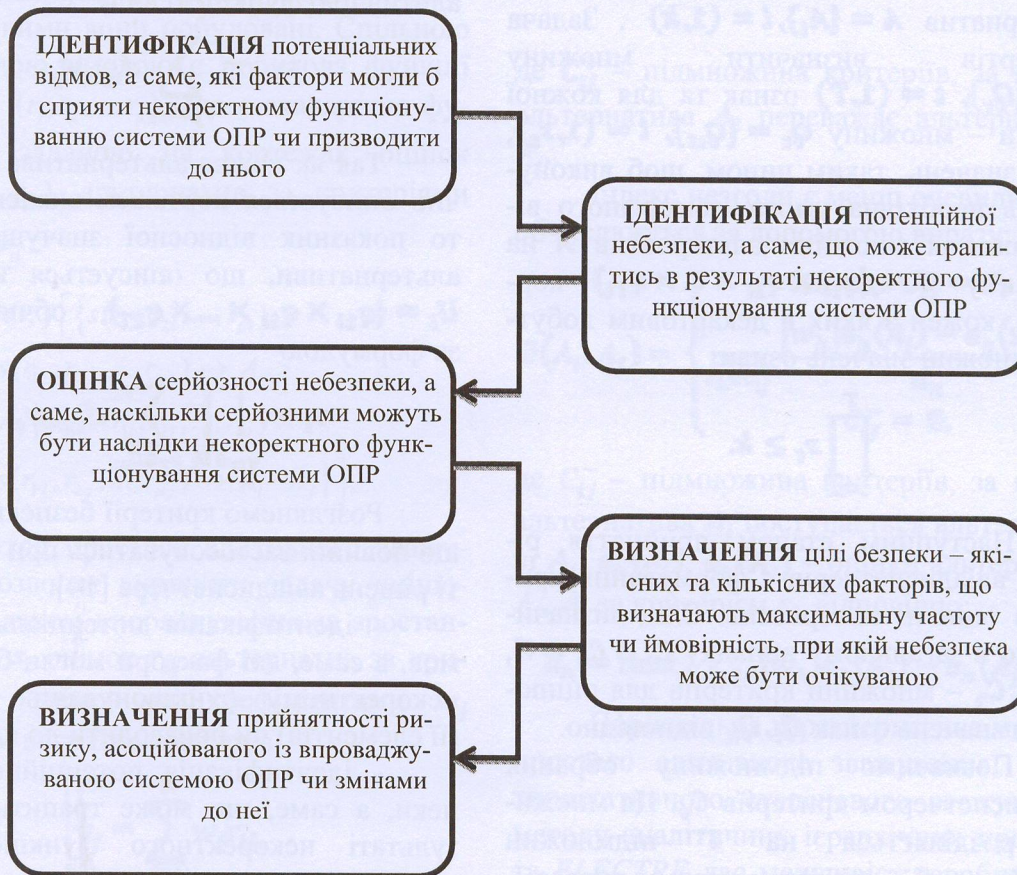


Рис. 2. Послідовність етапів процедури оцінки безпеки польотів при ОПП

З метою конкретизації та послідовності процесів оцінки безпеки слід застосувати сім основних етапів:

1) огляд системи (середовища), в якому буде функціонувати новий елемент системи ОПП;

2) оцінка можливої загрози:

- обладнання (програмне забезпечення);
- операційне середовище, включаючи фізичні умови, структуру повітряного простору, маршрути ОПП;

3) оцінка серйозності події;

Конкретними прикладами характеристик, які підлягають опису можуть бути поточні можливості обладнання зв'язку, навігації та спостереження; функціональність, характеристики та обмеження системи ОПП, опис наявного обладнання на робочому місті, опис поточного рівня кваліфікації авіадиспетчерів, опис поточних процедур, характеристики конфігурації повітряного простору.

4) оцінка ймовірності виникнення події;

5) визначення ризику;

6) зменшення ризику;

- повторний перегляд системи чи її елементів;

- модифікація операційних процедур;

- зміни посадових обов'язків персоналу;

- підготовка персоналу щодо готовності на реагування у випадку виникнення загрози (процедури).

7) оформлення документації з висновками.

Висновки

Запропонована методика дозволяє обґрунтувати кількість критеріїв безпеки польотів ($C_{\Sigma}, C_{T\sigma}$), що застосовуються авіадиспетчерами при прийнятті рішень в ході обслуговування повітряного руху на робочому місті. Також визначаються критерії ($v_{T\sigma}$), що є найбільш значущими та інформативними для людини, що приймає рішення.

В результаті це зумовлює підвищення загальної надійності та безпеки Аеронавігаційної системи за рахунок оптимізації процесів прийняття рішень авіаційним персоналом.

Список літератури

1. Положення про систему управління безпекою польотів на авіаційному транспорті. Наказ Державіаслужби №895 від 25.11.2005 р. – К.: Державіаслужба, 2005. – 36 с.
2. Положення про нагляд за безпекою польотів у системі організації повітряного руху. Наказ Мінтрансу №320 від 31.05.2010 р. – К.: Мінтранс, 2010. – 34 с.
3. DOC 9859. Керівництво з керування безпекою польотів. – Монреаль: ICAO, 2009. – 318 с.
4. DOC 9734. Керівництво з організації контролю за забезпеченням безпеки польотів. – Монреаль: ICAO, 2006. – 51 с.
5. Энциклопедия безопасности авиации / М.С. Кулик, В.П. Харченко, Ю.В. Чинченко и др. – К.: Техника, 2008. – 1000 с.
6. Безпека авіації / В.П. Бабак, В.П. Харченко, В.О. Максимов та ін. – К.: Техніка, 2004. – 584 с.
7. ESARR 1. Safety oversight in ATM. – Brussels: Eurocontrol, 2009. – 22 p.
8. ESARR 2. Reporting and assessment of safety occurrences in ATM. – Brussels: Eurocontrol, 2009. – 30 p.
9. ESARR 3. Use of safety management systems by ATM service providers. – Brussels: Eurocontrol, 2000. – 17 p.
10. ESARR 4. Risk assessment and mitigation in ATM. – Brussels: Eurocontrol, 2001. – 22 p.
11. ESARR 5. ATM services' personnel. – Brussels: Eurocontrol, 2002. – 24 p.
12. ESARR 6. Software in ATM functional systems. – Brussels: Eurocontrol, 2010. – 20 p.
13. Методы и системы поддержки принятия решений / В.Г. Тоценко. – К.: Наукова думка, 2002. – 382 с.
14. Керівництво з проведення оцінки безпеки в системі організації повітряного руху України. Наказ Державіаслужби №478 від 05.07.2006 р. – К.: Державіаслужба, 2006. – 53 с.
15. Сіг. 241. Человеческий фактор при управлении воздушным движением. – Монреаль: ICAO, 1993. – 39 с.

Текст анотацій: збірок опублікувати шрифтом Times New Roman 11 point (з відступами зліва і справа по 0,5 см)

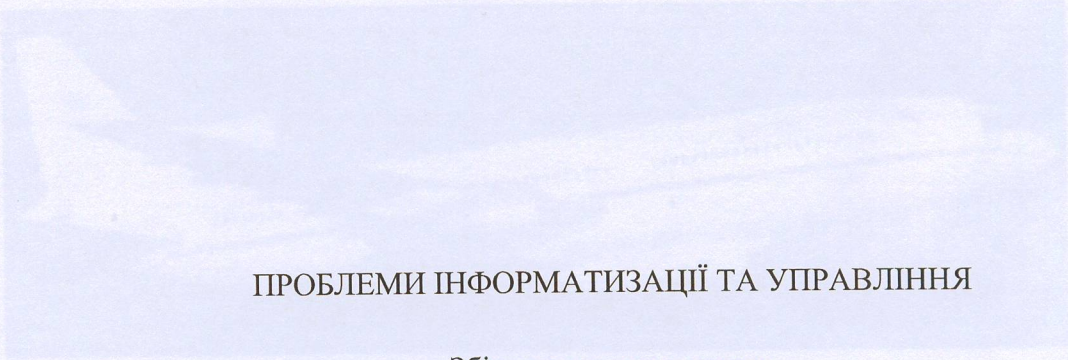
Заголовок: Arial (Bold font) 12.

Текст статті виконується у форматі А4 (210x297 мм) з полями 2,5 см з усіх сторін у дві колонки шириною по 1,7 см. Основний шрифт Times New Roman 12 з основним інтервалом.

Відступ першої строки – 1 см.

Вирівнювання по ширині. Сторінки не нумерувати. Обов'язково використовувати режим автоматичної розстановки переносів. Великі формули, рисунки тощо додаються виконувати по 4 колонках.

$$A_1 = \frac{p_1^{n+1} (1-p_2)^n - p_2^{n+1} (1-p_1)^n}{2(1-p_1)(1-p_2)}$$



ПРОБЛЕМИ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ

Збірник наукових праць

Таблиця 1. Назва

Випуск 1 (33)

--	--	--	--	--	--

Графічний матеріал (таблиця, схеми та ін.) рекомендується виконувати у форматі А4 – А6, або А6, якщо тільки як контрастні малюнок/схема без надписів, розміром не менше 60x60 мм. Використовувати тільки чорно-білу графіку А4. Колір не допускається. Під кожним малюнком має бути номер і назва (шрифт Times New Roman 11, центровано). Таблиці повинні мати номер і назву (над таблицєю, по лівому краю, шрифт Times New Roman 11).

Таблиця 2. Назва

--	--	--	--	--	--

Список літератури

Має відповідати вимогам ВАН ДІСТУ ГОСТ 7.1.2006 «Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Бібліографічний зміст. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання». Шрифт Times New Roman 12. Бібліографічні описи мають бути пронумеровані й мати посилання на джерело в тексті статті, в квадратних дужках. Приклад оформлення бібліографічного опису у списку джерел можна переглянути тут: <http://dlib.org/csl/usage/author.pdf>

Формули повинні виконуватись редактори Microsoft Equation, математичні формули повинні виконуватись редакторами Microsoft Word, математичні формули повинні виконуватись редакторами Microsoft Word, математичні формули повинні виконуватись редакторами Microsoft Word.

Підписано до друку 20.05.2011 р. Формат 60X84/16. Папір офсетний.

Офсетний друк. Ум. друк. арк. 11.

Наклад 100 прим.

$$y = a_0 + a_1(x - \tau) + a_2(x - \tau)^2 + \dots + a_n(x - \tau)^n$$