

**МІЖНАРОДНИЙ
НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ
ЖУРНАЛ**

**ВИМІРЮВАЛЬНА
ТА
ОБЧИСЛЮВАЛЬНА
ТЕХНІКА
В
ТЕХНОЛОГІЧНИХ
ПРОЦЕСАХ**

**№ 1
1998**

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ

Міжнародний науково-технічний журнал
**Вимірювальна та обчислювальна
техніка в технологічних процесах**

Виходить 4 рази на рік

Хмельницький, 1998, №1(3)

Засновники:

**Технологічний університет Поділля (м. Хмельницький)
ВАТ НДІ "Уконд" (м. Хмельницький)
Українська технологічна академія (м. Київ)**

Головний редактор І.В. Троцишин

Редакційна колегія:

О.А.Вдовін (Україна, Хмельницький), **В.І.Водотовка** (Україна, Київ),
В.А.Венгржановський (Україна, Хмельницький), **Л.І.Ганзюк** (Україна,
Хмельницький), **Г.Ф. Гордієнко** (Україна, Хмельницький), **В.Б.Дудикевич**
(Україна, Львів), **В.М.Локазюк** (Україна, Хмельницький), **В.В. Календін** (Росія,
Москва), **С.А.Кравченко** (Росія, Санкт-Петербург), **Г.О. Козлик** (Україна, Київ),
В.П. Кожем'яко (Україна, Вінниця), **В.Т.Кондратов** (Україна, Київ), **В.Д.
Косенков** (Україна, Хмельницький), **Ю.Ф. Павленко** (Україна, Харків), **О.М.
Петренко** (Україна, Хмельницький), **В.О. Піджаренко** (Україна, Вінниця),
В.Ю. Попов (Україна, Хмельницький, заст. головного редактора), **С.І. П'ятін**
(Україна, Хмельницький), **В.П. Ройзман** (Україна, Хмельницький), **В.М.
Тарасевич** (Україна, Київ), **Ю.О Скрипник** (Україна, Київ, голова редакційної
колегії), **М.М. Сурду** (Україна, Київ), **Й.І. Стенцель** (Україна, Северодонецьк).

Відповідальний секретар В.В. Мартинюк

Технічний редактор О.П. Войтюк

Редактор-коректор В.М. Сарана

*Адреса редакції: Україна, 280016, м. Хмельницький, вул. Інститутська 11, Технологічний університет
Поділля, редакція журналу "Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах"
(кімн. 4-331), тел, (03822) 2-88-74.*

E-mail: vottp@pent200.podol.khmelnitskiy.ua

Зареєстровано Міністерством України у справах преси та інформації
Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
Серія КВ №2398 від 9 січня 1997 року.

© Технологічний університет Поділля

© Редакція "Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах"

ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ МЕТРОЛОГІЇ, ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ

Лежнюк П.Д., Лук'яненко Ю.В., Гайдамака В.М. ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС АНАЛІЗУ ЧУТЛИВОСТІ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ В ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМАХ	5
Кухарчук В. В. УЗАГАЛЬНЕНА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВИМІРЮВАЛЬНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ПУСКОВОГО МОМЕНТУ АСИНХРОННИХ МАШИН	11
Пухов Г.Є., Биков В.І., Златкін А.А. КЕРУВАННЯ НЕПОВНОЗВ'ЯЗНОЮ МЕРЕЖЕЮ З МІНІМАЛЬНИМИ ЗАТРИМКАМИ У ВУЗЛАХ КОМУТАЦІЇ	19
Пухов Г.Є., Биков В.І., Златкін А.А. ДО ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ РЕСУРСАМИ МЕРЕЖІ ЗВ'ЯЗКУ	26
Троцишин І.В. ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЧАСТОТНО-МОДУЛЬОВАНИХ СИГНАЛІВ ПРЯМИМИ ФАЗОЧАСТОТНИМИ МЕТОДАМИ	32
Яновицький О.К., Яновицький С.О. ОГЛЯД СИСТЕМ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ЗІТКНЕННЯ ЛІТАКІВ	39
Петрук В.Г. ДО КОНЦЕПЦІЇ ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЇ ОПТИЧНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ	42

ОПТИЧНІ ТА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ

Скрипник Ю.О., Лісовець С.М. ВИЗНАЧЕННЯ ЯКІСНОГО СКЛАДУ МАТЕРІАЛІВ ЗОНДУВАННЯМ ЇХ АКУСТИЧНИМИ КОЛИВАННЯМИ СКІНЧЕНОЇ АМПЛІТУДИ	46
Буряк В.Г. ОЦІНКА ПРАЦЕЗДАТНОСТІ КОМПОЗИЦІЙНИХ ІНСТРУМЕНТІВ ЗА АНАЛІЗОМ АКУСТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕНЕРГЕТИЧНОГО СТАНУ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ	49
Скрипник Ю.О., Горкун В.В., Осадчий В.П. ОПТИЧНІ МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ЖИРНОСТІ МОЛОКА	56
Скрипник Ю.О., Горкун В.В., Осадчий В.П. ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ АНАЛІЗАТОРІВ РІДКИХ СЕРЕДОВИЩ	60
Бородай М.В., Коломієць І.Д. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СПЕКТРАЛЬНОГО СТУПЕНЯ ЧОРНОТИ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ ПОРИСТИХ МАТЕРІАЛІВ З НЕОРГАНІЧНИХ ВОЛОКОН	64
Баран Б.А., Дроздовський В.Б., Квашенко А.П. КОНДУКТОМЕТРИЧНЕ ТА ПОТЕНЦІОМЕТРИЧНЕ ВИМІРЮВАННЯ ШВИДКОСТІ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В МАГНІТНОМУ ПОЛІ	68
Нестер А.А. ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАВІЛЬНИХ РОЗЧИНІВ	70
Заспа Ю.П. ЧУТЛИВІСТЬ ЛАЗЕРНОГО ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛІЗУ ДОМШОК ІЗОТОПІВ МОЛЕКУЛЯРНОГО ЙОДУ В ГАЗАХ	73
Гордієнко Г.Ф., Стремєцький О.П. МЕТОДИ МОДИФІКУВАННЯ АНОДНИХ ОКСИДНИХ ПЛІВОК	77
Іванов М.І., Гунько І.В. АВТОМАТИЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ І ЯКОСТІ РОБОТИ ГРУПОВОГО ГІДРОПРИВОДА З ТРЬОМА ПОСЛІДОВНО З'ЄДНАНИМИ ГІДРОМОТОРАМИ	80

ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІ ТА РАДІОТЕХНІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ

Кучерук В. Ю. ПРО ВИБІР РОБОЧИХ РЕЖИМІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МАШИНИ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ЇЇ ПАРАМЕТРІВ	85
Водотовка В.І., Бех С.В. ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ГРАВІМЕТРИЧНОГО ВОЛОГОМІРА ПІДВИЩЕНОЇ ТОЧНОСТІ ТА ШВИДКОДІЇ	88
Возняк О.М., Ле Туан Ту, Філіпюк М.А. АЛГОРИТМ РОЗРАХУНКУ ІМІТАНСНИХ ПАРАМЕТРІВ АКТИВНОГО ЧОТИРИПОЛЮСНИКА З ВИКОРИСТАННЯМ ДІАГРАМИ ПОВНИХ ПРОВІДНОСТЕЙ ВОЛЬПЕРТА-СМІТА	89
Лубенець С.В. АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА БЕЗКОНТАКТНОГО ВИМІРЮВАННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ НЕМЕТАЛІЧНИХ ТРУБОК З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНІЧНОГО ЗОРУ	93

ОГЛЯД СИСТЕМ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ЗІТКНЕННЯ ЛІТАКІВ

Яновицький О.К., Яновицький С.О.

Технологічний університет Поділля

Зростаючий попит на повітряні перевезення на внутрішніх та міжнародних авіаційних лініях викликає зростання кількості літаків та інтенсивність їх руху. Вже зараз інтенсивність повітряного руху в ряді держав та районів світу, особливо в Європі і США, досягла такого рівня, при якому подальше її збільшення може призвести до ряду серйозних проблем, однією з яких є запобігання зіткненню літаків у повітрі [1].

Цю задачу в наш час вирішує диспетчерська служба системи керування повітряним рухом (КПР). Але диспетчерська служба КПР не може в перспективі повністю запобігти випадкам зіткнення літаків в повітрі. Це підтвержується трагічним випадком зіткнення вітчизняних літаків АН-70 з АН-72 11 лютого 1995 року [2]. Більшість зіткнень літаків виникає на малих висотах на трасах, які проходять за межами радіолокаційного поля, а також на границях взаємодіючих систем. При цьому, як правило, зіткнення відбуваються в нескладних метеорологічних умовах. Аналіз небезпечних зближень літаків показує, що число зафіксованих випадків зближення швидко збільшується із зростанням інтенсивності повітряного руху, приблизно за квадратичним законом [3]. Правило „бачу та мене бачать“ повністю не забезпечує безпечний політ, так як при дуже добрій видимості пілоти часом запізно бачать зустрічний літак і, крім того, через суб'єктивні оцінки небезпеки мають місце похибки в знаходженні загрози зіткнення [4].

Це відбувається через те, що діюча система КПР не може здійснити контроль за польотами по всьому повітряному простору, особливо на малих висотах та у важкодосяжних районах, а також в повній мірі забезпечити, особливо при великій інтенсивності повітряного руху, контроль за витримуванням кожним літаком заданих навігаційних параметрів польоту, в основному через перевантаження диспетчерського складу в процесі керування та окремих обмежень технічних засобів КПР.

Ефективним засобом підвищення надійності і результативності наземних служб КПР є впровадження процесів автоматизації і перш за все систем вторинної радіолокації [5], електронних обчислювальних машин, нових досконалих систем відображення. В різних державах, таких як США, Англія, Франція, Німеччина, Росія, Україна ведуться роботи по вдосконаленню процесів автоматизації КПР [6-8], які представляють основний напрямок розвитку засобів диспетчерського контролю польотів літаків.

Кількісно безпечність оцінюється допустимим ризиком зіткнення при кожному виді ешелонування, залежним перш за все від інтенсивності повітряного руху. Очевидно, що допустимий ризик зіткнення в зонах, охоплених КПР, забезпечується надійністю системи навігації і КПР. Збільшення надійності систем навігації та КПР можливо здійснити двома шляхами:

- збільшенням надійності технічних засобів цих систем;
- забезпеченням систем навігації і КПР автономними засобами попередження зіткнення.

Для попередження зіткнення літаків система КПР повинна завдяки зміні параметрів руху та розрахунку можливого положення об'єктів і подальшого їх переміщення знаходити конфліктні ситуації, а також з допомогою інформаційного обміну координувати їх маневри по уникненню зіткнень. В зв'язку з тим, що в системах КПР вимірювання параметрів взаємного руху літаючих апаратів (ЛА) проводиться з допомогою первинних, вторинних радіолокаторів і бортових відповідачів, і що знаходження конфліктних ситуацій і вибір маневрів відхилення здійснюється з допомогою ЕОМ, а координація маневрів відхилення - з допомогою радіозв'язку, кожна з використовуваних підсистем для вирішення завдання попередження зіткнень з заданим ступенем ризику за наближеними розрахунками має мати напрацювання на відмову у декілька тисяч годин. Забезпечення такої надійності апаратури завдання складне і потребує великих матеріальних затрат. Слід відзначити, що повітряний простір над важкодосяжними для нагляду районами, а також океанічним простором, який займає 4/5 земної поверхні, однаково не буде охоплено зоною дії подібної системи.

Другий шлях дозволяє отримати такий ступень зменшення ризику зіткнення при використанні апаратури систем попередження зіткнення (СПЗ), що є напрацюванням на відмову приблизно 2000 годин, при цьому гарантується безперервність вирішення завдання забезпечення безпеки з заданою точністю. Крім того, бортова СПЗ може вирішувати задачі, точніше, ніж наземна радіолокаційна станція в межах зони її дії.

Таким чином, технічно і економічно доцільно використовувати для попередження зіткнення

літаків у повітрі спеціальну бортову систему, в цьому разі система, забезпечує екіпаж літака сигналізацією про виникнення конфліктної ситуації і видає взаємокоординовані рекомендації на виконання маневру відхилення від зіткнення, і може бути резервним засобом в частині повітряного простору, не охопленого наземним контролем.

Методи знаходження часового критерію небезпеки в бортових СПЗ та їх класифікація

Відомо [9], що основним критерієм небезпеки в бортових СПЗ є часовий критерій небезпеки t , що характеризує час до зіткнення між конфліктуючими ЛА.

В радіолокаційних СПЗ для знаходження часового критерію небезпеки застосовують пристрої, структура будови яких знаходиться методом вимірювання відстані між ЛА та їх швидкості зближення. Бортові СПЗ будуються по двох схемах: автономній і взаємодіючій.

Автономна система СПЗ захищає від зіткнення оснащений нею літак незалежно від того, оснащений подібною системою інший літак, чи ні. Автономні системи, як правило, представляють собою бортові радіолокатори, що працюють в радіо або оптичному діапазоні, або системи, які знаходять відстань за випромінюванням ксеонових ламп, встановлених на літаках. Бортові СПЗ [10,11], основані на принципі оптичного локатора, в основному складаються з трьох частин: прийомопередавача оптичного локатора, бортового індикатора і бортового оптичного відбивача, встановленого на „загрозуючому“ літаку. Оптичний локатор має круговий огляд в горизонтальній площині і діаграму спрямованості у вигляді двох пучків випромінювання оптичного когерентного генератора (ОКГ). При скануванні ціль, оснащена оптичним відбивачем, спочатку перетинається першим пучком випромінювання ОКГ, а потім через певний проміжок часу – другим пучком. Приймач оптичного локатора за допомогою детекторів приймає сигнали, що просторово збігаються з пучками випромінювання ОКГ, і за часом запізнення цих сигналів знаходиться в логічній схемі час до зіткнення.

Ці системи мають наступні суттєві недоліки:

- обмежену відстань дії через вплив стану атмосфери на розповсюдження світловипромінювання;
- великий рівень хибної тривоги, обумовленої впливом завади сонячного світла.

Такі системи дозволяють частково вирішити проблему безпеки польотів за правилами візуального польоту.

Взаємодіючі бортові СПЗ забезпечують попередження зіткнення тільки між літаками, оснащеними вказаними системами.

Взаємодіючі системи за принципом роботи поділяються на синхронні і асинхронні, які використовують для роботи метод „запит-відповідь“.

В теперішній час передбачається використання декількох [12-14] взаємодіючих систем. Це синхронна СПЗ EROS-II, розроблена фірмою Me Donnel Douglas; асинхронні СПЗ SECANT, розроблені фірмою RCA, і СПЗ GY-1081 фірми Honeywell, а також ведуться роботи по завершенню асинхронних СПЗ з використанням штучних супутників Землі.

Таким чином, відомі системи попередження зіткнення, а також пристрої знаходження

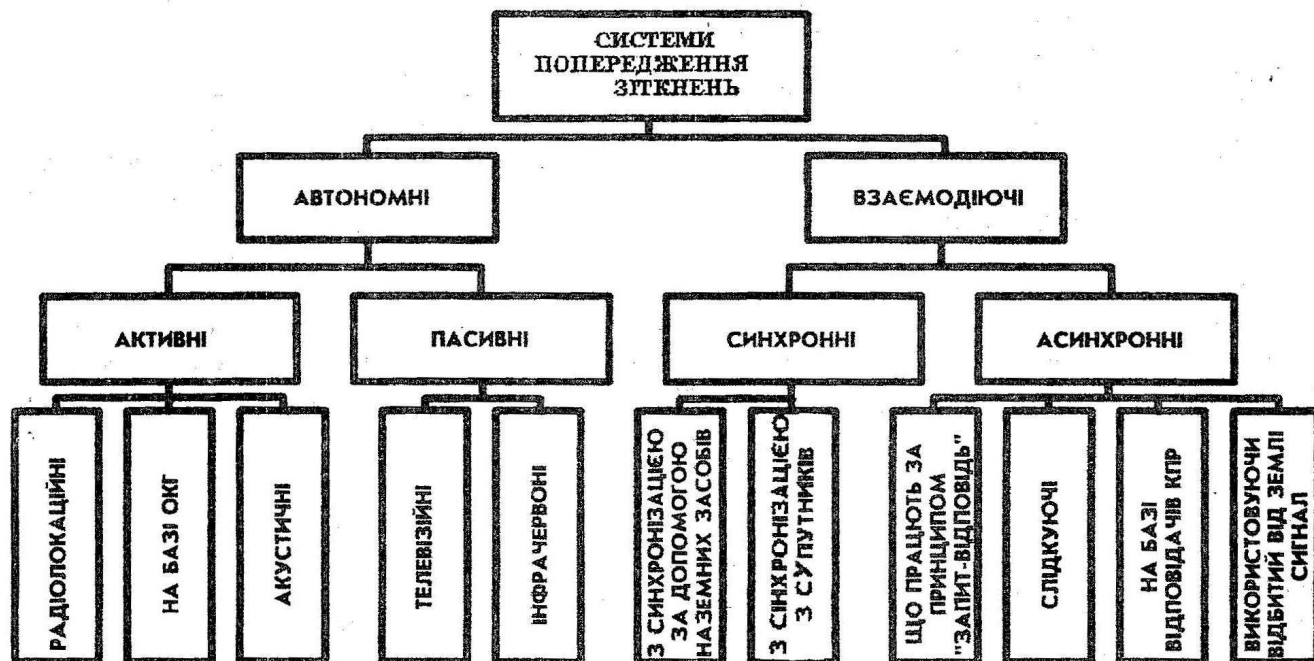


Рис. 1. Класифікація систем попередження зіткнення

часових критеріїв загрози можливо класифікувати по їх загальних властивостях, що базуються на фізичних принципах, положених в основу методів вимірювання t . На основі цих властивостей на рис.1 зображена класифікація систем попередження зіткнень.

Автономні СПЗ поділяються на активні та пасивні. До активних СПЗ можна віднести радіолокаційні системи [13-17], системи на базі ОКГ [12], акустичні системи [18].

До пасивних відносяться СПЗ телевізійні [18,19] та інфрачервоні [10]. Взаємодіючі СПЗ поділяються на синхронні і асинхронні. Синхронні СПЗ можна поділити за способом їх синхронізації з допомогою неземних засобів [20], супутників [21-23] і т.д. До асинхронних систем відносяться системи, які використовують принцип „запит-відповідь“ [24], слідкуючі системи [25,26], системи, побудовані на базі відповідачів КПП [27,28], а також такі, що використовують відбиті від земної поверхні сигнали [29].

У наступних матеріалах розглянемо основні засоби знаходження t , що використовуються у взаємодіючих СПЗ.

Література

1. Mason S. In takes tow to tangle// Flight Oper. -1976. -№5. -Р.10-13, 45.
2. В.Е.Ильин, М.А.Левин Краткий справочник по российским и украинским самолетам и вертолетам//Авиация - космонавтика.-1995. -Вып. 5. -С.12-13.
3. Graham W., Orr R. Mid-air collisions//IEEE Easkon Conv. Rec., 1989.
4. Mers A.W. Optimal aircraft collision avoidance // 14th Joint Automat. Contr. Conf. Columbus, Ohio. -Prepr. Techn. pap., New York, N.Y., 1973. -Р. 449-454.
5. Яновицький О.К., Яновицький С.О., Жиган М.І., Метод підвищення стабільності, трімппульсного подавлення в радіотехнічних системах управління повітряним рухом// Актуальні проблеми техніки та суспільства: Збірник статей викладачів та наукових співробітників технологічного університету Поділля.-Хмельницький, 1996.-Вип.2. -С.243.
6. Le Schema directeur et le plan d'action de la D.W.A.// Air et cosmos, 1983.
7. Hink L.L. Automation in air control//Proc. IEEE Conf. Dec. And Contr.: 13th Symp. Adaptive Processes. -Phoenx., Ariz.,1974.
8. Drouilhet Paul. R., The development of the ATC radar beacon system, past, present, and future// IEEE Trans. Commun. -1973. -№5.
9. Britt C.L. Schrader J.H. A statical evalution of aircraft collisions - hazard warning system techniques in the terminal area//IEEE Trans. On aerospace and electronic systems. -1970, AES6. -№1. -Р.10-21.
10. Пат. 3885226 (США), МКИ G08g 5/00.
11. Труды института инженеров по электронике и радиотехнике. -1970. -Т.58(3). -М.:Мир. - С.47-56.
12. Kalass P.J. Collision avoidance systems demonstrated//Aaviat. Week and Space Technol. - 1975. -V.103, №20. -Р.43, 45, 48,49.
13. Пат. 3714648 (США), МКИ G01 9/02.
14. Южаков В.В. //Зарубежная радиоэлектроника. -1976. -№6. -С.3-18.
15. Пат. 3737902 (США), МКИ G01 9/44.
16. Пат. 3434141 (США), МКИ G01 9/48.
17. Hector R.G. Methods of auditory for aircraft collisions avoidance systems// Air Force Flight Test Center, 1971.
18. Пат. 3803602 (США), МКИ G01 9/56.
19. Пат. 3727217 (США), МКИ G01 7/06.
20. Время и частота/Под. ред Дж.Джеперана, Б.Блейера, Л.Теттера.-М.:Мир,1973. -С.132-141.
21. Пат. 3900847 (США), МКИ G01 9/56.
22. Пат. 3550125 (США), МКИ G08 9/56.
23. Пат. 3993997 (США), МКИ G08 5/04.
24. Пат. 3803602 (США), МКИ G01 9/56.
25. Пат. 3893112 (США), МКИ G01 9/56.
26. Пат. 3959793 (США), МКИ G01 9/56.
27. Пат. 4027307 (США), МКИ G01 9/56.
28. Пат. 2837738 (США), МКИ G01 9/56.
29. Пат. 3167772 (США), МКИ G01 9/02.