

### **Выводы**

Разработаны обобщенная структурная схема цифровой видеосистемы высокого уровня и математическая модель ее основной части – цифровой видеокамеры (ЦВК) с использованием международного стандарта EMVA 1288.

Получены основные соотношения, описывающие работу ЦВК, необходимые для обоснованного выбора методов и средств измерения ее энергетических параметров.

Работа будет полезна специалистам в области оптической радиометрии, особенно разработчикам прецизионной оптико-электронной аппаратуры с использованием цифровых видеосистем.

### **Литература**

1. Вариченко Л.В. Методы и средства измерения энергетических характеристик оптико-электронных систем космического зондирования Земли / Л.В. Вариченко, В.Г. Колобродов, Я.Е. Ладька // Космічна наука і технологія. – 2006. – № 2/3. – С.59-69.

2. Боровицкий В.Н. Выбор цифровой камеры для оптического микроскопа // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. – 2004. – № 1. – С.21-26.

3. Hand W.G. A practical guide to digital microscopy // Photonics Spectra. – 2001. – № 11. – P.100-104.

4. EMVA 1288 «Standard for Measurement and Presentation of Specifications for Machine Vision Sensors and Cameras» [Электронный ресурс]. – Электрон. Текстовые данные (438272 bytes). – 2005. – Режим доступа: [http://www.emva.org/cms/upload/Standards/Standard\\_1288/EMVA1288-3.0.pdf](http://www.emva.org/cms/upload/Standards/Standard_1288/EMVA1288-3.0.pdf) Wensday, 13 April 2011.

5. Міхеєнко Л.А. Дифузний випромінювач змінної яскравості для калібрування прецизійних цифрових відео систем / Міхеєнко Л.А., Шишкін В.А // Наукові вісті НТУУ «КПІ». – 2009. – № 1. – С.114-120.

Надійшла до редакції  
7.3.2011 р.

**УДК 621.32**

**О.О. СЕМЕНОВА, А.О. СЕМЕНОВ**

Вінницький національний технічний університет

**А.В. РУДИК**

Національний університет водного господарства та природокористування (м. Рівне)

## **ФАЗИ-ЛОГИЧНИЙ ПРИСТРІЙ КЕРУВАННЯ ДОСТУПОМ ДО МЕРЕЖИ CDMA**

У роботі запропоновано здійснювати керування доступом у мережах CDMA за допомогою фазі-логіки. Для уникнення перевантажень у мережі пропонується використовувати фазі-контролер доступу. Розроблено структурну схему фазі-контролера доступу. Визначено лінгвістичні змінні, терми та функції належності для вхідних та вихідних змінних. Розроблено базу правил.

In the work it has been proposed to control the access in CDMA networks using fuzzy logic. In order to avoid congestion in the network it is proposed to use a fuzzy traffic controller. A block diagram of the fuzzy access controller was developed. Linguistic variables, terms and membership functions for input and output values have been defined. Rules base has been developed.

Ключові слова: стільникова мережа, CDMA, керування, фазі-контролер, виклик, множина термів, функція належності.

### **Вступ**

На сучасному рівні розвитку науки і техніки спостерігається широке впровадження інтелектуальних технологій для ефективного вирішення задач, коли традиційні підходи не можуть дати задовільного результату [1]. Найбільш інтенсивно розвиваються такі галузі інтелектуальних технологій як фазі-логіка, фазі-контролери, нейронні мережі, нейро-фазі-мережі, вейвлет-мережі, Баєсові класифікатори, генетичні та еволюційні алгоритми.

Інтелектуальні технології характеризуються такими відмінностями:

- Відсутність моделі.
- Апроксимація замість точного рішення, що не є завжди достатнім.
- Більш швидке знаходження потрібного розв'язку, навіть без аналізу проблеми.

Основною областю застосування сучасних інтелектуальних технологій є вирішення проблем оптимізації [2].

### **Постановка задачі**

Як відомо, у сучасних телекомунікаційних мережах [3] широко застосовуються технології контролю доступу.

Головною серед задач моніторингу перевантаження стільникової мережі є керування потоками даних для оптимізації трафіка [4]. Якщо до трафіка не пред'являються які-небудь жорсткі вимоги, то мережа просто передає стільки даних користувача, скільки може (і як може). Відповідно, "поводження" трафіка в

мережі стає неконтрольованим, що приводить до небажаних наслідків, таких як перевантаження та втрата даних. Якщо мережа зазнає перевантаження, то виникають втрати даних через затримку в роботі функцій керування потоком або команд зниження швидкості. Правильний і своєчасний моніторинг перенасичення мережі дозволяє вжити необхідних заходів до того, як перевантаження приведе до втрати комірок.

У стільникових мережах стандарту CDMA контроль доступу застосовується не тільки для голосових викликів, а і для пакетів даних. Це призводить до того, що контроль доступу значно ускладнюється через відмінні характеристики трафіка двох типів. Тому, покращити ефективність контролю доступу у стільникових системах стандарту CDMA пропонується за рахунок використання принципів фази-логіки і фази-керування [5– 7].

Метою даної роботи є підвищення ефективності керування доступом викликів до мережах CDMA за рахунок застосування пристрою керування на основі фази-логіки.

### Функціонування фази-контролера доступу

Таким чином, для покращення ефективності функціонування стільникових мереж стандарту CDMA пропонується розробити пристрій фази-логіки, а саме – фази-контролер.

Фази-контролер – це керуючий пристрій, які функціонує за правилами фази-логіки. Використання фази-контролерів дає можливість підвищити точність та надійність регулювання у радіотехнічних і телекомунікаційних системах. Фази-контролери знаходять своє застосування у системах керування, вхідні дані яких зазнають постійних змін, а вихідні дані потребують своєчасного регулювання.

У даному випадку пропонується розробити структурну схему фази-контролера доступу. Фази-контролер доступу – це фази-контролер, що має справу з контролем процедури доступу виклику у мережу. Регулюючий вплив прийому/відмови виклику визначається певними змінними, які надходять на входи фази-контролера із блоків оцінки ресурсів мережі. Набір нечітких правил контролю є вбудованим у фази-контролер для прийняття рішень стосовно допущення або недопущення виклику у мережу. Отриманий з виходу фази-контролера сигнал посилається назад до нового абонента, щоб показати прийом або відмову нової вимоги виклику. Фази-контролер доступу одночасно здійснює контроль перевантаження та контроль доступу виклику. За допомогою належним чином обраних вхідних змінних ця замкнута система контролю здатна регулювати себе для забезпечення стабільної роботи та запобігати перевантаженню не тільки на рівні стільника, а також на рівні мережі.

У мережі CDMA виклики, що надходять зі сторони абонентів, поділяється на два типи; до першого типу відносяться голосові виклики (мовні), а до другого – виклики з пакетами даних, причому, голосові виклики мають пріоритет над викликами з даними.

### Розроблення фази-контролера доступу

Розроблений фази-контролер доступу виклику абонента до стільникових мереж CDMA має чотири вхідні змінні: число втрачених пакетів  $L$ , коефіцієнт спотворених пакетів  $C$ , затримка пакетів  $D$ , потужність завади  $I$ , а його вихідними змінними є ймовірність доступу/не доступу голосового виклику до мережі  $P_V$  і ймовірність доступу/не доступу виклику даних  $P_D$  до мережі (рис. 1).



Рис. 1. Фази-контролер доступу

Використання такого фази-контролера доступу дозволить уникнути перевантаження мережі стільникового зв'язку та покращити ефективність її функціонування.

Спочатку визначимо терми та функції належності для вхідних лінгвістичних величин.

Для опису числа втрачених пакетів  $L$  використовуються терми "мале", та "велике". Таким чином, множина значень для числа втрачених пакетів  $L$  є такою:

$$T(L) = \{ \text{Мале} (S_m), \text{Велике} (L_g) \}.$$

Функції належності для множини термів  $T(L)$  зображені на рис. 2.

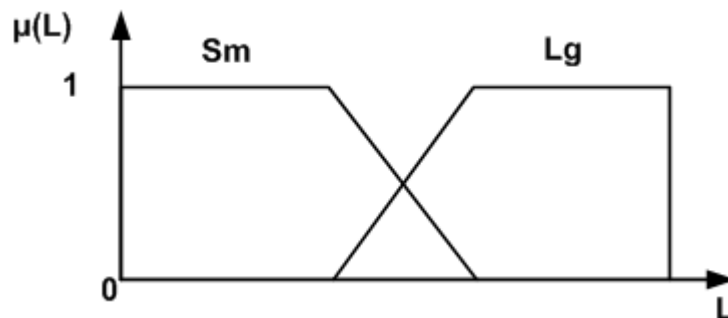


Рис. 2. Функції належності для  $L$

Для опису коефіцієнта спотворених пакетів  $C$  використовуються терми "низький" та "високий". Таким чином, множина значень для коефіцієнта спотворених пакетів  $C$  є такою:

$$T(C) = \{\text{Низький } (Lw), \text{ Високий } (H)\}.$$

Функції належності для множини термів  $T(C)$  наведені на рис. 3.

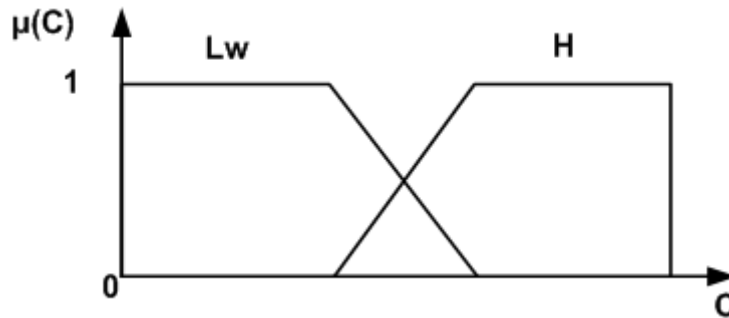


Рис. 3. Функції належності для  $C$

Для опису затримки пакетів  $D$  використовуються терми "коротка" та "довга". Таким чином, множина значень для затримки пакетів  $D$  є такою:

$$T(D) = \{\text{Коротка } (Sh), \text{ Довга } (Ln)\}.$$

Функції належності для множини термів  $T(D)$  наведені на рис. 4.

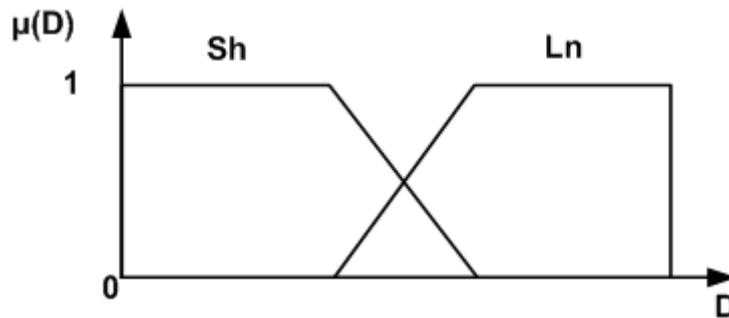


Рис. 4. Функції належності для  $D$

Для опису потужності завади  $I$  використовуються терми "слабка" та "сильна". Таким чином, множина значень для потужності завади  $I$  є такою:

$$T(I) = \{\text{Слабка } (W), \text{ Сильна } (St)\}.$$

Функції належності для множини термів  $T(I)$  наведені на рис. 5.

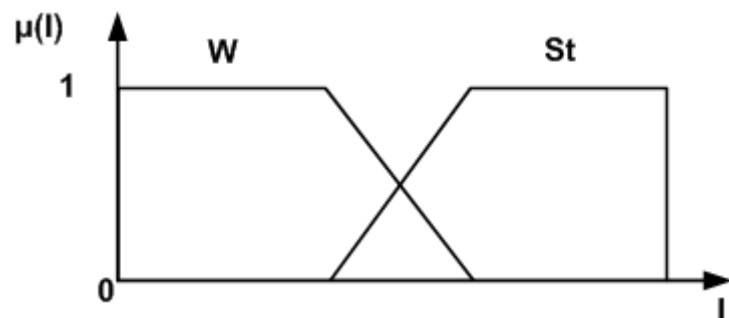


Рис. 5. Функції належності для  $I$

Тепер визначимо терми та функції належності для вихідних лінгвістичних величин. Хоча у даному випадку фазі-контролер має дві вихідні величини – ймовірності доступу/не доступу голосового виклику і ймовірності доступу/не доступу виклику даних – їх терми та функції належності збігаються.

Для опису ймовірності доступу/не доступу використовуються терми "велика ймовірність недопущення", "середня ймовірність недопущення", "мала ймовірність недопущення", "мала ймовірність допущення", "середня ймовірність допущення", "велика ймовірність допущення". Таким чином, множина значень для доступу є такою:

$T(P) = \{ \text{Велика ймовірність недопущення (LR)}, \text{Середня ймовірність недопущення (MR)}, \text{Мала ймовірність недопущення (SR)}, \text{Мала ймовірність допущення (SA)}, \text{Середня ймовірність допущення (MA)}, \text{Велика ймовірність допущення (LA)} \}$ .

Функції належності для множини термів  $T(P)$  наведені на рис. 6.

Фазі-контролер доступу є контролером типу Мамдані, використовує метод інференції «максимум-мінімум» для здійснення логічного висновку, оскільки він розроблений для роботи у масштабі реального часу. Для дефазифікації використовується метод Цукамото.

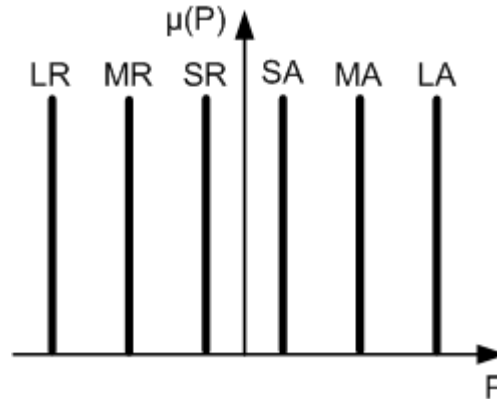


Рис. 6. Функції належності для  $T(P)$

База правил створюється на основі експертних знань і складається з шістнадцяти правил:

1. якщо  $L=Sm$  і  $C=Lw$  і  $D=Sh$  і  $I=W$ , тоді  $P_V=LA$ ,  $P_D=LA$ ;
2. якщо  $L=Sm$  і  $C=Lw$  і  $D=Sh$  і  $I=St$ , тоді  $P_V=LA$ ,  $P_D=MA$ ;
3. якщо  $L=Sm$  і  $C=Lw$  і  $D=Ln$  і  $I=W$ , тоді  $P_V=LA$ ,  $P_D=SA$ ;
4. якщо  $L=Sm$  і  $C=Lw$  і  $D=Ln$  і  $I=St$ , тоді  $P_V=MA$ ,  $P_D=MA$ ;
5. якщо  $L=Sm$  і  $C=H$  і  $D=Sh$  і  $I=W$ , тоді  $P_V=MA$ ,  $P_D=SA$ ;
6. якщо  $L=Sm$  і  $C=H$  і  $D=Sh$  і  $I=St$ , тоді  $P_V=MA$ ,  $P_D=SA$ ;
7. якщо  $L=Sm$  і  $C=H$  і  $D=Ln$  і  $I=W$ , тоді  $P_V=MA$ ,  $P_D=SA$ ;
8. якщо  $L=Sm$  і  $C=H$  і  $D=Ln$  і  $I=St$ , тоді  $P_V=SA$ ,  $P_D=SA$ ;
9. якщо  $L=Lg$  і  $C=Lw$  і  $D=Sh$  і  $I=W$ , тоді  $P_V=SA$ ,  $P_D=SR$ ;
10. якщо  $L=Lg$  і  $C=Lw$  і  $D=Sh$  і  $I=St$ , тоді  $P_V=SA$ ,  $P_D=SR$ ;
11. якщо  $L=Lg$  і  $C=Lw$  і  $D=Ln$  і  $I=W$ , тоді  $P_V=SR$ ,  $P_D=SR$ ;
12. якщо  $L=Lg$  і  $C=Lw$  і  $D=Ln$  і  $I=St$ , тоді  $P_V=SR$ ,  $P_D=MR$ ;
13. якщо  $L=Lg$  і  $C=H$  і  $D=Sh$  і  $I=W$ , тоді  $P_V=SR$ ,  $P_D=MR$ ;
14. якщо  $L=Lg$  і  $C=H$  і  $D=Sh$  і  $I=St$ , тоді  $P_V=MR$ ,  $P_D=MR$ ;
15. якщо  $L=Lg$  і  $C=H$  і  $D=Ln$  і  $I=W$ , тоді  $P_V=MR$ ,  $P_D=MR$ ;
16. якщо  $L=Lg$  і  $C=H$  і  $D=Ln$  і  $I=St$ , тоді  $P_V=MR$ ,  $P_D=LR$ .

### Висновки

У роботі було запропоновано використовувати для керування доступом до мережі стільникового зв'язку стандарту CDMA фазі-контролер, що дасть змогу уникнути перевантаження у мережі. Розроблено структурну схему фазі-контролера, визначено входні та вихідні лінгвістичні змінні, їх терми та функції належності; розроблено базу правил для фазі-контролера. Теоретично обґрунтовано, що використання такого фазі-контролера доступу дозволить уникнути перевантаження мережі стільникового зв'язку та покращити ефективність її функціонування.

### Література

1. Системы фuzzi-управления / [В. И. Архангельский, И. Н. Богаенко, Г. Г. Грабовский, Н. А. Рюмшин]. – К.: Техніка, 1997. – 208 с.
2. Robert Fullér. On fuzzy reasoning schemes / Robert Fullér // The State of the Art of Information Systems Applications in 2007, TUCS General Publications, Vol. 16, Turku Centre for Computer Science, Åbo, 1999. – P. 85– 112.
3. Телекоммуникационные системы и сети. Современные технологии / Под ред. В. П. Шувалова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2003. – 648 с.
4. Системы мобильной связи: Учебное пособие для вузов / [В.П. Ипатов, В.К. Орлов, И.М. Самойлов, В.Н. Смирнов]; под ред. В.П. Ипатова. – М. Горячая линия – Телеком, 2003. – 272с.
5. Kejík P. Simulation of Radio Resources Management in UMTS System / Kejík P., Hanus S // In

6. Семенова О. О. Фазі-контролер трафіка для телекомунікаційних мереж / О.О. Семенова, О.О. Войцеховська // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія – 2007. – № 2. – С. 128– 131.

7. Семенова О.О. Керування у АТМ-мережах за допомогою інтелектуальних технологій / О.О. Семенова, А.О. Семенов, В.В. Чухов // Вимірювальна та обчислювальна техніка у технологічних процесах. – 2010. – № 2. – С. 260– 264.

Надійшла до редакції  
7.3.2011 р.

**УДК 004: 004.65**

**Ю.В. ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ**

Хмельницький національний університет

## **ОСОБЛИВОСТІ ФІЗИЧНОГО РІВНЯ МЕРЕЖ СТАНДАРТУ IEEE 802.16**

*В статті розглянуто принципи систем широкосмугового радіо доступу з інтеграцією послуг. При побудові систем стало зрозуміло, що основні принципи, закладені в без провідникових системах на попередніх етапах, потребують значної корекції. На сигнальному рівні першочергове значення дістало оптимальне використання спектрального ресурсу радіоканалу при будь-яких співвідношеннях „швидкість – завадо захищеність“.*

*In the article the principles of broadband radio access integrated services. When building systems, it became clear that the basic principles laid without conducting system in the previous stages, require a significant correction. At the signal staflax level priority had received optimal use of radio spectrum resource in any ratio speed – prevent security.*

Ключові слова: широкосмугове радіо, радіоканал.

### **Вступ**

При створенні систем широкосмугового радіо доступу з інтеграцією послуг стало зрозуміло, що основні принципи, закладені в без провідникові системи на попередніх етапах, потребують значної корекції. На сигнальному рівні першочергове значення дістало оптимальне використання спектрального ресурсу радіоканалу при будь-яких співвідношеннях „швидкість – завадо захищеність“. На рівні протоколів стало необхідним забезпечувати заданий рівень якості обслуговування (QoS) будь-якому абоненту мережі. З цією метою в 2004 році був розроблений стандарт IEEE 802.16-2004, що являє собою розраховану на введення в міських бездротових мережах (WirelessMAN) технологію без провідного широкосмугового доступу операторського класу. Часто використовується комерційна назва стандарту WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access), що походить від назви міжнародної організації WiMax Forum, в яку входять ряд комунікаційних компаній.

Основне призначення даних мереж – це надання послуг абонентам по високошвидкісній і високоякісній безпроводній передачі даних, голосу і відео на відстані в декілька десятків кілометрів. У жовтні 2007 року International Telecommunication Union (ITU-R) включив технологію WIMAX стандарту IEEE 802.16 в сімейство стандартів мобільного зв'язку 3G. У мережах WIMAX реалізовані найостанніші досягнення науки і техніки в області радіозв'язку, телекомунікації і комп'ютерних мереж. Стандарт IEEE 802.16 визначає застосування:

- на фізичному рівні широкосмугового радіосигналу OFDM з множиною під несучих;
- на каналному рівні використовується сучасний протокол множинного (багато станційного) доступу Time Divion Multiply Access (TDMA) і Scalable OFDM Access (SOFDMA);
- на мережевому (транспортному) рівні в мережах WIMAX застосовується IP-протокол передачі даних, що широко використовується в більшості сучасних мережах передачі даних, зокрема, в мережі Інтернет.

В більшості випадків проектування мереж WiMax є досить складним і неоднозначним процесом. Розрахунок покриття відбувається на основі вимірювань рівня завад на місцевості, що потребує значних витрат коштів та часу.

### **Стандарти IEEE 802.16 в системах безпроводного доступу**

WIMAX, скорочення від "Міжнародної взаємодії для Сприяння Мікрохвильовому Доступу", є ефективним рішенням для "останньої милі", що має на меті надання широкосмуговій мережі від WISP безпосередньо до будинків і офісів. Технологія WIMAX ґрунтується на стандарті IEEE 802.16, який у свою чергу визначає стандарт ефірного інтерфейсу WIRELESSMAN для безпроводних мереж, призначених для обслуговування великих регіонів. Оригінальний стандарт IEEE 802.16 призначений для WIMAX в діапазоні частот 10 – 66 ГГц і припускає роботу в режимі "прямої видимості" – line of sight (LOS). Пізніше версія стандарту IEEE 802.16a була розвинена для використання в ліцензійних і звільнених від ліцензування діапазонах частот від 2 до 11 ГГц для режиму "без прямої видимості" (NLOS). Стандарт IEEE 802.16d, який також відомий як IEEE 802.16-2004, є новою версією IEEE 802.16a і є рішенням для широкосмугового