

## КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ РІВНЯ ЗАХИСТУ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ З ВРАХУВАННЯМ ЇХ АРХІТЕКТУРИ

І.З. Якименко

Тернопільський національний економічний університет,  
вул. Львівська, 11, Тернопіль, 46020, Україна; e-mail: iyakymenko@mail.ru

В статті розглядається проблематика оцінки рівня захисту комп'ютерних мереж з врахуванням коефіцієнта емерджентності. Вперше розроблено критерій, який дозволяє оптимально встановити відповідність характеристик емерджентності мережі і її коефіцієнтів захисту. Згідно запропонованого підходу можна визначити необхідний рівень захисту інформаційних потоків в комп'ютерних мережах, який потрібен для певного класу архітектури.

**Ключові слова:** коефіцієнт емерджентності, комп'ютерні мережі, рівень захисту, коефіцієнт захисту, архітектури комп'ютерних мереж

### Вступ

Сучасні комп'ютерні мережі інтенсивно вдосконалюються на основі нових теоретичних положень опрацювання інформаційних потоків при реалізації алгоритмів формування, перетворення, ідентифікації та покращення автентифікації користувачів інформаційних систем. При цьому, на сучасному етапі розвитку комп'ютерних мереж (КМ) виникає ряд проблем та науково-технічних задач, пов'язаних з підвищенням інформаційної стійкості КМ та швидкодії алгоритмів шифрування/дешифрування. Досвід використання відомих алгоритмів шифрування та розвиток теорії алгоритмів, які широко застосовуються в практиці на основі важко оборотних функцій хешування, факторизації, модулярних та інших операцій вже наблизилися до границь своїх потенційних можливостей і в загальному не можуть бути основою розвитку та вдосконалення засобів захисту інформаційних потоків (ІП) в сучасних та проєктованих КМ. Крім того, виникає проблема комплексного підходу щодо забезпеченості необхідного рівня захисту ІП з врахуванням коефіцієнту емерджентності КМ [1–4].

Застосування інформаційних технологій у медицині відбувається в межах певних правових норм, які є правовим забезпеченням технології. Одним з важливих питань застосування інформаційних технологій є забезпечення конфіденційності інформації про пацієнта. Перелік відомостей про пацієнта, що не підлягають розголошенню, визначено статтею 286 Цивільного кодексу України та статтею 40 Закону України «Основи законодавства України про охорону здоров'я» (від 19 листопада 1992 р. № 2801-XI). Серед цих відомостей є і дані, якими оперують медичні інформаційні системи: результати медичного обстеження, діагноз.

Для технічного захисту інформації згідно ДСТУ 33961-96 та міжнародного стандарту застосовуються програмні засоби для ідентифікації та автентифікації користувачів, персоналу і ресурсів системи оброблення інформації; засоби розмежування доступу користувачів до інформації та технічних засобів автоматизованих систем.

Сучасні комерційні медичні інформаційні системи володіють набором засобів та технологій як для розмежування доступу, так захисту баз даних.

Розвиток телемедицини та розподілених систем опрацювання медичної інформації ставить нові задачі оцінки потоків інформації в мережі як глобальній, так і

локальній, за залежність рівня захищеності від архітектури мережі та просторової віддаленості учасників обміну інформацією. Складність у вирішенні цієї задачі вносить і стрімкий розвиток бездротових мереж та мобільних пристроїв, що все ширше застосовуються для збору діагностичної інформації про пацієнта.

Виходячи з вищесказаного, метою роботи є розробка критерію оцінки рівня захисту інформаційних потоків від несанкціонованого доступу з врахуванням коефіцієнту емерджентності, що дозволить встановлювати взаємно однозначну закономірність між захистом та типом архітектури мережі.

**Дослідження архітектур комп’ютерних мереж**

Дослідження та аналіз архітектур розподілених комп’ютерних систем, які використовуються в локальних, проблемно-орієнтованих та спеціалізованих комп’ютерних мережах, дозволяє визначити наступні класи їх архітектур, представлених в табл. 1, до яких належать: однорівнева, багаторівнева, безпроводна, з відкритим оптичним каналом [15]. Основним показником ефективності архітектур розподілених комп’ютерних систем є коефіцієнт емерджентності, який визначається згідно рівняння 1 [4, 8–11, 14]:

$$K_e = \frac{n_z}{n_e}, \tag{1}$$

де  $n_z$  — число зв’язків,  $n_e$  — число компонентів.

З табл. 1 видно, що найкращими показниками емерджентності характеризуються наступні архітектури: мережно-ієрархічна; систолічна; безпроводна безретрансляційна; безпроводна зірково-магістральна; зірково-магістральна. На рис. 1 показана гістограма коефіцієнтів емерджентності різних типів архітектур КМ.

**Таблиця 1.**

Тип та архітектура комп’ютерних мереж

№	Тип та архітектура КМ	
Однорівневі архітектури		
1	<p>1. Зіркова</p> <p><math>K_e = 3</math></p>	<p>2. Моноканал</p> <p><math>K_e = 1</math></p>
	<p>3. Систолічна</p> <p><math>K_e = 10</math></p>	<p>4. Кільцева</p> <p><math>K_e = 1</math></p>

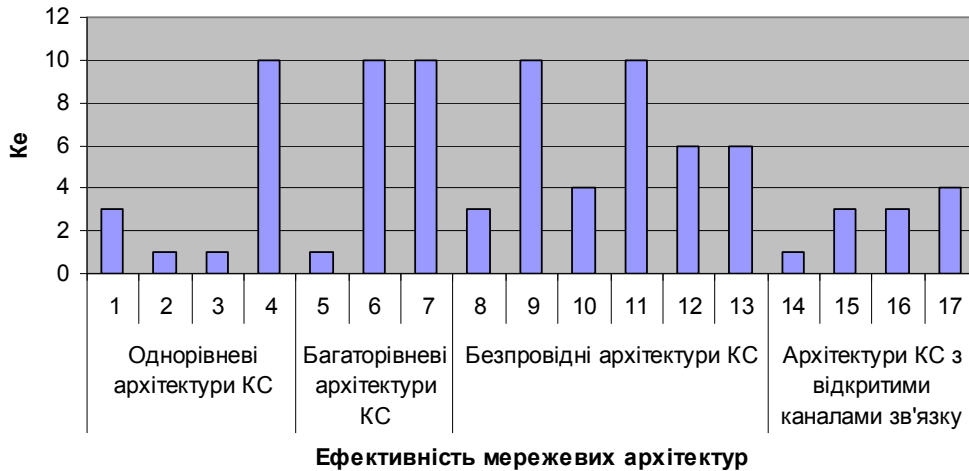
Багаторівневі архітектури			
3	<p>5. Ієрархічна</p> <p><math>K_e = 1</math></p>	<p>6. Зірково-магістральна</p> <p><math>K_e = 10</math></p>	
4	<p>7. Мережно-ієрархічна</p> <p><math>K_e = 10</math></p>		
Безпроводні архітектури			
5	<p>8. З пасивним ретранслятором</p> <p><math>K_e = 3</math></p>	<p>9. Безретрансляційна</p> <p><math>K_e = 10</math></p>	<p>10. З активним ретранслятором</p> <p><math>K_e = 4</math></p>
6	<p>11. Зірково-магістральна</p> <p><math>K_e = 10</math></p>	<p>12. З активним ретранслятором та кільцевою структурою</p> <p><math>K_e = 6</math></p>	<p>13. Сотова</p> <p><math>K_e = 6</math></p>

Продовження таблиці 1.

Архітектури КМ з відкритими оптичними каналами зв'язку	
7	<p style="text-align: center;"><b>14. Високошвидкісна дуплексна</b></p> <p style="text-align: center;"><math>K_e = 1</math></p>
	<p style="text-align: center;"><b>15. Середньошвидкісна кільцева</b></p> <p style="text-align: center;"><math>K_e = 3</math></p>
8	<p style="text-align: center;"><b>16. Низькошвидкісна кільцева</b></p> <p style="text-align: center;"><math>K_e = 3</math></p>
	<p style="text-align: center;"><b>17. Розгалужена</b></p> <p style="text-align: center;"><math>K_e = 4</math></p>

Аналіз рис. 1 показує, що високим рівнем емерджентності характеризуються багаторівневі зірково-магістральні та мережно-ієрархічні КМ, а також безпроводні КМ з активними ретрансляторами.

У роботах [1, 2, 4] показано, що найбільш перспективною архітектурою КМ є безпроводна зірково-магістральна архітектура яку доцільно використовувати для забезпечення необхідного рівня захисту.



**Рис. 1.** Ефективність мережесих архітектур за параметром емерджентності. Однорівневі: 1 – зіркова; 2 – моноканал; 3 – кільцева; 4 – систолічна; багаторівневі: 5 – ієрархічна; 6 – зірково-магістральна; 7 – мережно-ієрархічна; безпроводні: 8 – з пасивним ретранслятором; 9 – безретрансляційні; 10 – з активним ретранслятором; 11 – зірково-магістральна; 12 – з активним ретранслятором та кільцевою структурою; 13 – сотова; з відкритими оптичними каналами зв'язку: 14 – високошвидкісна дуплексна; 15 – середньошвидкісна кільцева; 16 – низькошвидкісна кільцева; 17 – розгалужена

### Критерій оцінки необхідного рівня захисту інформаційних потоків в комп'ютерних мережах

Оцінка архітектур та ІП в КМ на основі коефіцієнта емерджентності найкраще відображає структурну організацію КМ. В той же час, дана оцінка не відображає умов необхідного рівня захисту ІП КМ від несанкціонованого доступу [12, 13], що потребує їх класифікації з врахуванням вразливості, умов захисту та характеру секретності ІП, які можуть циркулювати в різних архітектурах. Спроба такої систематизації виконана у роботі [7]. У табл. 2 на основі експертних оцінок коефіцієнта захисту  $K_z$ , приведена класифікація мереж по характеру секретності та необхідного рівня захисту ІП від несанкціонованого доступу.

На основі оцінок коефіцієнта емерджентності КМ  $K_e$  та коефіцієнта захисту ІП  $K_z$ , запропоновано критерій (забезпечення рівня захисту):

$$K_{ze} = \frac{K_z}{K_e}, \quad (2)$$

який одночасно враховує необхідний рівень захисту ІП з врахуванням їх топологій та коефіцієнта емерджентності.

Слід зауважити, що архітектури КМ з врахуванням коефіцієнта емерджентності можна поділити на п'ять груп. До першої групи відносяться мережі з  $K_e = 1$ , до другої з  $K_e = 2.5$ , третьої  $K_e = 4$ , четвертої  $K_e = 6$ , п'ятої  $K_e = 10$ . У табл. 3 приведені показники критерію  $K_{ze}$  забезпечення певного рівня захисту з врахуванням інтелекту мережі.

**Таблиця 2.**

Класифікація мереж по характеру секретності та захисту

№ п/п	Класифікація СКС по характеру секретності та захисту	$K_3$
1	Державного значення: служба безпеки України, національний банк України, Система Президента України, та ін.	10
2	Банківські системи	9
3	Відомчі системи (системи стратегічних об'єктів, військові)	8
4	Екологічно-небезпечні (атомні, нафтогазові та ін.)	7
5	Транспортні	6
6	Мережі медичних лікувальних закладів	5
7	Інтернет	4
8	Регіональні комп'ютерні мережі	3
9	Низові комп'ютерні мережі	2
10	Інформаційно-вимірювальні керуючі системи	1

**Таблиця 3.**

Показники критерію  $K_{ze}$  забезпечення певного рівня захисту з врахуванням коефіцієнту емерджентності мережі

$K_e \backslash K_3$	1	2.5	4	6	10
10	0.1	0.25	0.4	0.6	1
9	0.11	0.28	0.44	0.67	1.11
8	0.125	0.3125	0.5	0.75	1.25
7	0.14	0.36	0.57	0.86	1.43
6	0.167	0.42	0.67	1	1.67
5	0.2	0.5	0.8	1.2	2
4	0.25	0.625	1	1.5	2.5
3	0.33	0.83	1.33	2	3.33
2	0.5	1.25	2	3	5
1	1	2.5	4	6	10

Приведені на рис. 2 дослідження дозволяють встановити відповідність характеристик емерджентності мережі і її коефіцієнтів захисту для забезпечення оптимального рівня  $K_{ze}$ .



**Рис. 2.** Оцінка критерію  $K_{ze}$  відповідно до характеристик емерджентності мережі та її коефіцієнтів захищеності.

Результати досліджень показали, що для забезпечення необхідного рівня захисту інформаційних потоків в комп'ютерних мережах необхідно вибирати такий клас архітектур, для яких співвідношення коефіцієнту захищеності та емерджентності мережі наближається до 1.

## Висновки

Аналіз та дослідження архітектур та трафіків КМ на основі оцінки їх емерджентності показує, що найбільш перспективною архітектурою мережевих технологій опрацювання інформаційних потоків є зірково-магістральна. Архітектури існуючих КМ, типу ієрархічних та багаторівневих, характеризуються нижчим рівнем емерджентності та рівнем трафіку у порівнянні з зірково-магістральною. Однак магістральні архітектури ще не є достатньо поширеними і тиражованими у світовій практиці і розглядаються як перспективні. Таким чином, вдосконалення мережевих технологій захисту інформаційних потоків на основі сучасних архітектур КМ не можуть в повній мірі забезпечити ефективність формування та опрацювання інформаційних потоків для захисту інформації. Вперше отриманий критерій оцінки рівня захисту який дозволяє встановити відповідність характеристик емерджентності мережі і її коефіцієнтів захисту. На його основі було встановлено, що для забезпечення необхідного рівня захисту інформаційних потоків в комп'ютерних мережах необхідно вибирати такий клас архітектур, для яких співвідношення коефіцієнту захищеності та інтелектуальності мережі наближається до 1.

## Список літератури

1. Столлингс, В. Беспроводные линии связи и сети [Текст] / В. Столлингс ; пер. с англ. А.В. Высоцкий [и др.]. — М. ; СПб. ; К. : Издательский дом «Вильямс» ; СПб. ; К. : [б.и.], 2003. — 638 с.
2. Таненбаум, Э. Компьютерные сети [Текст] = Computer Networks / Э. Таненбаум ; пер. с англ. В. Шрага. — 4-е изд. — Санкт-Петербург : Питер, 2008. — 991 с.
3. Столлингс, В. Структурная организация и архитектура компьютерных систем: Проектирование и производительность [Текст] = Computer organization and architecture:

- Designing and Performance : монографія / В. Столлингс; [Пер. с англ. и ред. В.Т. Тертъшного]. — 5-е изд. — М. : Вильямс, 2002. — 892 с.
4. Мартин, Дж. Планирование развития автоматизированных систем [Текст] = Strategic data-planning methodologies / Дж. Мартин ; пер. с англ. С.М. Круговой ; под ред. В.М. Савинкова. — М. : Финансы и статистика, 1984. — 195 с.
  5. Олифер, В.Г. Компьютерные сети [Текст] : принципы, технологии, протоколы: учеб. пособие / В.Г. Олифер. — 3-е изд. — СПб. : Питер, 2008. — 958 с.
  6. Буров, Є.В. Комп'ютерні мережі [Текст] : монографія / Є.В. Буров; за ред. В. Пасічника. — 2-ге вид., оновл. і доп. — Л. : [б. и.], 2003. — 566 с.
  7. Защита информации в телекоммуникационных системах: учебник / В.Г. Кулаков, А.Б. Андреев, А.В. Заряев и др. — Воронеж: Воронежский институт МВД России, 2002. — 300 с.
  8. Hartley, R.V.L. Transmission of information / R.V.L. Hartley // The Bell System Technical Journal. — 1928. — Vol. 7. — PP. 535–563.
  9. Shannon, C.E. A Mathematical Theory of Communication / C.E. Shannon // The Bell System Technical Journal. — 1948. — Vol. 27. — PP. 379–423, 623–656.
  10. Шэннон, К. Работы по теории информации и кибернетике [Текст] : монографія / К. Шеннон; пер. с англ. под ред. Р.Л. Добрушина, О.Б. Лупанова ; с предисл. А.Н. Колмогорова. — М. : Иностран. лит., 1963. — 829 с.
  11. Луценко, Е.В. Количественные меры возрастания эмерджентности в процессе эволюции систем (в рамках системной теории информации) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. — Краснодар: КубГАУ, 2006. — № 5(21).
  12. Васильцов, І.В. Атаки спеціального виду на криптопристрої та методи боротьби з ними [Текст]: монографія / І.В. Васильцов. — Кременець : Вид. центр КОГРІ, 2009. — 264 с.
  13. Васильцов, І.В. Класифікація сучасних атак спеціального виду на реалізацію / І.В. Васильцов, Л.О. Дубчак // Захист інформації. — 2007. — № 4. — С. 10–21.
  14. Николайчук, Я.М. Теорія джерел інформації [Текст] : монографія / Я.М. Николайчук. — Т. : ТНЕУ, 2008. — 536 с.
  15. Якименко, І.З. Фундаментальні основи структуризації та опрацювання інформаційних потоків в комп'ютерних мережах / І.З. Якименко // Вісник Хмельницького національного університету. Серія: «Технічні науки». — 2011. — № 3. — С. 265–271.



## КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ЗАЩИТЫ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ С УЧЕТОМ ИХ АРХИТЕКТУРЫ

І.З. Якименко

Тернопольский национальный экономический университет,  
ул. Львовская, 11, Тернополь, 46020, Украина; e-mail: iyakumenko@mail.ru

В статье рассматривается проблематика оценки уровня защиты компьютерных сетей с учетом коэффициента эмерджентности. Впервые разработан критерий, позволяющий оптимально установить соответствие характеристик эмерджентности сети и ее коэффициентов защиты. Согласно предложенному подходу можно определить необходимый уровень защиты информационных потоков в компьютерных сетях, который необходим для определенного класса архитектур.

**Ключевые слова:** коэффициент эмерджентности, компьютерные сети, уровень защиты, коэффициент защиты, архитектуры компьютерных сетей

## EVALUATION CRITERIA OF NETWORKS PROTECTION LEVEL TAKING INTO ACCOUNT ITS ARCHITECTURE

Igor Z. Yakymenko

Ternopil National Economic University,  
11 Lvivska str., Ternopil, 46020, Ukraine; e-mail: iyakymenko@mail.ru

This paper focuses on problems of evaluation of the networks protection level taking into account the emergence coefficient. Criterion that allowed to set optimally correspondence between network emergency and protection level was first developed. According to the proposed approach, it is possible to identify the necessary protection level of information streams in computer networks that required for specific class of architectures.

**Keywords:** emergency coefficient, computer networks, security level, protection coefficient, architecture of computer networks