

УДК 623.002.8; 623:658.567.1

Е.В. Лучук

*Академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів*

## **ЧАСТКОВІ МОДЕЛІ РАДІО- ТА ПРОГРАМНО-КОМП'ЮТЕРНОГО ПОДАВЛЕННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ ПРОТИВНИКА В ОПЕРАЦІЯХ**

*У статті запропоновані часткова модель програмно-комп'ютерного подавлення локальної обчислювальної мережі противника, побудованої на шині Ethernet, часткова модель радіоподавлення тактичної пакетної мережі типу X.25 та часткова модель радіомережі EPLRS, застосування яких у моделі радіо- та програмно-комп'ютерного подавлення дозволить оцінити ефективність радіо- та програмно-комп'ютерного подавлення комп'ютерних мереж противника в операціях. Показано, що радіо- та програмно-комп'ютерне подавлення призводить до збільшення ймовірності несвоєчасного отримання інформації про оперативну-тактичну обстановку командирами (штабами) противника в операціях. Для подавлення комп'ютерних мереж необхідно застосовувати засоби програмно-комп'ютерного подавлення та передавачі перешкод на безпілотних літальних апаратах.*

**Ключові слова:** програмно-комп'ютерне подавлення, система масового обслуговування.

### **Постановка проблеми**

Як свідчить досвід провідних країн світу, основним шляхом підвищення ефективності управління військами при виконанні ними завдань за призначенням є впровадження автоматизованих систем управління, технічною основою яких є комп'ютерні обчислювальні мережі, утворені за допомогою цифрових перешкодозахищених ультракороткохвильових та радіорелейних засобів зв'язку.

Використовуючи властиві комп'ютерним мережам уразливості, їх можливо подавити спеціальними деструктивними програмними засобами [1], а радіорелейні засоби комп'ютерних мереж – малогабаритними передавачами перешкод на безпілотних літальних апаратах (БПЛА) [2]. Однак способи радіо- та програмно-комп'ютерного подавлення комп'ютерних мереж противника в операціях, які б забезпечили заданий рівень ефективності подавлення, не розроблені. Для їх обґрунтування необхідно мати відповідний науково-методичний апарат, зокрема модель радіо- та програмно-комп'ютерного подавлення комп'ютерних мереж противника в операціях.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Напрямки та підходи до створення засобів радіо- та програмно-комп'ютерного подавлення досліджені в світі та Україні [3, 4]. Розроблена математична розрахункова модель радіо- та програмно-комп'ютерного подавлення комп'ютерних мереж противника в операціях, у якій основним показником ефективності обґрунтована ймовірність несвоєчасного отримання командирами (штабами)

противника інформації про оперативну-тактичну обстановку [5]. У роботі [6] запропонована модель програмно-комп'ютерного подавлення, яка дозволяє оцінити середній час обробки даних транзакції у робочій станції та сервері. Однак у зазначених роботах не оцінені середній час очікування і передачі даних транзакції через радіомережу EPLRS, по шині Ethernet локальної обчислювальної мережі (ЛОМ), через тактичну пакетну мережу (ТПМ) типу X.25, що не дає можливості застосовувати модель [5] для оцінки ефективності радіо- та програмно-комп'ютерного подавлення комп'ютерних мереж противника в операціях.

### **Формулювання мети статті**

Мета статті – розробка часткової моделі програмно-комп'ютерного подавлення локальної обчислювальної мережі противника, побудованої на шині Ethernet, часткової моделі радіоподавлення тактичної пакетної мережі типу X.25 та часткової моделі радіомережі EPLRS, застосування яких у моделі [5] дозволить оцінити ефективність радіо- та програмно-комп'ютерного подавлення комп'ютерних мереж противника в операціях.

### **Виклад основного матеріалу**

*Часткова модель програмно-комп'ютерного подавлення локальної обчислювальної мережі противника, побудованої на шині Ethernet.*

Розглянемо роботу шини Ethernet. При передачі даних РС (сервер) перевіряє стан шини. Якщо шина зайнята, тобто присутня несуча частота, то РС (сервер) очікує її вивільнення. Якщо шина вільна, РС (сервер) починає передавати пакет даних, одночасно контролюючи стан шини. Якщо за час передачі пакета РС (сервер) не виявила стан колізії в

мережі (несуча частота не викривилась), то вважається, що дані передані успішно. Всі РС (сервер), які очікують, відслідковують бітову послідовність закінчення передачі пакета і витримують технологічну паузу. Після цього РС (сервер), з'ясувавши, що шина вільна, намагаються передати по шині свої пакети. При одночасній передачі декількох кадрів несуча частота шини викривляється, і РС (сервер) фіксують виникнення колізії. При цьому кожна РС (сервер) припиняє передавати дані, передає спеціальну jam-послідовність (підсилює ситуацію колізії), переходить у стан очікування на невеликий випадковий проміжок часу, після закінчення якого вона, перевіривши шину, намагається ще раз передати через мережу свій пакет.

Тоді шину Ethernet можливо представити як систему масового обслуговування (СМО) із випадковим вибором заявки (пакета) на обслуговування та дисципліною обслуговування, що не допускає переривання обробки [7]. Будемо вважати, що кількість робочих станцій велика, а інтенсивності потоків даних від них малі, тоді сумарний потік даних від всіх РС мережі наближений до пуассонівського.

Засіб програмно-комп'ютерного подавлення (ЗПКП), запроваджений до однієї або декількох РС, запускає процес, який генерує заважаючі пакети даних та передає їх по шині Ethernet для її перевантаження. Структурна схема часткової моделі програмно-комп'ютерного подавлення локальної обчислювальної мережі противника, побудованої на шині Ethernet, представлена на рис. 1. Тут восьмикутниками позначені обслуговуючі апарати:  $A$  – обдумування користувачем будь-якої РС ЛОМ результатів виконання транзакції і заповнення вихідних форм перед запуском нової транзакції;  $D$  – передача кадру по шині Ethernet при обробці будь-якої транзакції. Колами позначені події: 1 – запуск нової транзакції; 2 – постановка кадру, який передається, в чергу до шини Ethernet; 3 – перехід до наступного кадру, який передається;

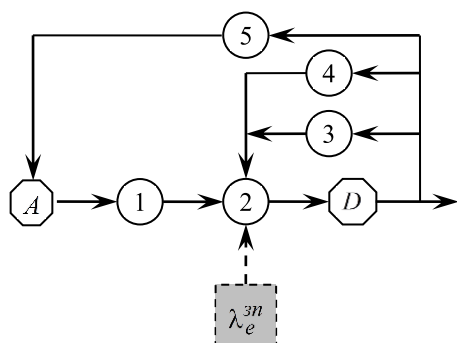


Рис. 1. Часткова модель програмно-комп'ютерного подавлення локальної обчислювальної мережі противника, побудованої на шині Ethernet

4 – перехід до наступного оператора транзакції; 5 – відображення результатів виконання транзакції. Пунктирним прямокутником позначений процес генерування заважаючих пакетів даних.

Середній час очікування і передачі пакетів транзакції по шині Ethernet ЛОМ можливо оцінити за виразом [7]

$$\bar{T}_e = \frac{\rho v_b q}{2m_b(1-\rho)} + q m_b, \quad (1)$$

де  $\rho = \left( \frac{N_{pc} q}{A} + w_e \lambda_e^{zn} \right) m_b$  – завантаження СМО;

$q$  – математичне сподівання кількості пакетів, які обслуговуються системою при передачі даних транзакції, розраховується за виразом [7]

$$q = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K p_j g_{jk} \left[ \sum_z (p_{w_{kz}} + p_{v_{kz}} \left( \left[ \frac{z}{b} \right] + 1 \right)) \right];$$

$m_b = \frac{b+S}{C_e}$  – час передачі пакета по шині мережі, с;

$w_e$  – кількість РС, в які запроваджені ЗПКП для подавлення шини Ethernet;  $\lambda_e^{zn}$  – інтенсивність заважаючих пакетів даних при подавленні шини Ethernet, 1/с;  $v_b = m_b^2$  – другий початковий момент часу передачі пакета по шині мережі;  $S$  – сума довжин заголовку та концевика пакета, байт;  $C_e$  – швидкість передачі даних у мережі Ethernet, біт/с.

Однак, при розрахунках середнього часу очікування і передачі пакетів транзакції по шині Ethernet ЛОМ необхідно враховувати, що через особливості побудови та функціонування мереж Ethernet вираз (1) справедливий для значень завантаження шини Ethernet  $\rho \leq \rho_{кр}$ . За розрахунками, приведеними в [7, 8], значення критичного завантаження шини  $\rho_{кр}$  складає 0,3...0,35; при значеннях  $\rho > \rho_{кр}$  настає стан лавиноподібного збільшення кількості колізій, падіння продуктивності шини, при цьому середній час очікування і передачі пакетів транзакції по шині Ethernet ЛОМ прагне до нескінченності.

Часткова модель радіоподавлення тактичної пакетної мережі типу X.25.

Розглянемо процес передачі даних через ТПМ. Дуплексні канали зв'язку тактичної пакетної мережі є одноканальними системами масового обслуговування з очікуванням. Послідовність СМО між будь-якою парою маршрутизаторів, які об'єднують локальні обчислювальні мережі, моделюють віртуальний канал зв'язку.

Нехай  $\Lambda = \|\lambda_{lt}\|$  – матриця інтенсивностей пакетів, які передаються між парою маршрутизаторів  $l$  та  $t$  [7]

$$\lambda_{lt} = \lambda_{l(t)}(Y_{l(t)} + Z_{l(t)}) \quad (2)$$

де  $\lambda_{l(t)}$  – інтенсивність запитів до транзакцій серверів ЛОМ, які передаються через маршрутизатори  $l(t)$ ,  $1/c$ ;  $p_{l(t)j}$  – ймовірність звертання сервера ЛОМ до  $j$ -ї транзакції, яка передається через маршрутизатор  $l(t)$ ;

$$Y_{l(t)} = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K p_{l(t)j} g_{jk} \sum_z p_{w_{kz}} \left( \left[ \frac{z}{b} \right] + 1 \right) - \text{середнє}$$

число пакетів, що передаються з одного маршрутизатора на інший при обробці всіх операторів будь-якої транзакції;

$$Z_{l(t)} = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K p_{l(t)j} g_{jk} \sum_z p_{v_{kz}} \left( \left[ \frac{z}{b} \right] + 1 \right) - \text{середнє}$$

число пакетів, що передаються з одного маршрутизатора на інший після обробки операторів будь-якої транзакції.

Визначимо матрицю  $U = \|x_{df}\|$  інтенсивностей пакетів, які передаються по фізичному каналу, що пов'язують комутатори  $d$  та  $f$

$$x_{df} = \sum_{l,t \in (d,f)} \lambda_{lt} \quad (3)$$

тобто сума береться за тими віртуальними каналами, які проходять через фізичний канал  $(d, f)$ .

Нехай буфер комутатора має велику місткість (втрат немає), розміри пакетів, які передаються по мережі X.25, мають неоднакову довжину, а час передачі пакета по фізичному каналу  $(d, f)$  розподілений по експоненційному закону з інтенсивністю  $1/m_{df}$ , де  $m_{df}$  – математичне сподівання часу передачі пакета по фізичному каналу  $(d, f)$  розраховується за виразом [7]

$$m_{df} = \frac{1}{C_{\text{оін}}} \times \frac{\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K p_{l(t)j} g_{jk} \left( \sum_z (p_{w_{kz}} + p_{v_{kz}}) \left( z + \left[ \frac{z}{b} \right] + 1 \right) S \right)}{\sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K p_{l(t)j} g_{jk} \left( \sum_z (p_{w_{kz}} + p_{v_{kz}}) \left( z + \left[ \frac{z}{b} \right] + 1 \right) \right)} \quad (4)$$

де  $C_{\text{mmn}}$  – швидкість передачі даних у мережі X.25, біт/с.

Нехай також потік пакетів, які передаються між парою маршрутизаторів, є пуассонівським. Тоді справедлива теорема Джексона, згідно з якою мережа масового обслуговування – це сукупність незалежних СМО з пуассонівськими вхідними потоками  $x_{df}$  та інтенсивностями обслуговування  $1/m_{df}$ . У цьому випадку середній час передачі пакета по віртуальному каналу, який поєднує два маршрутизатора, можливо оцінити за формулою [7]

$$\bar{T}_{lt} = \sum_{l,t \in (d,f)} \frac{m_{df}}{1 - x_{df} \cdot m_{df}} \quad (5)$$

ЗПКП, запроваджений до однієї або декількох РС, запускає заважаючий процес, який генерує пакети даних для передачі через ТПМ та її перевантаження; передавач перешкод на безпілотному літальному апараті (ПП БПЛА) подавляє вузлові центри (ВЦ) ТПМ, викликаючи перевантаження неподавлених каналів зв'язку ТПМ. Структурна схема часткової моделі радіоподавлення тактичної пакетної мережі типу X.25 представлена на рис. 2. Тут восьмикутниками позначені обслуговуючі апарати – дуплексні канали зв'язку, колами – пакетні комутатори ТПМ, квадратами – маршрутизатори локальних обчислювальних мереж; пунктирним квадратом – процес генерування заважаючих пакетів даних.

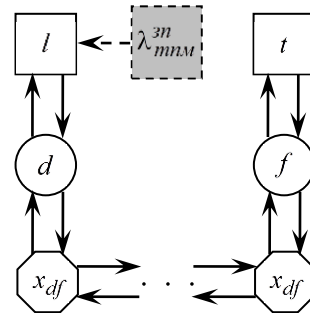


Рис. 2. Структурна схема часткової моделі радіоподавлення тактичної пакетної мережі типу X.25

Враховуючи (2) – (5), середній час очікування і передачі даних транзакції через ТПМ можливо оцінити за формулою

$$\bar{T}_{\text{оін}} = \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K p_{l(t)j} g_{jk} \left( \sum_z (p_{w_{kz}} + p_{v_{kz}}) \left( \left[ \frac{z}{b} \right] + 1 \right) \right) \times \sum_{l,t \in (d,f)} \frac{m_{df}}{1 - x_{df} \cdot m_{df}} \quad (6)$$

де  $x_{df} = \sum_{l,t \in (d,f)} \lambda_{lt} + \sum_{l^* \in (d,f)} \lambda_{mnm}^{zn}$ ;  $l^*$  – маршрутизатори,

через які передаються заважаючі пакети від РС із запровадженими ЗПКП;  $\lambda_{mnm}^{zn}$  – інтенсивність заважаючих пакетів даних при подавленні ТПМ, 1/с. При цьому вплив радіоподавлення враховується при розрахунку інтенсивностей  $x_{df}$  вхідних потоків до дуплексних каналів зв'язку.

#### Часткова модель радіомережі EPLRS

Розглянемо процес передачі даних через радіомережу EPLRS. Базова радіомережа EPLRS є системою багатостанційного доступу з часовим розподілом каналів, коли впродовж одного кадру кожному абоненту почергово надаються тайм-слоти, протягом яких відбувається передача пакетів даних. При цьому в залежності від пріоритету абонента йому можуть надаватися декілька тайм-слотів протягом одного кадру. Якщо обсяг даних перевищує можливості системи по передачі за один тайм-слот, то передача їх відбувається за декілька кадрів, протягом яких надаються тайм-слоти. Таку систему можливо формалізувати як систему масового обслуговування з круговим опитуванням у випадку розподілу часу з детермінованим часом обслуговування заявок [9]. Структурна схема часткової моделі радіомережі EPLRS представлена на рис. 3, де восьмикутником  $K$  позначений обслуговуючий апарат – квант часу, протягом якого відбувається обслуговування заявки; прямокутником  $H$  позначена черга заявок; кружками позначені заявки: 1 – нові, 2 – зациклені (для обслуговування яких потрібні декілька квантів), 3 – обслужені.

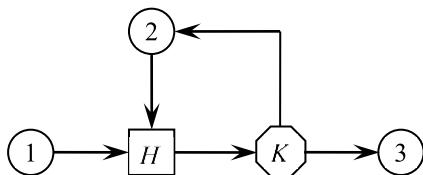


Рис. 3. Структурна схема часткової моделі радіомережі EPLRS

Для такої СМО середній час очікування і передачі даних транзакції визначається за формулою

$$\bar{T}_{pm} = \frac{q(b+S)}{C_{pm}}, \quad (6)$$

де  $q$  – математичне сподівання кількості пакетів при передачі даних транзакції;  $b$  – максимальний обсяг даних у пакеті, байт;  $S$  – сума довжин заголовка пакета, заголовка кадру, кінцевика кадру, байт;  $C_{pm}$  – швидкість передачі даних у радіомережі EPLRS, біт/с.

Оскільки кількість тайм-слотів, які виділяються кожному абоненту радіомережі EPLRS для передачі пакетів даних протягом кадру, залежить від пріоритету абонента і є фіксованою, інтенсивність звертань до транзакцій однієї РС не вплине на час очікування і передачі даних іншими РС. Тому застосування ЗПКП для подавлення радіомережі EPLRS є недоцільним.

Адекватність розроблених моделей в описовому та структурному відношенні забезпечується тим, що вони відповідають комп'ютерним мережам, які реально існують; елементи структури моделі обрані з відомих моделей, але відрізняються від них врахуванням впливу засобів радіо- та програмно-комп'ютерного подавлення.

Для оцінки ступеня впливу ЗПКП на ефективність функціонування шини Ethernet ЛОМ і ТПМ проведені відповідні розрахунки.

На рис. 4 представлені графіки залежності середнього часу очікування і передачі пакетів транзакції по шині Ethernet ЛОМ від кількості РС, в які запроваджені ЗПКП для подавлення шини Ethernet ЛОМ, при різних значеннях інтенсивності заважаючих пакетів. Для кожного з графіків існує таке граничне значення кількості РС, при якому завантаження шини Ethernet досягає 0,35, що обумовлює переломи графіків. До цього значення шини Ethernet функціонує в нормальному режимі, середній час очікування і передачі пакетів транзакції наблизений до нуля; після цього значення завантаження шини значно зростає через збільшення числа колізій, а середній час очікування і передачі пакетів транзакції стрімко росте.

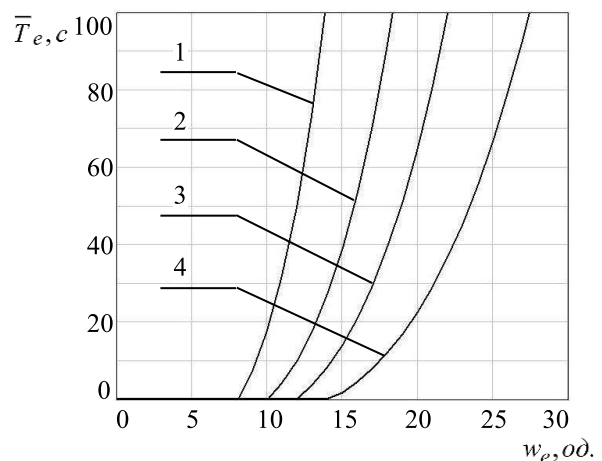


Рис. 4. Графіки залежності середнього часу очікування і передачі пакетів транзакції по шині Ethernet ЛОМ від кількості РС, в які запроваджені ЗПКП для подавлення шини Ethernet ЛОМ, при різних значеннях інтенсивності заважаючих пакетів:

1 – при  $\lambda_e^{zn} = 4 \cdot 10^2$  1/с; 2 – при  $\lambda_e^{zn} = 3 \cdot 10^2$  1/с;

3 – при  $\lambda_e^{zn} = 2,5 \cdot 10^2$  1/с; 4 – при  $\lambda_e^{zn} = 2 \cdot 10^2$  1/с

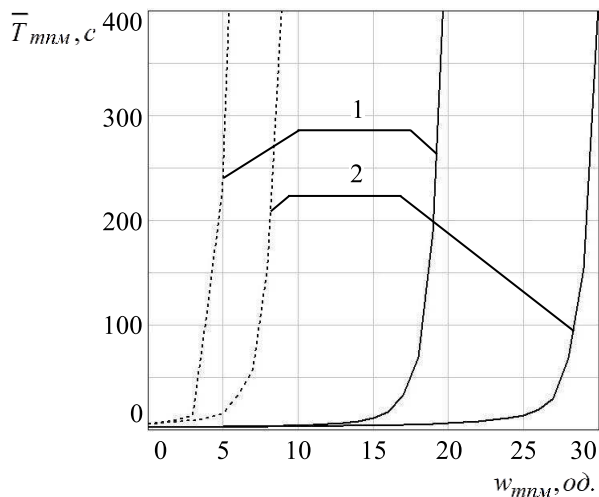


Рис. 5. Графіки залежності середнього часу очікування і передачі даних транзакції через ТПМ від кількості РС, в які запроваджені ЗПКП для подавлення ТПМ, при різних значеннях інтенсивності заважаючих пакетів:

1 – при  $\lambda_{тпм}^{зн} = 80$  1/с; 2 –  $\lambda_{тпм}^{зн} = 50$  1/с.

Суцільними лініями показані графіки для випадку, коли функціонують всі вузлові центри ТПМ; пунктирними – коли подавлений один вузловий центр у смузі дивізії

На рис. 5 представлені графіки залежності середнього часу очікування і передачі даних транзакції через ТПМ від кількості РС, в які запроваджені ЗПКП для подавлення ТПМ, при різних значеннях інтенсивності заважаючих пакетів. Переломи в графіках обумовлені досягненням таких значень інтенсивності заважаючих пакетів, при яких інтенсивність передачі даних наближається до граничної перепускної здатності каналу. При цьому середній час очікування і передачі даних транзакції через ТПМ росте необмежено. У випадку подавлення (виведення з ладу) одного вузлового центра у смузі дивізії завантаження каналів зв'язку, утворених рештою вузлових центрів, зростає через перерозподіл даних, що передаються тактичною пакетною мережею. Тому перевантаження каналів зв'язку досягається при значно менших інтенсивностях заважаючих пакетів.

Застосуємо розроблені часткові моделі у моделі радіо- та програмно-комп'ютерного подавлення [5].

Графіки залежності ймовірності несвочасного отримання інформації про ОТО у ланках управління «батальйон», «бригада», «дивізія», «армійський корпус» від кількості РС, в які запроваджені ЗПКП для подавлення шини Ethernet ЛОМ, при різних значеннях інтенсивності заважаючих пакетів представлені на рис. 6. При наближенні значень завантаження шини Ethernet до критичного ймовірність несвочасного отримання інформації про ОТО наближається до одиниці.

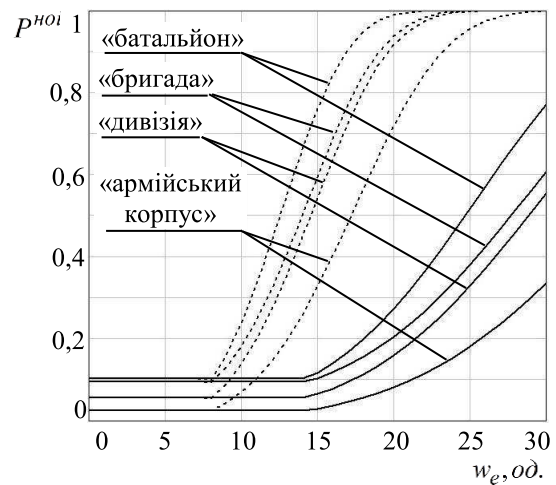


Рис. 6. Графіки залежності ймовірності несвочасного отримання інформації про ОТО у ланках управління «батальйон», «бригада», «дивізія», «армійський корпус» від кількості РС, в які запроваджені ЗПКП для подавлення шини Ethernet ЛОМ, при значеннях інтенсивності заважаючих пакетів:

суцільною лінією –  $\lambda_e^{зн} = 2 \cdot 10^2$  1/с;

пунктирною лінією –  $\lambda_e^{зн} = 4 \cdot 10^2$  1/с

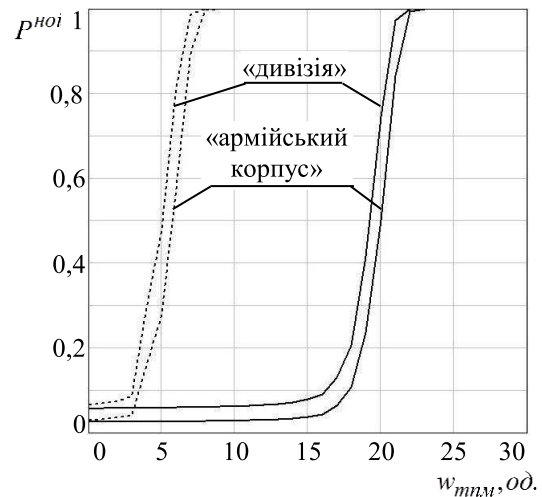


Рис. 7. Графіки залежності ймовірності несвочасного отримання інформації про ОТО у ланках управління «дивізія», «армійський корпус» від кількості РС, в які запроваджені ЗПКП для подавлення ТПМ, при різних значеннях інтенсивності заважаючих пакетів.

Суцільними лініями показані графіки для випадку, коли функціонують всі вузлові центри ТПМ; пунктирними – коли подавлений один вузловий центр у смузі дивізії

Як видно з графіків, наведених на рис. 7, збільшення кількості РС, в які запроваджені ЗПКП для подавлення ТПМ, призводить до суттєвого збільшення ймовірності несвочасного отримання інформації про ОТО. Однак необхідно враховувати, що маршрутизатори та пакетні комутатори, як правило, більш захищені програмними і апаратними засобами від впливу ЗПКП порівняно із серверами. Тому поряд із програмно-комп'ютерним подавленням ТПМ необхідно застосовувати

радіоподавлення вузлових центрів комплексу MSE за допомогою передавачів перешкод на БПЛА. При цьому інформація про ОТО через неподавлені вузли буде передаватись по обхідних каналах зв'язку, що призведе до їх перевантаження. Радіоподавлення (виведення за ладу) вузлового центра у дивізійній смузі забезпечує збільшення ймовірності несвоєчасного отримання інформації про ОТО навіть за відсутності програмно-комп'ютерного подавлення.

Таким чином, дослідження показали, що радіо- та програмно-комп'ютерне подавлення призводить до збільшення ймовірності несвоєчасного отримання інформації про оперативну-тактичну обстановку командирами (штабами) противника в операціях. Для подавлення комп'ютерних мереж необхідно застосовувати засоби програмно-комп'ютерного подавлення та передавачі перешкод на БПЛА, спільний вплив яких на об'єкти програмно-комп'ютерного та радіоподавлення забезпечив би досягнення необхідного значення ймовірності несвоєчасного отримання командирами (штабами) інформації про ОТО.

### Список літератури

1. Шолохов С.М., Тищук С.О., Лучук Е.В. Програмно-комп'ютерне подавлення комп'ютерних мереж новітніх систем управління військами і зброєю оперативну-тактичної (тактичної) ланки в операціях (бойових діях) // Труды академії. – К.: НАОУ, 2005. – № 59. – С. 144-152.
2. Даник Ю.Г., Ткаченко М.М. Аналіз застосування і перспективи використання безпілотних літальних апаратів // Збірник наукових праць. – Х.: ХВУ. – 2001. – Вип. 4(34). – С. 66-70.
3. Черниш О.М., Тищук С.О., Шолохов С.М. Основи формування нової ідеології ведення радіоелектронної боротьби у війнах і збройних конфліктах майбутнього // Наука і оборона. – 2006. – № 4. – С. 48-51.
4. Тищук С.О., Шолохов С.М., Лучук Е.В., Завацький О.Б. Радіоелектронна боротьба: військово-аналітичні аспекти розвитку та трансформації. Напрямок розвитку РЕБ у Збройних Силах України // Труды академії. – К.: НАОУ, 2005. – № 57. – С. 114 – 120.
5. Лучук Е.В. Модель радіо- та програмно-комп'ютерного подавлення комп'ютерних мереж противника в операціях // Військово-технічний збірник. – Львів: АСВ, 2011. – № 2(5). – С. 104-109.
6. Шолохов С.М., Василенко І.С., Лучук Е.В. Підходи до оцінки ефективності радіоелектронного та програмно-комп'ютерного подавлення телекомунікаційних систем в інформаційних конфліктах // Зб. наук. праць ЦНДІ ЗС України. – К., 2010. – № 4(54). – С. 237-248.
7. Григорьев Ю.А., Остапенко А.А., Плутненко А.Д. Модели анализа процессов передачи данных в компьютерных сетях. – М.: МГТУ им. Баумана, 2000. – 99 с.
8. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – С.-Пб.: Питер, 2003. – 864 с.
9. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания. Пер. с англ. / Пер. И.И. Грушко; ред. В.И. Нейман. – М.: Машиностроение, 1979. – 432 с.

**Рецензент:** В.М. Корольов, д.т.н., с.н.с., Академія сухопутних військ, Львів.

### ЧАСТИЧНЫЕ МОДЕЛИ РАДИО- И ПРОГРАММНО-КОМПЬЮТЕРНОГО ПОДАВЛЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ ПРОТИВНИКА В ОПЕРАЦИЯХ

Э.В. Лучук

В статье предложены частичная модель программно-компьютерного подавления локальной вычислительной сети противника, построенной на шине Ethernet, частичная модель радиоподавления тактической пакетной сети типа X.25 и частная модель радиосети EPLRS, применение которых в модели радио- и программно-компьютерного подавления позволит оценить эффективность радио- и программно-компьютерного подавления компьютерных сетей противника в операциях. Показано, что радио- и программно-компьютерное подавление приводит к увеличению вероятности несвоевременного получения информации об оперативну-тактической обстановке командирами (штабами) противника в операциях. Для подавления компьютерных сетей необходимо применять средства программно-компьютерного подавления и передатчики помех на беспилотных летательных аппаратах.

**Ключевые слова:** программно-компьютерное подавление, система массового обслуживания.

### PARTIAL MODELS OF RADIO- AND PROGRAMMATIC-COMPUTER JAMMING OF ENEMY COMPUTER NETWORKS IN OPERATIONS

E. Luchuk

In the article a partial model of programmatic-computer jamming of an enemy local area network, built on the Ethernet bus, a partial model of radiojamming of X.25 tactical packet network and a partial model of the EPLRS radionetwork have been suggested. Using of these models in the model of radio- and programmatic-computer jamming will make possible to estimate efficiency of radio- and programmatic-computer jamming of enemy computer networks in operations. It is shown that the radio- and programmatic-computer jamming increases probability of delays in information obtaining about operational and tactical situation for enemy commanders (headquarters) in operations. It is needed to use the programmatic-computer jamming means and radio jammers on unmanned aerial vehicles for computer networks jamming.

**Keywords:** programmatic-computer jamming, queuing system.