

$$p_n = \frac{\left( \sum_{j=1}^n \rho_j \right)^V}{V!} \left[ \sum_{K=1}^V \left( \sum_{j=1}^n \rho_j \right)^K / K! \right]^{-1}. \quad (3)$$

У загальному випадку ймовірність одержати відмову в обслуговуванні заявки  $i$ -ої категорії внаслідок зайнятості каналів у гілці (обслуговуючих приладів у ЦПП) визначається за першою формулою Ерланга при навантаженні  $\rho^*$ , де:

$$\rho^* = \sum_{j=1}^i \rho_j + \sum_{j=1}^i \rho_j^{(n)} (1 - p_n) + \sum_{j=1}^i \rho_j^{(n-1)} (1 - p_{n-1}) + \dots + \sum_{j=1}^i \rho_j^{(i+1)}. \quad (4)$$

По визначенню абсолютного пріоритету ймовірність втрат заявок вищої категорії від пріоритетного скидання відсутня, тобто  $p_{0i} = 0$ . Значення ймовірності втрат заявок цього типу для нижчої ( $n$ -ої) категорії може бути отримано відповідно до визначення як:

$$p_{0n} = \sum_{j=1}^{n-1} \rho_j (p_n - p_{n-1}) / \rho_n (1 - p_n),$$

де в чисельнику показане значення інтенсивності додаткового навантаження, створеного заявками 1 ... ( $n-1$ )-х категорій.

На основі подібних міркувань ймовірність втрат заявки довільної (крім вищої) категорії може бути визначена з виразу:

$$p_{0i} = \sum_{j=1}^{i-1} \rho_j (p_i - p_{i-1}) / \rho_i (1 - p_i),$$

Пам'ятаючи про несумісність розглянутих подій: втрат заявок внаслідок зайнятості каналів, і внаслідок пріоритетного скидання, розрахунок їх ймовірностей робиться незалежно.

### III Висновки

Наведені вирази розрахунку втрат заявок при абсолютному пріоритеті отримані для однофазної системи масового обслуговування справедливі як для транспортної мережі ІМСП, так і для розподільної системи ЦПП. Наведені в статті вирази дозволяють врахувати втрати, які додатково з'являються в мережі при використанні категорювання абонентів на етапі проектування інтелектуальної мережі. Розглянуто алгоритм обслуговування заявок з абсолютним пріоритетом. Визначено, що при абсолютному пріоритеті в обслуговуванні заявок для всіх категорій користувачів (крім вищої) виникають два види втрат: втрати внаслідок зайнятості всіх каналів і втрати внаслідок пріоритетного скидання. Визначено математичний апарат, що враховує всі види втрат, які присутні в мережі, і дозволяє проводити розрахунок показників якості обслуговування заявок ІМСП при абсолютному пріоритеті.

*Література:* 1. Башарин Г. П., Харкевич А. Д., Шнейс М. А. Массовое обслуживание в телефонии. – М.: Наука, 1968. – 214 с. 2. Галкин В. А., Григорьев Ю. А. Телекоммуникационные сети. – М.: МГТУ, 2003. – 341 с. 3. Гольдштейн Б. С., Ехриель И. М., Рерле Р. Д. Интеллектуальные сети. – М.: Радио и связь, 2000. – 432 с. 4. Крестьяников С. В., Полканов Е. М., Шнепс-Шнеппе М. А. Интеллектуальные сети и компьютерная телефония // Радио и связь, 2001. - № 11. – С. 24 – 28.

УДК 621.396

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СТАНДАРТІВ ЦИФРОВОГО ТРАНКІНГОВОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ

**Валерій Правило, Наталія Корчагіна**  
ВІТІ НТУУ “КПІ”

*Анотація:* Запропоновано провести порівняльний аналіз стандартів цифрового транкінгового радіозв'язку за певним набором критеріїв для того, щоб вибір стандарту, що будуть проводити технічні фахівці, оператори транкінгових систем, потенційні споживачі, був би усвідомленим і обґрунтованим.

**Summary: We propose to conduct a comparative analysis of digital trunked radio standards for a specific set of criteria to choose the standard, which will conduct technical professionals, trunking systems operators, potential customers would be deliberate and reasonable.**

**Ключові слова:** Транкінговий радіозв'язок, системи стандартів, багостанційний доступ.

## I Вступ

Наразі процес розгортання мереж транкінгового радіозв'язку в усьому світі характеризується широким впровадженням цифрових систем. Практично всі провідні світові постачальники встаткування, системні інтегратори й оператори, а також багато великих споживачів послуг транкінгового радіозв'язку оголосили про свій перехід до цифрових систем. Основне суперництво на ринку стандартів, орієнтованих не тільки на звичайних корпоративних користувачів, але й на представників правоохоронних органів і служб суспільної безпеки, ведуть TETRA, APCO 25 і Tetrapol.

В Україні системи радіозв'язку на основі даних стандартів поки не розгорнуті. Пояснюється це, насамперед, тим, що цифрові системи помітно дорожче аналогових, і обмежені ресурси відомств і різних об'єднань не дозволяють активно втрутитися в процес цифровізації своїх мереж зв'язку. Однак перехід до цифрових систем неминучий, перспективи транкінгових систем радіозв'язку як у світі, так і в Україні, однозначно пов'язані із цифровими технологіями. Цифрові системи радіозв'язку надають користувачам високий рівень послуг, різноманітні режими передачі даних, підвищену безпеку зв'язку, можливості інтеграції з фіксованими цифровими мережами й т. д.

## II Експлуатаційно-технічні критерії

Під експлуатаційно-технічними критеріями будемо розуміти узагальнені технічні показники, які визначаються параметрами систем зв'язку, такі, як дальність і оперативність зв'язку, ступінь безпеки зв'язку, спектральна ефективність, набір послуг зв'язку (як стандартних, так і спеціальних, орієнтованих на використання правоохоронними органами й службами суспільної безпеки). Кожний із цих критеріїв є комплексним, тобто, у свою чергу, складається з декількох показників або залежить від певного набору параметрів, які будуть розглянуті нижче.

Дати чітке визначення організаційно-економічним критеріям досить складно, набагато простіше просто їх перелічити. До їхнього числа можна віднести вартісні показники систем зв'язку, можливості виділення ресурсів радіочастотного спектра й перспективи розвитку й поширення у світі кожного зі стандартів. Порівняно з експлуатаційно-технічними показниками ці критерії мають більшу неоднозначність і набагато більш високий ступінь суб'єктивізму при їхній оцінці. При цьому організаційно-економічні показники деякою мірою залежать від технічних, наприклад, на вартісні показники істотно впливають дальність зв'язку й спектральна ефективність.

Узагальнені відомості про системи стандартів TETRA, APCO 25 і Tetrapol і їх основні технічні характеристики представлені в табл. 1.

Таблиця 1 – Узагальнені відомості систем стандартів TETRA, APCO 25 і Tetrapol

№	Характеристика стандарту (системи) зв'язку	TETRA	APCO 25	Tetrapol
1	Розроблювач стандарту	ETSI	APCO	Matra Communications (Франція)
2	Статус стандарту	відкритий	відкритий	корпоративний
3	Основні виробники радіозасобів	Nokia, Alcatel, Motorola, OTE	Motorola, E.F.Johnson Inc., Transcrypt, ADI Limited	Matra, Nortel, CS Telecom, Siemens
4	Можливий діапазон робочих частот, МГц	теоретично 150-900; виділено в Європі для служб суспільної безпеки 380-395/390-395	138-174; 406-512; 746-869	70-520
5	Відстань між частотними каналами, кГц	25	12,5; 6,25	12,5; 10
6	Ефективна смуга частот на один мовний канал, кГц	6,25	12,5; 6,25 (для фази II)	25; 12,5

7	Вид модуляції	p /4-DQPSK	C4FM (12,5 кГц) CQPSK (6,25 кГц)	GMSK (BT=0,25)
8	Метод мовного кодування й швидкість мовоперетворення	CELP (4,8 Кбіт/с)	IMBE (4,4 Кбіт/с)	RPCELP (6 Кбіт/с)
9	Швидкість передачі інформації в каналі, біт/с	7200 (28800 – при передачі 4-х інформаційних каналів на одній фізичній частоті)	9600	8000
10	Час установавання каналу зв'язку, с	0,2 с - при индив. виклику (min); 0,17 с - при груповому виклику (min)	0,25 - у режимі прямого зв'язку; 0,35 - у режимі ретрансляції; 0,5 - у радіоподсистеме	не більше 0,5
11	Метод поділу каналів зв'язку	МДВР (с використанням частотного поділу в многозоновых системах)	МДЧР	МДЧР
12	Вид каналу керування	виділений або розподілений (залежно від конфігурації мережі)	виділений	виділений
13	Можливості шифрування інформації	1) стандартні алгоритми; 2) наскрізне шифрування	4 рівні захисту інформації	1) стандартні алгоритми; 2) наскрізне шифрування

Розглядаючи технічні характеристики й функціональні можливості представлених стандартів транкінгового зв'язку, можна відзначити, що всі стандарти мають високі (щодо даного класу систем рухливого радіозв'язку) технічні показники. Стандарти дозволяють використовувати у своїх системах дуплексні радіостанції. У засобах радіозв'язку даних стандартів використовуються ефективні методи перетворення мови й завадостійкого кодування інформації. Всі стандарти забезпечують високу оперативність зв'язку й достатню спектральну ефективність.

З технічної точки зору, основні розходження між стандартами TETRA, з одного боку, і APCO 25 і Tetrapol - з іншої, визначаються методом поділу каналів зв'язку. Для стандарту TETRA це многостанційний доступ з часовим поділом каналів зв'язку (МДТП, англійська аббревіатура - TDMA), а для APCO 25 і Tetrapol - многостанційний доступ із частотним поділом (МДЧП або FDMA). Розглянемо, як це основне розходження, а також інші технічні параметри впливають на основні експлуатаційно-технічні показники.

### III Дальність зв'язку

Під дальністю зв'язку звичайно розуміють максимальну відстань між двома радіостанціями, на якій забезпечується стійкий зв'язок з необхідною якістю. При цьому стійкий зв'язок вважається тоді, коли відношення проведених сеансів зв'язку до загального числа спроб виходу на зв'язок перевищує задане. Під необхідною якістю розуміють якість прийому мовного сигналу, при якому зберігається задана розбірливість.

Дальність зв'язку залежить від великої кількості факторів, які можна розділити на 3 основні групи:

- фактори, обумовлені умовами застосування засобів зв'язку (висота установки антен, рельєф місцевості й т. д.);

- фактори, обумовлені технічними параметрами, реалізованими в апаратурі зв'язку (потужність передавачів, чутливість прийомного тракту, коефіцієнт підсилення антени й т. д.);

- фактори, обумовлені безпосередньо закладеними в стандарті принципами побудови каналів зв'язку (ширина смуги каналу зв'язку, швидкість передачі інформації в каналі, спосіб модуляції сигналу, алгоритм мовного кодування, методи завадостійкого кодування).

Природно, що коректно порівнювати стандарти цифрового транкінгового радіозв'язку можна тільки за останньою групою факторів, тому що інші групи залежать або від умов експлуатації, або визначаються якістю виробництва радіозасобів.

Варто розуміти, що принципово системи з FDMA забезпечують більшу дальність зв'язку (при інших рівних параметрах) порівняно з системами з TDMA. Це пояснюється меншою енергією сигналу на один біт інформації. Відомо, що енергія сигналу  $E_c$  визначається як,

$$E_c = P_c \cdot T_c,$$

(1)

де  $P_c$  – потужність,

$T_c$  - тривалість сигналу.

Зрозуміло, що при зменшенні тривалості сигналу (часу передачі одного інформаційного біта для цифрової системи) пропорційно зменшується енергія. Наприклад, для систем TETRA, із чотирма інформаційними каналами на одній фізичній частоті еквівалентна потужність на біт інформації в 4 рази менша, ніж у системах з FDMA, що рівносильно зниженню дальності зв'язку орієнтовно на 40 %.

Іншим фактором, що впливає на зниження дальності зв'язку в системах із TDMA порівняно з FDMA-системами, є стійкість каналу зв'язку при багатопробному поширенні сигналу, що виникає в умовах щільної міської забудови або горбкуватої місцевості через відбиття сигналу від будинків і інших перешкод, що приводить до появи радіолуні. Відбитий сигнал має тим більший вплив, чим більше він перекриває сигнал. Тому зменшення тривалості інформаційного біта в системах з TDMA погіршує якість прийому в умовах багатопробності. (Принципово можна домогтися компенсації затримки сигналу, однак це вимагає застосування різних типів приймачів для різних умов поширення сигналу).

У багатьох джерелах наводяться дані про приблизно двократне зниження дальності зв'язку в системах з TDMA порівняно з системами із частотним поділом каналів зв'язку. Наприклад, за офіційним даними Міжнародного союзу електрозв'язку (див. "Project 25/TETRA Comparison", RadioResource International, 1/2000) радіус дії базової станції TETRA для портативної радіостанції становить 3,8 км в умовах передмістя й 17,5 км для мобільної станції в умовах сільської місцевості. Зона дії в цих умовах базових станцій системи APCO 25 із частотним поділом каналів в 2 рази більше (7,6 і 35 км відповідно).

#### IV Оперативність зв'язку

*Час установлення з'єднання.*

Основним параметром, що характеризує оперативність зв'язку, є час установлення з'єднання (каналу зв'язку) між абонентами. Якщо розглядати час установлення каналу зв'язку в межах зони дії однієї базової станції, то всі стандарти мають близькі показники, в межах від 0,2 до 0,5 с. Однак, як справедливо відзначають деякі фахівці (див., наприклад, В. В. Алешин, С. І. Сергєєв "Цифровий транкінг для правоохоронних органів", "Технології й засоби зв'язку", № 6, 1999 р.), перевага стандартів, що використовують FDMA (TetraPol, APCO 25), полягає в тому, що мінімальна тривалість установлення з'єднання зберігається на більшій території, тому що дальність зв'язку для цих стандартів більше. Для абонентів мереж стандарту TETRA, в середньому, вище ймовірність опинитися в різних зонах обслуговування. При цьому виклик буде проходити через комутатор, що неминуче збільшить час установлення з'єднання. Крім цього, існує небезпека, що в зоні абонента, що викликається, зайняті всі канали ретранслятора, і навіть у випадку виклику, що витісняє, буде потрібен час на розрив одного з поточних з'єднань. Таким чином, у цілому, можна сказати, що статистично час установлення з'єднання для передачі мовних повідомлень у мережах стандартів TetraPol і APCO 25 менше, ніж у стандарті TETRA.

Разом з тим, все більше значення в сучасних мережах рухливого радіозв'язку набуває швидкість передачі даних, що також є показником оперативності зв'язку. Для стандарту TETRA вона може досягати 28,8 Кбіт/с (при використанні всіх чотирьох часових інтервалів для передачі масиву даних). Для стандартів FDMA вона в кілька разів менша: для TetraPol - 8000 біт/с, для APCO 25 - 9600 біт/с.

*Безпека зв'язку.*

Поняття безпеки зв'язку містить у собі вимоги з забезпечення таємності переговорів (виключення можливості добування інформації з каналів зв'язку кому-небудь, крім санкціонованого одержувача) і захисту від несанкціонованого доступу до системи (виключення можливості захоплення керування системою й спроб вивести її з ладу, захист від "двійників" і т. п.).

Якщо порівнювати самі стандарти, а не системи й комплекси технічних засобів на їхній основі, то можна сказати, що всі стандарти мають порівнянний ступінь як захисту інформації, так і захисту від несанкціонованого доступу. Вони забезпечують можливість застосування стандартних алгоритмів захисту інформації, а також можливість використання оригінальних алгоритмів, розроблених користувачами мереж радіозв'язку.

*Спектральна ефективність.*

Основним показником спектральної ефективності системи зв'язку є ефективна смуга частот на один мовний канал, що визначає, яку кількість каналів зв'язку можна розмістити у відведеній для розгортання мережі зв'язку фіксованій смузі частот. З таблиці 1 видно, що за цим показником TETRA має перевагу порівняно зі стандартами із частотним поділом каналів. Стандарт APCO 25 також декларує ефективну смугу частот, рівну 6,25 кГц, однак вона буде досягнута тільки в другій фазі реалізації проекту.

*Набір послуг зв'язку.*

Функціональні можливості, надавані системами стандартів цифрового транкінгового радіозв'язку, наведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Функціональні можливості

№	Функціональні можливості системи зв'язку	TETRA	APCO 25	Tetrapol
1.	Підтримка основних видів виклику (індивідуальний, груповий, широкомовний)	+	+	+
2.	Вихід на ТФОП	+	+	+
3.	Передача даних і доступ до централізованих баз даних	+	+	+
4.	Режим прямого зв'язку	+	+	+
5.	Автоматична реєстрація мобільних абонентів	+	+	+
6.	Персональний виклик	+	+	+
7.	Доступ до фіксованих мереж IP	+	+	+
8.	Передача статусних повідомлень	+	+	+
9.	Передача коротких повідомлень	+	+	+
10	Підтримка режиму передачі даних про місце розташування від системи GPS	+	н/в	+
11	Факсимільний зв'язок	+	+	+
12	Можливість установки відкритого каналу	+	н/в	+
13	Множинний доступ з використанням списку абонентів	+	+	+
14	Наявність стандартного режиму ретрансляції сигналів	+	+	+
15	Наявність режиму “подвійного спостереження”	+	-	+

Примітка: н/в - немає відомостей

Розглядаючи функціональні можливості представлених стандартів транкінгового зв'язку, можна сказати, що вони забезпечують порівнянний рівень послуг зв'язку. Всі стандарти дозволяють будувати різні конфігурації мереж зв'язку, забезпечують різноманітні режими передачі мови й даних, зв'язок з телефонними мережами загального користування (ТФЗК) і фіксованими мережами. Стандарти дозволяють використовувати в своїх системах дуплексні радіостанції. Деяку перевагу мають більш відпрацьовані стандарти Tetrapol і TETRA, в яких реалізовані режими “подвійного спостереження” і відкритого каналу, у край корисні для служб суспільної безпеки. Однак з огляду на швидкий розвиток стандартів і постійне розширення функцій систем зв'язку, цілком можливо, що незабаром такі ж можливості будуть надаватися й APCO 25.

*Виконання спеціальних вимог до систем радіозв'язку служб суспільної безпеки.*

Інформація про наявність деяких специфічних послуг зв'язку, орієнтованих на використання представниками служб суспільної безпеки, представлена в табл. 3. Тут також можна відзначити, що стандарти TETRA, APCO 25, Tetrapol забезпечують порівнянний рівень спеціальних послуг.

Цікаву додаткову послугу, про наявність якої в інших стандартах, крім стандарту Tetrapol, відомостей немає, надає допоміжна служба імітації активності радіоабонентів. У даному режимі здійснюється підтримка постійного трафіку в обраній зоні. При перерві у веденні переговорів базова станція періодично посилає по каналах зв'язку сигнали, які важко відрізнити від інформаційних. Така послуга істотно утруднює можливості зловмисників, що займаються контролем трафіку конкретного абонента або групи абонентів, які, зокрема, можуть бути співробітниками правоохоронних органів.

Таблиця 3 – Спеціальні послуги зв'язку

№	Наявність специфічних послуг зв'язку	TETRA	APCO 25	Tetrapol
1.	Пріоритет доступу	+	+	+
2.	Система пріоритетних викликів	+	+	+
3.	Динамічне перегрупування	+	+	+

4.	Вибірне прослуховування	+	+	+
5.	Дистанційне прослуховування	+	н/в	+
6.	Ідентифікація зухвалої сторони	+	+	+
7.	Виклик, санкціонований диспетчером	+	+	+
8.	Передача ключів радіоканалом (OTAR)	-	+	+
9.	Імітація активності абонентів	-	-	+
10	Дистанційне відключення абонента	+	+	+
11	Автентифікація абонентів	+	+	+

## V Організаційно-економічні критерії

Наявність ресурсів радіочастотного спектра (РЧС) для розгортання системи радіозв'язку є найважливішим критерієм вибору тієї або іншої системи. У цьому випадку найперспективніші стандарти, які забезпечують можливість побудови мереж зв'язку в найбільш широкому діапазоні.

Системи TETRA теоретично забезпечують можливість роботи в дуже широкому діапазоні (150 – 900 МГц). Разом з тим, поки виробники пропонують в основному встаткування, що функціонує тільки в діапазоні, виділеному в Європі для побудови мереж TETRA - 380 – 385/390 – 395 і 410 – 430/450 – 470 МГц, хоча зараз уже є відомості про проекти систем у діапазоні 800 МГц.

Системи APCO 25 відповідно до функціональних і технічних вимог забезпечують можливість роботи в кожному з діапазонів, відведених для рухливого радіозв'язку.

Стандарт Tetrapol обмежує верхню частоту своїх систем на рівні 520 МГц. Реальна більшість діючих систем використовує діапазон 380 – 400 МГц.

Важливим критерієм порівняння стандартів є частотний ресурс, необхідний для розгортання мережі зв'язку з однаковою кількістю абонентів і однаковою зоною радіопокриття. Тут не може бути однозначної відповіді. З одного боку, стандарт TETRA має кращу спектральну ефективність, з іншого боку – Tetrapol і APCO 25 забезпечують більший радіус зони обслуговування базової станції. Тому для систем TETRA менші ресурси радіочастотного спектра будуть вимагатися для мереж радіозв'язку з дуже інтенсивним трафіком, а переваги Tetrapol і APCO 25 будуть проявлятися для мереж зв'язку з невисоким трафіком і широкою зоною охопту.

### *Економічна ефективність.*

На сьогоднішній день устаткування систем цифрового радіозв'язку коштує значно дорожче порівняно з аналоговими системами. Як правило, вартості укладених контрактів є комерційною таємницею, однак потрібно розуміти, що при розгортанні системи кожного із представлених стандартів цифрового радіозв'язку, що обслуговує кілька сотень абонентів, мова йде не про тисячі, а про мільйони доларів. Судячи з рекламної інформації закордонних фірм, вартість абонентських радіостанцій, що працюють у цифрових стандартах, може коливатися в межах від 800 до 4000 доларів, причому істотна частка вартості може визначатися наявністю модулів або програмних засобів захисту інформації.

Порівняння економічної ефективності систем різних стандартів не можна розглядати в відриві від категорії системи рухливого радіозв'язку. Для створення мереж зв'язку з невеликим навантаженням, широким територіальним охоптом і числом каналів у межах 10 оптимальнішим варіантом (у т. ч. і за вартістю) є використання систем МДЧР, до яких відносяться APCO 25 і Tetrapol. Це пояснюється більшим радіусом зон обслуговування систем МДЧР.

Однак, для мереж зв'язку з інтенсивним трафіком і числом каналів в одній зоні більше 15 краще використання систем з часовим поділом каналів, до яких відноситься TETRA.

Слід зазначити, що стандарт APCO 25 буде мати універсальність, забезпечуючи можливість будувати системи як із частотним, так і з часовим поділом каналів.

## VI Перспективи розвитку

Якщо порівнювати стандарти цифрового транкінгового радіозв'язку за кількістю мереж, що експлуатуються, числом користувачів, сумарній зоні покриття, то безсумнівне лідерство тут належить стандарту Tetrapol. Наразі в світі розгорнуто більше 35 великих мереж радіозв'язку в 21 країні, які обслуговують близько 0,5 млн. абонентів. Зона покриття працюючих мереж зв'язку становить 600 000 км<sup>2</sup>. Слід зазначити, що стандарт Tetrapol користується популярністю в усіх регіонах: крім Європи мережі радіозв'язку розгорнуті в Південно-Східній Азії, на Близькому й Середньому Сході, в Латинській Америці. Оскільки перша мережа зв'язку була введена в експлуатацію в 1994 р., можна сказати, що стандарт достатньо відпрацьований, і користувачі набагато менше ризикують зіштовхнутися з помилками в

програмному забезпеченні стаціонарного встаткування. Незважаючи на те, що стандарт є корпоративним, стандарт Tetrapol підтримується більшою кількістю великих виробників устаткування.

За кількістю існуючих проектів мереж зв'язку стандарт TETRA не поступається Tetrapol, однак більшість проектів перебуває в початковій стадії: досвідченої експлуатації пілотних мереж або розгортання систем зв'язку. Поки практично всі мережі зв'язку зосереджені в Європі. Мабуть, стандарт TETRA підтриманий найбільшою кількістю провідних виробників, причому не тільки європейських. Свої системи на базі стандарту TETRA випустили такі провідні компанії, як Motorola (система Dimetra), Nokia (Nokia TETRA), OTE Marconi (ELETTRA).

Стандарт APCO 25 тільки починає свій перехід у стадію розгортання мереж зв'язку. Поки реально випускається встаткування системи ASTRO компанії Motorola. Існують проекти декількох мереж у США, укладений перший контракт на поставку встаткування в Європу (система зв'язку британської митниці).

При виборі стандарту радіозв'язку обов'язково необхідно враховувати інформацію про те, чи є стандарт відкритим, чи корпоративним (закритим).

Корпоративний стандарт Tetrapol є власністю його розроблювача – компанії Matra. Придбання встаткування можливо тільки в обмеженого кола виробників.

## VII Висновки

Відкриті стандарти, до яких відносяться TETRA і APCO 25, забезпечують створення конкурентного середовища, залучення великої кількості виробників базового встаткування, абонентських радіостанцій, тестової апаратури для випуску сумісних радіозасобів, що сприяє зниженню їхньої вартості. Доступ до специфікацій стандартів надається будь-яким організаціям і фірмам, що вступили у відповідну асоціацію. Користувачі, що вибирають відкритий стандарт радіозв'язку, не попадають у залежність від єдиного виробника й можуть міняти постачальників устаткування. Відкриті стандарти користуються підтримкою з боку державних і правоохоронних структур, великих компаній багатьох країн світу, а також підтримані провідними світовими виробниками елементної й вузлової бази.

Все це дозволяє говорити про те, що відкриті стандарти з більшою ймовірністю в перспективі завоюють ринок систем транкінгового радіозв'язку.

*Література: 1. Л. М. Невдяев. Мобильная связь 3-го поколения. Под ред. Ю. М. Горностаева, М.: МЦНТИ, ИЛ, 2000. - 208 с. 2. В. П. Николаев. Новые технологии GSM для сотрудников служб безопасности. //Специальная техника. 2000, № 4, с.16 – 20. 3. А. Н. Дремов. Решительный шаг к интеграции. TETRA на пути к поколению 3G // Технологии и средства связи. 2001, № 2, с. 46 – 52. 4. ГОСТ P50922-96. Защита информации. Основные термины и определения. 5. А. М. Овчинников, С. В. Воробьев, С. И. Сергеев. Открытые стандарты цифровой транкинговой радиосвязи. М.: МЦНТИ, ИЛ, 2000. - 166 с. 6. А. Фильчаков. TETRA – профессиональное радио и не только // КомпьютерПресс, 2000, № 5.*

УДК 531/534(075.8)

## МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ МОДУЛЕЙ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

**Борис Уваров, Юрий Зиньковский**

*Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт"*

*Анотация: Розглянуто проблеми, що виникають при проектуванні радіоелектронної апаратури захисту інформації. Для її проектування потрібні методи, що забезпечать максимальні показники якості. Запропоновано створити такі методи за допомогою теорії подібності у вигляді системи критеріальних рівнянь.*

*Summary: The problems arising at designing of the radioelectronic equipment of protection of information are considered. For her designing the methods able to ensure the maximal parameters of quality are necessary. It is offered such methods to create with the help of the theory of similarity as system of criterials equations.*

*Ключевые слова: Радиоэлектронная аппаратура защиты информации, методы проектирования, теория подобия, оптимизация.*