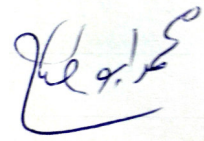


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

УДК 621.391: 004.7



**МОХАМАД ГАНІ АБУ ТААМ**

**МЕТОД УПРАВЛІННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИМИ РЕСУРСАМИ  
ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ОПЕРАТИВНОСТІ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ**

05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі

**Автореферат**

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук

**Київ – 2016**

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі програмування та захисту інформації Кіровоградського національного технічного університету Міністерства освіти і науки України.

**Науковий керівник** доктор технічних наук, професор  
**Смірнов Олексій Анатолійович**,  
Кіровоградський національний технічний університет,  
завідувач кафедри програмування та захисту інформації.

**Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, професор  
**Кучук Георгій Анатолійович**  
Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба  
провідний науковий співробітник наукового центру;

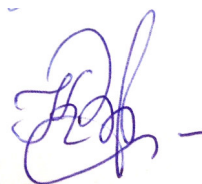
кандидат технічних наук  
**Одарченко Роман Сергійович**  
Національний авіаційний університет  
доцент кафедри телекомунікаційних систем.

Захист відбудеться “26” квітня 2016 р. о 14<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.062.17 у Національному авіаційному університеті за адресою: 03058, м. Київ, пр. Космонавта Комарова, 1.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного авіаційного університету.

Автореферат розісланий “26” березня 2016 р.

В.О. ученого секретаря  
спеціалізованої вченої ради Д 26.062.17  
д.т.н., професор



В.П. Квасніков

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Сучасний рівень розвитку телекомунікаційних технологій, їх інтеграція в глобальні системи та мережі дозволяє розширити спектр послуг, що надається, істотно підвищити обчислювальні й інформаційні можливості окремих локальних і регіональних телекомунікаційних систем (ТКС), ефективність їх функціонування. Кардинальні і глибокі зміни в підходах комплексного вирішення завдань ефективного управління ТКС визначені на державному рівні і обумовлюють актуальність проведення прикладних досліджень на шляху створення перспективних засобів управління телекомунікаційними ресурсами.

Головними особливостями у вирішенні комплексу поставлених завдань є наявність низки внутрішніх і зовнішніх факторів, що істотно підвищують складність отримання результату, а також високі вимоги до якості наданих телекомунікаційних послуг. Проведені дослідження показали, що останнім часом спостерігається зростаючий попит на хмарні обчислення. Так багато відомих світових ІТ-компанії анонсували цілий ряд глобальних ініціатив, які покликані допомогти клієнтам скористатися перевагами хмарних обчислень. Ці зусилля спрямовані на подальше розширення хмарних систем і дозволяють компаніям-партнерам розробляти рішення і послуги на базі існуючих платформ, заснованих на відкритих стандартах. Оскільки попит на хмарні обчислення серед замовників збільшується, вони звертаються до місцевих постачальників хостингових сервісів за допомогою у вдосконаленні хмарних сервісів та підвищенні їх ефективності.

У цих умовах виникає необхідність у розробці перспективних методів і алгоритмів управління телекомунікаційними ресурсами, які можуть підвищити оперативність доставки спеціальних перевірочних сигнатур (метаданих) у хмарні антивірусні системи.

На даний час для вирішення цих завдань використовуються різні методи і засоби, що реалізовані і адаптовані в моделі *NGN*. Однак підвищення попиту на хмарні послуги, збільшення інтенсивності інформаційних потоків ускладнює, а часто унеможлиблює досягнення заданих ймовірно-часових характеристик, що істотно обмежує можливості використання хмарних обчислювальних систем.

Виникає протиріччя між розширенням спектру *IT*-послуг, зростаючим попитом на хмарні обчислення, збільшенням інтенсивності інформаційного потоку в ТКС і жорсткими вимогами до якості обслуговування при передачі спеціальних сигнатур у хмарні обчислювальні системи (оперативності, достовірності, безпеки).

Проведені дослідження показали, що в зазначених умовах одним з найбільш перспективних напрямків є розробка і використання методів управління телекомунікаційними ресурсами для підвищення оперативності передачі даних у хмарні обчислювальні системи.

Теоретичні основи сучасних методів динамічного управління телекомунікаційними ресурсами закладені в роботах відомих вчених: Бертсекас, Вегешна, Галлагер, Клейнрок, Шенон, Конахович, Вишневський, Назаров, та ін. Однак конструктивні методи управління телекомунікаційними ресурсами для антивірусного захисту з урахуванням фактора можливого використання хмарних

мережевих ресурсів, критеріями й обмеженнями, які враховують особливості передачі різного роду даних, досліджені недостатньо.

Таким чином, **науково-технічна задача**, яка полягає в розробці методу управління телекомунікаційними ресурсами для підвищення оперативності передачі даних, є актуальною.

**Зв'язок роботи з науковими планами, програмами, темами.** Дисертаційну роботу виконано на кафедрі програмування та захисту інформації Кіровоградського національного технічного університету. Здобувач, як співвиконавець окремих етапів, проводив дослідження у рамках науково-дослідницьких робіт: держбюджетна тема № 36Б113 «Розробка методів підвищення оперативності передачі та захисту інформації у телекомунікаційних системах» (№ держреєстрації 0113U003086); держбюджетна тема № 36Б115 «Розробка методів синтезу тестових моделей поведінки програмних об'єктів, підвищення оперативності передачі та захисту інформації у телекомунікаційних системах» (№ держреєстрації 0115U003103); «Розробка методів підвищення безпеки телекомунікаційних мереж» (№ держреєстрації 0112U006630); «Методи підвищення оперативності передачі даних та захисту інформації у телекомунікаційній мережі» (№ держреєстрації 0112U006631).

**Мета і завдання дослідження.** Мета дисертаційного дослідження полягає у підвищенні оперативності передачі даних на основі динамічного управління телекомунікаційними ресурсами.

Відповідно до мети роботи необхідно вирішити **науково-технічну задачу**, що складається в розробці методу управління телекомунікаційними ресурсами для підвищення оперативності передачі даних.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

1. Проаналізувати методи і технології забезпечення якості обслуговування при передачі даних в телекомунікаційних системах, механізми та засоби служби підтримки якості обслуговування, а також дослідити різні підходи до математичного моделювання ТКС, обґрунтувати вибір напрямку дослідження і формалізувати постановку наукової задачі розробки методу управління телекомунікаційними ресурсами для підвищення оперативності передачі даних.

2. Розробити метод апіорної оцінки вимог оперативності передачі даних в умовах впливу комп'ютерних вірусів на основі математичної GERT-моделі технології передачі метаданих у хмарні антивірусні системи та математичної моделі технології розповсюдження зловмисного програмного забезпечення в ТКС.

3. Розробити математичну GERT-модель технології передачі метаданих у хмарні антивірусні системи, що враховує показники реальної надійності та особливості багатошляхової маршрутизації.

4. Розробити структурно-логічну GERT-модель технології розповсюдження комп'ютерних вірусів, що враховує фактор можливого виходу з ладу телекомунікаційних вузлів.

5. Розробити математичну модель технології розповсюдження зловмисного програмного забезпечення в ТКС, що враховує ключову інформацію про стани телекомунікаційних вузлів в процесі деструктивних впливів комп'ютерних вірусів,

а також фактор використання хмарного антивірусного забезпечення в процесі лікування.

6. Розробити метод управління доступом в інтелектуальних вузлах комутації, що включає в себе математичну модель інтелектуального вузла комутації з обслуговуванням інформаційних пакетів різного пріоритету і вдосконалений алгоритм управління доступом до «хмарних» телекомунікаційних ресурсів.

7. Розробити практичні рекомендації щодо застосування розробленого методу управління телекомунікаційними ресурсами для підвищення оперативності передачі даних.

*Об'єкт дослідження.* Процес підвищення оперативності передачі даних у хмарні обчислювальні системи.

*Предмет дослідження.* Метод управління телекомунікаційними ресурсами для підвищення оперативності передачі даних.

*Методи дослідження.* Дослідження процесу передачі спеціальних сигнатур у хмарні обчислювальні системи проводилося з використанням теорії графів (GERT-моделювання). Дослідження характеру розподілу ресурсів в інтелектуальних вузлах комутації ТКС спиралося на основні положення теорій телетрафіка і масового обслуговування, а також з урахуванням особливостей GERT-моделювання. Оцінка коректності та достовірності теоретичних і практичних результатів проводилася за допомогою теорії ймовірностей і математичної статистики.

**Наукова новизна отриманих результатів** обумовлена теоретичним узагальненням і новим рішенням важливої науково-технічної задачі, що складається в розробці методу управління телекомунікаційними ресурсами для підвищення оперативності передачі даних.

Одержано такі наукові результати.

1. *Вперше* розроблено метод управління доступом в інтелектуальних вузлах комутації, що відрізняється від відомих комплексним використанням стандартних критеріїв управління інформаційними потоками в інтелектуальних вузлах комутації з додатковими, які враховують можливість обслуговування інформаційних пакетів метаданих при їх передачі до хмарних обчислювальних систем, що дозволило підвищити оперативність обслуговування інформаційних пакетів метаданих в інтелектуальних вузлах комутації при їх передачі до хмарних обчислювальних систем.

2. *Удосконалено* математичну модель технології передачі метаданих у хмарні обчислювальні системи, яка відрізняється від відомих урахуванням показників реальної надійності та особливостей багатопляхової маршрутизації відповідно до протоколів мережевого рівня, що дозволило визначити функцію і щільність розподілу ймовірностей часу передачі метаданих у хмарні обчислювальні системи.

3. *Отримала подальший розвиток* математична модель технології розповсюдження зловмисного програмного забезпечення в ТКС, яка на відміну від відомих враховує ключову інформацію про стан телекомунікаційних вузлів в процесі деструктивних впливів комп'ютерних вірусів, а також фактор використання хмарного антивірусного забезпечення в процесі лікування, що дозволило визначити час розповсюдження зловмисного програмного забезпечення в ТКС в умовах появи нових сценаріїв їхнього деструктивного впливу.

**Практичне значення отриманих результатів** полягає в адаптації процесу управління телекомунікаційними ресурсами до змін інтенсивності інформаційного обміну, зокрема до зміни кількості переданих спеціальних сигнатур для підвищення оперативності передачі метаданих у хмарні обчислювальні системи, а також у можливості застосування запропонованого методу для розробки протоколів управління та інформаційного обміну з інтелектуальними вузлами комутації ТКС.

Практична значимість отриманих результатів полягає в наступному.

1. Розроблено автоматизований програмний засіб управління чергами в інтелектуальному вузлі комутації, що дозволило до 3-х разів зменшити час обслуговування інформаційних пакетів метаданих в інтелектуальних вузлах комутації при їх передачі до хмарних антивірусних систем.

2. Розроблено програмно-апаратний комплекс для моделювання технології передачі метаданих у хмарні антивірусні системи. Використання отриманих з його допомогою ймовірно-часових показників дозволило підвищити точність оцінки часу розповсюдження зловмисного програмного забезпечення до 40%.

3. Розроблено спеціальне програмне і математичне забезпечення для моделювання технології розповсюдження зловмисного програмного забезпечення в ТКС. Показано, що його використання дозволило розширити спектр можливих сценаріїв їхнього деструктивного впливу до 30% і сформулювати вимоги до ймовірно-часових показників локалізації та лікування вузлів ТКС.

Практична значимість отриманих результатів підтверджується їх застосуванням:

- при проектуванні системи управління телекомунікаційними ресурсами для підвищення оперативності передачі даних, які передаються по каналах зв'язку інтернет-сервіс провайдера «ІСП Імперіал», акт впровадження від 17.04.2015 р.;

- у навчальному процесі Кіровоградського національного технічного університету, акт впровадження від 20.05.2015 р.

**Особистий внесок здобувача.** Всі нові результати дисертаційної роботи отримано автором самостійно.

У роботах, виконаних у співавторстві та опублікованих у виданнях, які увійшли до переліку фахових видань України, автору належать: в [1] розроблено математичну GERT-модель технології розповсюдження комп'ютерних вірусів в інформаційно-телекомунікаційних мережах; в [2] розроблено метод управління доступом в інтелектуальних вузлах комутації; в [3] розроблено математичну GERT-модель технології передачі метаданих у хмарні антивірусні системи; в [4] розроблено структурно-логічну GERT-модель технології розповсюдження комп'ютерних вірусів; в [5] проведено порівняльні дослідження математичних моделей технології розповсюдження комп'ютерних вірусів в інформаційно-телекомунікаційних мережах; в [6] розроблено математичну модель інтелектуального вузла комутації; в [7] досліджені показники якості функціонування інтелектуальних вузлів комутації в телекомунікаційних системах та мережах; в [8] розроблено алгоритм управління доступом до хмарних телекомунікаційних ресурсів; в [9] проведено аналіз та дослідження методів управління мережними ресурсами для забезпечення антивірусного захисту даних; в [10] проведено дослідження ефективності методу управління до хмарних антивірусних телекомунікаційних

ресурсів; в [11] розроблено метод управління доступом до інтелектуальних комутаційних вузлів телекомунікаційних мереж і систем.

**Апробація результатів дисертаційних досліджень.** Основні результати дисертаційної роботи доповідалися та обговорювалися на 12 конференціях [12-23]: науково-практичній конференції «Застосування інформаційних технологій у підготовці та діяльності сил охорони правопорядку». (Харків, 2014, АВВ МВС) [12]; VI та VII міжнародних науково-практичних конференціях «Проблеми та перспективи розвитку ІТ-індустрії». (Харків, 2014, 2015, ХНЕУ) [13, 18]; XVI і XVII міжнародних науково-практичних семінарах «Комбінаторні конфігурації та їх застосування». (Кіровоград, 2014, 2015, КНТУ) [14, 19]; науково-практичній конференції «Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія». (Кіровоград, 2014, КНТУ) [15]; науково-практичній конференції «Актуальні питання забезпечення кібернетичної безпеки та захисту інформації». (Київ, 2015, ЄУ) [16]; всеукраїнській науково-практичній конференції «Інформаційна безпека держави, суспільства і особистості» (Кіровоград, 2015, КНТУ) [17]; II міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційна та економічна безпека» (INFECO-2015). (Харків, 2015, ХІБС УБС НБУ) [20]; XI міжнародній конференції «Стратегія якості в промисловості та освіті» (Варна, 2015, ТУВ) [21], міжнародній науково-практичній конференції «Комп'ютерні технології та комп'ютерна безпека» (Кіровоград, 2015, КНТУ) [22]; першій всеукраїнській науково-практичній конференції «Перспективні напрямки захисту інформації» (Одеса, 2015, ОНАЗ) [23].

**Публікації.** За результатами дисертаційних досліджень опубліковано 23 наукових роботи, з яких 2 колективні монографії, 9 статей (у наукових фахових виданнях, які входять у науково-метричні бази, з них 1 – у закордонному виданні та 8 – у періодичних виданнях, що входять до переліку фахових видань України); 12 матеріалів конференцій.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертаційна робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та двох додатків. Загальний обсяг роботи становить 152 сторінки, у тому числі 146 сторінок основного тексту, 28 рисунків по тексту, 13 таблиць по тексту, 16 сторінок списку використаних джерел з 125 найменувань і 6 сторінок додатків.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

У **вступі** обґрунтована актуальність теми, сформульовані мета та задачі дослідження, наукова новизна, практичне значення отриманих результатів дослідження, зв'язок дослідження з науковими програмами та планами, визначено особистий внесок здобувача, наведено інформацію щодо апробації та публікації результатів дисертації, наведено результати впровадження основних положень роботи.

У **першому розділі** проведені аналіз і порівняльне дослідження перспективних методів і алгоритмів управління телекомунікаційними ресурсами, вимог до забезпечення якості передачі даних в телекомунікаційних системах, основних напрямів та підходів до математичного моделювання; формулюється завдання розробки методу управління телекомунікаційними ресурсами для підвищення оперативності передачі даних.

Аналіз вимог щодо якості наданих телекомунікаційних послуг показав, що вона забезпечується на трьох стадіях: доступ до передачі інформації (встановлення з'єднання); передача інформації користувача; завершення сеансу передачі інформації (роз'єднання з'єднання). Кожна з частин послуги в свою чергу характеризується трьома основними показниками, утворюючи матрицю 3x3 (табл. 1).

Таблиця 1

**Основні показники якості інформаційного обміну**

Стадії надання послуг	Показники якості		
	Оперативність	Безпека	Достовірність
Доступ до передачі даних	Час встановлення з'єднання	Імовірність нав'язування помилкових з'єднань	Імовірність відмови у встановленні доступу
Передача даних	Швидкість передачі даних Час передачі даних Джиттер часу передачі даних	Імовірність введення помилкових даних	Імовірність втрати даних
Завершення передачі даних	Час роз'єднання	Імовірність помилкового завершення роботи	Імовірність відмови в роз'єднанні

Зроблено висновок про доцільність підвищення оперативності передачі даних до хмарних обчислювальних ресурсів. Це вимагає розробки адекватних математичних моделей ТКС і хмарних мережевих ресурсів, методів оптимізації розподілу інформаційних потоків в телекомунікаційному обладнанні, удосконалення процесів функціонування та управління ресурсами ТКС. Ці дослідження повинні здійснюватися на основі аналізу та систематизації вже відомих підходів в предметній області телекомунікаційних мереж, розробки нових методів стратегічного і оперативного синтезу (проектування).

У **другому розділі** розроблено метод апріорної оцінки вимог до оперативності передачі даних в умовах впливу комп'ютерних вірусів. В основу метода покладено математичну модель технології розповсюдження зловмисного програмного забезпечення в ТКС та математичну GERT-модель технології передачі метаданих у хмарні антивірусні системи.

Розроблена структурно-логічна GERT-модель технології розповсюдження комп'ютерних вірусів, що дозволила отримати аналітичний вираз для розрахунку еквівалентної  $W$ -функції часу розповсюдження в ТКС найбільш небезпечних комп'ютерних вірусів типу *Flame* з кінцевими результатами лікування та імунізації вузлів ТКС, а також виходу телекомунікаційних вузлів з ладу.

Розроблено математичну GERT-модель технології передачі метаданих у хмарні антивірусні системи, що враховує показники реальної надійності та особливості багатопляхової маршрутизації відповідно до протоколів (K+4) рівня стратифікації. Дослідження комп'ютерних вірусів типу *Flame* дозволили виділити основні етапи технології їх розповсюдження в ТКС та проілюструвати її структурно-логічну модель у вигляді діаграми переходів, що представлена на рис. 1.

Процес функціонування кінцевого обладнання ТКС в умовах розповсюдження комп'ютерних вірусів можна представити у вигляді сукупності станів:

- телекомунікаційні вузли заражені ( $I$ ),



- телекомунікаційні вузли не заражені ( $S$ ),
- телекомунікаційні вузли вилікувані і володіють імунітетом ( $R$ ),
- заражені телекомунікаційні вузли с виявленим комп'ютерним вірусом ( $D$ ),
- в результаті дій зловмисного програмного забезпечення телекомунікаційні вузли повністю вийшли з ладу ( $X$ ),
- в результаті дій зловмисного програмного забезпечення телекомунікаційні вузли частково вийшли з ладу ( $P$ ).

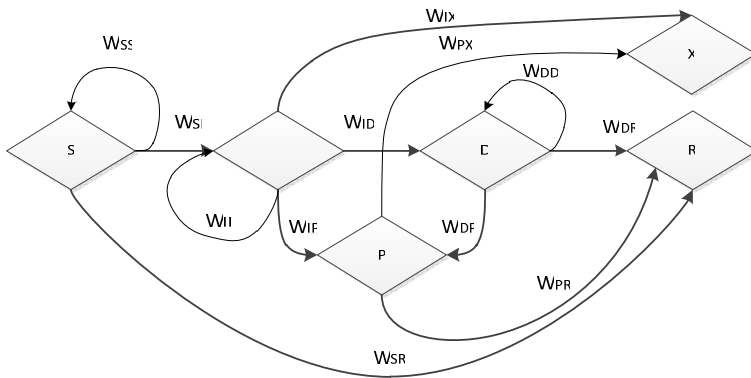


Рис. 1. Структурно-логічна GERT-модель технології розповсюдження комп'ютерних вірусів типу *Flame*

Проведені дослідження процесу передачі даних в ТКС дозволили сформуванати характеристики розглянутих в GERT-моделі гілок і параметри розподілу.

У відповідності з характеристиками гілок GERT-мережі еквівалентну  $W$ -функцію часу розповсюдження в ТКС комп'ютерних вірусів типу

*Flame* з кінцевим результатом лікування та імунізації вузлів ТКС представлено як

$$W_E(s) = \frac{W_{SI}W_{ID}W_{DR} + W_{SI}W_{IP}W_{PR} + W_{SI}W_{ID}W_{DP}W_{PR} + W_{SR}}{1 - W_{SS} - W_{SI}W_{II} - W_{SI}W_{ID}W_{DD}} =$$

$$= \frac{\left( p_1(\lambda_2/\lambda_2 - s)(\lambda_8/\lambda_8 - s) \left( p_4p_8(\lambda_4/\lambda_4 - s) + p_5p_9(\lambda_5/\lambda_5 - s) + \right) \right)}{\left( 1 - (1 - p_1 - p_2)(\lambda_1/\lambda_1 - s) - p_1(\lambda_2/\lambda_2 - s) \times \right.}$$

$$\left. \times ((1 - p_4 - p_5 - p_6)(\lambda_7/\lambda_7 - s) + (p_4(1 - p_7 - p_8)(\lambda_4/\lambda_4 - s)(\lambda_9/\lambda_9 - s))) \right)$$

В роботі також наведено еквівалентну  $W$ -функцію часу розповсюдження в ТКС комп'ютерних вірусів типу *Flame* з кінцевим результатом виходу вузлів ТКС з ладу.

Аналіз наведеної моделі показав, що для усунення недоліків, котрі пов'язані зі складністю, доцільно звузити область визначення розробленої математичної моделі шляхом декомпозиції та еквівалентних спрощень перетворень. В роботі розроблено алгоритм еквівалентних перетворень, що спрощують GERT-моделі технології розповсюдження комп'ютерних вірусів. Відмінною особливістю даного алгоритму є введення процедур визначення внутрішніх однорівневих підмереж і виключення петель першого роду.

Проведені дослідження показали відповідність результатів моделювання еквівалентній GERT-мережі з первинною структурою. Саме це дозволило провести математичне моделювання та аналіз комп'ютерних вірусів типу *Flame* і зробити висновок про те, що підхід, заснований на GERT-моделюванні, дозволяє врахувати ряд деструктивних чинників, властивих даному типу вірусів, і тим самим розширити спектр можливих сценаріїв деструктивних впливів до 30%.

Використовуючи дані, що наведені в роботі, розроблено GERT-моделі ТКС в процесі передачі метаданих хмарні антивірусні системи.

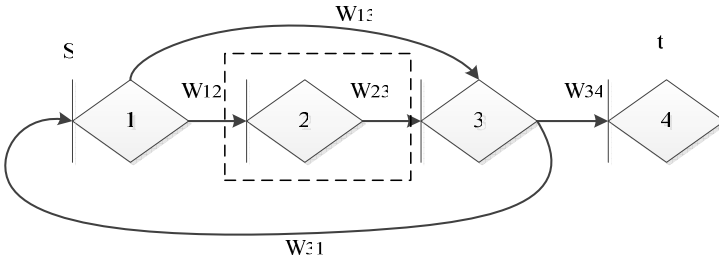


Рис. 2. Спрощена модель алгоритмів формування і передачі метаданих хмарні антивірусні системи

Типова модель алгоритмів формування і передачі метаданих у хмарні антивірусні системи відповідно до (K+4) рівня стратифікації наведено на рис. 2.

У відповідності із характеристиками гілок GERT-мережі визначено еквівалентну

$W$ -функцію часу передачі файлу:

$$W_E(s) = \frac{W_{13}W_{34} + W_{12}W_{23}W_{34}}{1 - W_{13}W_{31} - W_{12}W_{23}W_{31}} = \frac{\left( \frac{p_4 \lambda_5 q_1 \lambda_1 (\lambda_1 - s)(\lambda_3 - s)((\lambda_4 - s) - p_3 \lambda_4) + p_1 \lambda_1 p_4 \lambda_5 p_2 \lambda_3 (\lambda_2 - s)}{(\lambda_2 - s)(\lambda_5 - s)(\lambda_3 - s)((\lambda_4 - s) - p_3 \lambda_4)} \right)}{\left[ \frac{((\lambda_1 - s)(\lambda_2 - s)(\lambda_5 - s)(\lambda_3 - s)((\lambda_4 - s) - p_3 \lambda_4) - (-q_1 \lambda_2 q_4 \lambda_5 (\lambda_1 - s)(\lambda_3 - s)((\lambda_4 - s) - p_3 \lambda_4) - p_1 \lambda_1 q_4 \lambda_5 p_2 \lambda_3 (\lambda_2 - s)) \times (1/(\lambda_2 - s)(\lambda_1 - s)(\lambda_5 - s)(\lambda_3 - s)((\lambda_4 - s) - p_3 \lambda_4))}{\right]} \right)^{\times}}$$

де  $1 - p_1 = q_1$ ,  $1 - p_2 = q_2$ ,  $1 - p_3 = q_3$ ,  $1 - p_4 = q_4$ .

В ході моделювання, виконуючи комплексне перетворення, знайдено:

$$\Phi(z) = \frac{uz^3 - kz^2 + wz + h}{(z^3 + vz^2 + rz + c)}, \quad (2)$$

де  $k = p_4 \lambda_4 q_1 \lambda_2 (p_3 \lambda_4 - \lambda_3 - \lambda_1 - \lambda_4)$ ,  $h = p_4 \lambda_4 q_1 \lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 \lambda_4 q_3$ ,

$w = p_4 \lambda_5 q_1 \lambda_2 \cdot (p_3 \lambda_3 \lambda_4 - \lambda_1 \lambda_3 - \lambda_3 \lambda_4 - \lambda_1 \lambda_4 + p_3 \lambda_1 \lambda_4)$ ,  $u = p_4 \lambda_5 q_1 \lambda_2$ ,

$v = \lambda_3 - \lambda_4 - \lambda_2 + q_1 q_4 \lambda_2 \lambda_5 + p_3 \lambda_4$ ,  $c = \lambda_3 \lambda_4 \lambda_2 - q_1 \lambda_2 q_4 \lambda_3 \lambda_4 \lambda_5 - p_3 \lambda_3 \lambda_4 \lambda_2 + q_1 \lambda_2 q_4 \lambda_3 \lambda_4 p_3$ ,

$r = \lambda_3 \lambda_4 + \lambda_3 \lambda_2 - q_1 \lambda_2 q_4 \lambda_5 \lambda_3 - p_3 \lambda_3 \lambda_4 + \lambda_2 \lambda_4 - q_1 \lambda_2 q_4 \lambda_5 \lambda_4 - p_3 \lambda_2 \lambda_4 + q_1 \lambda_2 q_4 \lambda_5 p_3 \lambda_4$ .

З виразу (2) бачимо, що функція має лише прості полюси, що визначаються коренями рівняння  $z^3 + vz^2 + rz + c = 0$ . В цьому випадку щільність розподілу ймовірностей часу передачі повідомлення дорівнює:

$$\varphi(x) = \frac{1}{2\pi i} \int_{-i\infty}^{i\infty} e^{zx} \frac{uz^3 - kz^2 + wz + h}{(z^3 + vz^2 + rz + c)} dz. \quad (3)$$

Використовуючи математичний пакет *Mathcad*, визначено прості полюси функції і знайдено щільність розподілу ймовірностей часу передачі метаданих у хмарні антивірусні системи. При цьому, як початкові дані, визначено такі параметри гілок GERT-мережі:  $p_1 = 0,9$ ,  $p_2 = 0,99999$ ,  $p_3 = 0,99999$ ,  $p_4 = 0,99999$ ,  $\lambda_1 = 1$ ,  $\lambda_2 = 0,099$ ,  $\lambda_3 = 0,9$ ,  $\lambda_4 = 0,5$ ,  $\lambda_5 = 0,4$ .

Для зазначеного прикладу функція  $\Phi(z)$  має прості полюси:  $-0,67$ ;  $0$ ;  $-0,117$ .

На рис. 3 представлений графік щільності розподілу часу передачі метаданих. Як бачимо з цього рисунка, максимальні значення щільності розподілу часу формування і передачі припадає на проміжок від 1 до 3 с.

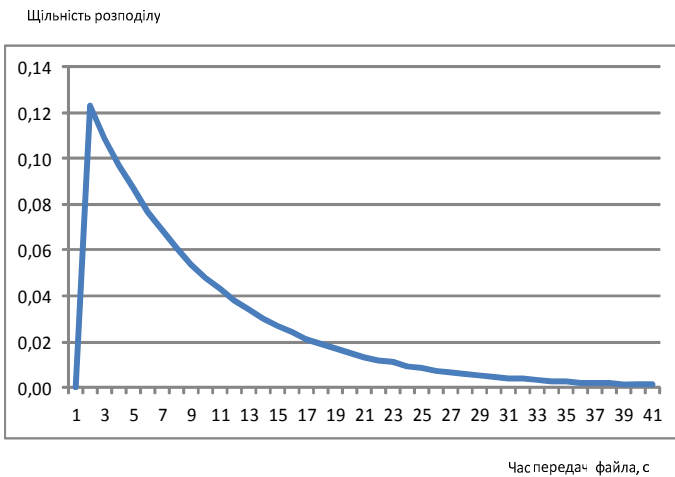


Рис. 3. Щільність розподілу часу передачі метаданих у хмарні антивірусні системи

Проведено порівняльне дослідження розробленої математичної моделі технології розповсюдження комп'ютерних вірусів в ТКС. Для такого дослідження і відповідно оцінки, як еталонну обрано математичну модель *PSIDDR*, на основі біологічного підходу моделювання.

На рис. 4 наведено графіки залежності кількості заражених ( $I$ ), виведених з ладу ( $X$ ) і вилікуваних ( $R$ ) об'єктів від часу функціонування комп'ютерної системи, у різних початкових умовах зараженості мережі.

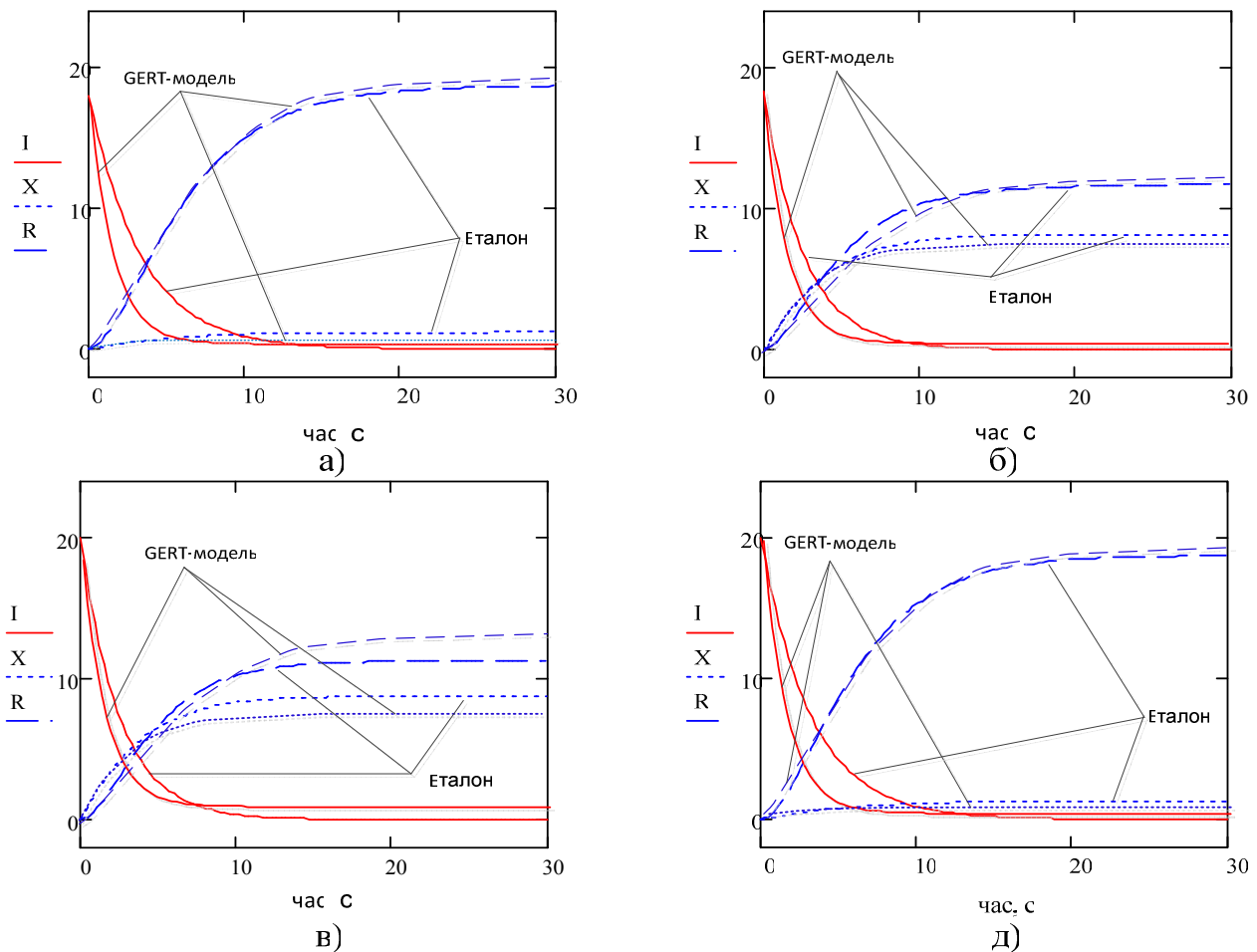


Рис. 4. Графіки залежності кількості заражених ( $I$ ), виведених з ладу ( $X$ ), і вилікуваних (володіють імунітетом ( $R$ )) об'єктів від часу функціонування ТКС

З рис. 4 бачимо, що врахування в GERT-моделі ключової інформації про стани телекомунікаційних вузлів в процесі деструктивних впливів комп'ютерних вірусів

дозволило підвищити точність отриманих результатів у порівнянні з еталоном до 40%.

У третьому розділі розроблено метод управління доступом в інтелектуальних вузлах комутації, що включає в себе математичну модель інтелектуального вузла комутації з обслуговуванням інформаційних пакетів різного пріоритету і вдосконалений алгоритм управління доступом до хмарних телекомунікаційних ресурсів.

Визначено, що додатковим критерієм присвоєння інформаційному пакету «еталонного» пріоритету можуть виступати відповідні їм значення показника ймовірності  $P_{присв}$  присвоєння пріоритету.

В роботі припущено, що на вхід інтелектуального вузла комутації надходять найпростіші потоки пакетів  $r$ -х пріоритетних класів  $\{a_1, \dots, a_r, \dots, a_R\}$ , що занумеровані в порядку убутання їхнього пріоритету. Кожен пріоритетний клас характеризується інтенсивністю надходження пакетів:  $\lambda_r: \lambda_r > 0$ .

Нехай в окремому випадку пріоритети об'єднані в три групи  $r_1 = 1$ ,  $r_2 = \overline{2, J}$ ,  $r_3 = \overline{J+1, R}$ , що відповідають обслуговуванню:

- $r_1 = 1$  – трафіку метаданих для передачі у хмарні антивірусні системи;
- $r_2 = \overline{2, J}$  – трафіку реального часу, критичного до мережових затримок (телефонія, відеоконференцзв'язок, дані об'єктивного контролю тощо);
- $r_3 = \overline{J+1, R}$  – трафіку даних, критичного до втрат і не критичного до мережових затримок, включаючи потоковий (аудіо-, відео на вимогу і ін.) і еластичний трафік (електронна пошта, web-додатки та ін.).

При цьому найвищим пріоритетом користуються метадані для передачі у хмарні антивірусні системи.

У відповідності з моделлю технології функціонування інтелектуального вузла комутації ТКС з відносними пріоритетами і резервуванням ресурсів зміна станів даного вузла представлено GERT-мережею (рис. 5).

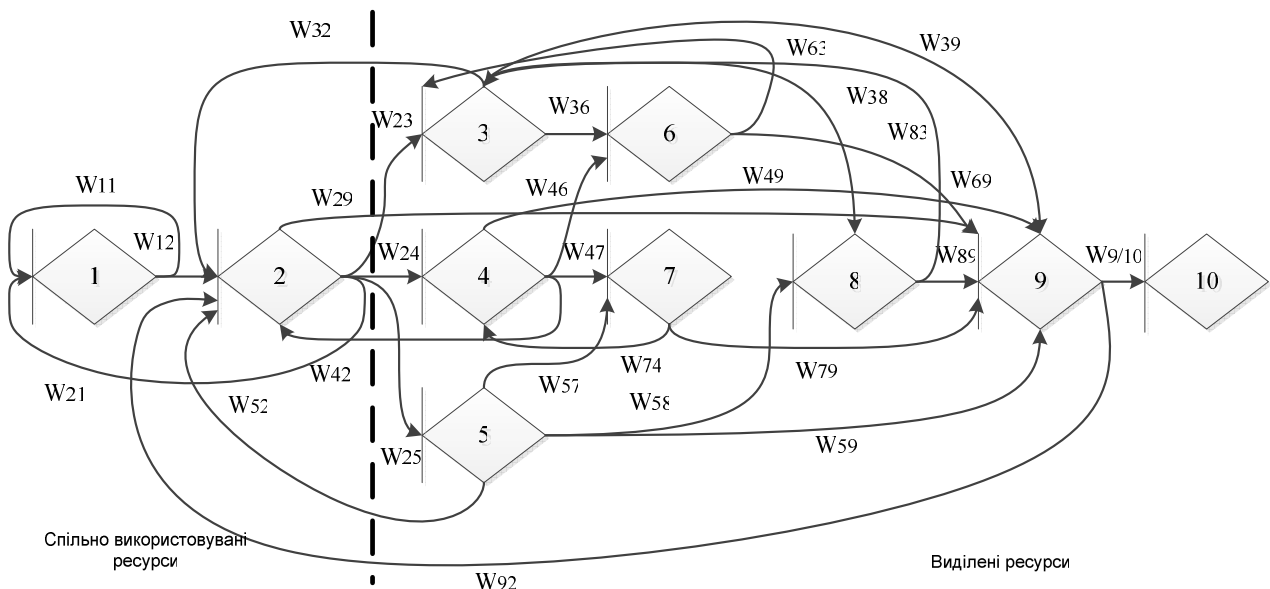


Рис. 5. Структурно-логічна GERT-модель технології функціонування інтелектуального вузла комутації ТКС з відносними пріоритетами і резервуванням ресурсів

Кожна гілка  $r_1$ ,  $r_2 = \overline{2, J}$ ,  $r_3 = \overline{J+1, R}$  даної мережі умовно описує окрему багатопотокову систему обслуговування з виділеними  $(V_r, K_r)$  і спільно використовуваними  $(V_R)$  ресурсами.

Ця модель може бути описана таким чином. Вузол 1 відображає стан системи в початковий момент отримання інформаційних пакетів будь-якого з можливих класів пріоритетів  $r_1$ ,  $r_2 = \overline{2, J}$ ,  $r_3 = \overline{J+1, R}$ .

Вузол 2 фіксує стан системи, при якому інформаційні пакети, що надійшли, обробляються відповідно до алгоритму управління доступом до «хмарних» телекомунікаційних ресурсів в режимі спільно використовуваних  $(V_R)$  ресурсів.

Вузол 3 інтерпретує стан системи в момент, коли на інтелектуальний вузол комутації надходить пакет  $r_1$  класу пріоритетності, і при цьому відповідно до алгоритму управління доступом до хмарних телекомунікаційних ресурсів існує необхідність фіксації і виділення окремих обчислювальних ресурсів.

Вузли 4 і 5 описують стан системи в момент, коли на інтелектуальний вузол комутації надходять пакети класу пріоритетності відповідно  $r_2 = \overline{2, J}$  і  $r_3 = \overline{J+1, R}$ , аналогічно вузлу 3.

Вузол 6 відображає стан досліджуваного об'єкта, коли в інтелектуальному вузлі комутації обробляються одночасно інформаційні пакети  $r_1$  і  $r_2 = \overline{2, J}$  класів пріоритетності. Аналогічно, вузли 7 і 8 фіксують моменти обробки інтелектуальним вузлом комутації інформаційних пакетів  $r_2 = \overline{2, J}$ ,  $r_3 = \overline{J+1, R}$  і  $r_1$ ,  $r_3 = \overline{J+1, R}$  класів пріоритетності відповідно.

Вузол 9 описує стан системи в момент, коли інтелектуальний вузол має можливість забезпечувати виділені ресурси для інформаційних пакетів всіх класів пріоритетності, що надійшли.

Вузол 10 відображає момент стану системи, коли для обробки інформаційних пакетів, що надійшли, задіяні всі  $(V_r + K_r)$  комунікаційні ресурси.

Гілки (1,2), (2,3), (2,4), (2,5), ..., (9,10) і відповідні їм  $W$ -функції  $(W_{12}, W_{23}, W_{24}, W_{25}, \dots, W_{9/10})$  описують параметри, що характеризують переходи інтелектуальних вузлів комутації з одного стану в інший в процесі його функціонування в описаних вище режимах.

Виходячи з того, що в складних GERT-мережах з можливими циклами відсутні прості методи знаходження особливих точок функції  $\Phi_E(z)$  заміни дійсних змінних  $(z = -i\zeta)$ , де  $\zeta$  – дійсна змінна, виконуючи комплексне перетворення, в ході моделювання отримаємо

$$\Phi(z) = \frac{\ell z^5 + \rho z^4 + u z^3 + k z^2 + w z + h}{(\lambda_9 + z)(\lambda_{13} + z)(\lambda_{15} + z)(z^3 + v z^2 + r z + c)}, \quad (4)$$

де  $\ell = p_8 \lambda_6$ ,  $v = \lambda_8 + \lambda_6 \lambda_{12} + \lambda_6 + \lambda_{12}$ ,  $r = \lambda_6 \lambda_8 + \lambda_8 \lambda_{12} - \lambda_6 \lambda_{12} - p_7 q_2 \lambda_8 \lambda_{12}$ ,

$$\begin{aligned}
u &= \left[ p_6 p_{15} \lambda_6 \lambda_{13} (\lambda_8 + \lambda_9 + \lambda_{12} + \lambda_{15}) + p_9 p_{15} \lambda_9 \lambda_{13} (\lambda_6 + \lambda_8 + \lambda_{12} + \lambda_{15}) + \right. \\
&+ p_8 \lambda_6 \left( \lambda_8 \lambda_{12} + \lambda_9 \lambda_{12} + \lambda_{12} \lambda_{13} + \lambda_{12} \lambda_{15} + \lambda_8 \lambda_9 + \lambda_8 \lambda_{13} + \right. \\
&\left. \left. + \lambda_9 \lambda_{13} + \lambda_8 \lambda_{15} + \lambda_9 \lambda_{15} + \lambda_{13} \lambda_{15} \right) + \right. \\
&\left. + p_7 p_{17} \lambda_8 \lambda_{15} (\lambda_6 + \lambda_9 + \lambda_{12} + \lambda_{13}) + p_{13} p_{17} \lambda_6 \lambda_{15} (\lambda_8 + \lambda_9 + \lambda_{12} + \lambda_{13}) \right] \\
k &= \left[ p_6 p_{15} \lambda_6 \lambda_{13} (\lambda_8 \lambda_9 + \lambda_8 \lambda_{12} + \lambda_9 \lambda_{12} + \lambda_{12} \lambda_{15} + \lambda_8 \lambda_{15} + \lambda_9 \lambda_{15}) + \right. \\
&+ p_9 p_{15} \lambda_9 \lambda_{13} (\lambda_6 \lambda_{12} + \lambda_8 \lambda_{12} + \lambda_{12} \lambda_{15} + \lambda_6 \lambda_{15} + \lambda_8 \lambda_{15} + \lambda_6 \lambda_8) + \\
&+ p_8 \lambda_6 \left( \lambda_{12} \lambda_{13} \lambda_{15} + \lambda_8 \lambda_{12} \lambda_{15} + \lambda_9 \lambda_{12} \lambda_{15} + \lambda_8 \lambda_{12} \lambda_{13} + \lambda_9 \lambda_{12} \lambda_{13} + \right. \\
&\left. \left. + \lambda_8 \lambda_9 \lambda_{12} + \lambda_8 \lambda_{13} \lambda_{15} + \lambda_9 \lambda_{13} \lambda_{15} + \lambda_8 \lambda_9 \lambda_{15} + \lambda_8 \lambda_9 \lambda_{13} \right) + \right. \\
&+ p_7 p_{17} \lambda_8 \lambda_{15} (\lambda_6 \lambda_{12} + \lambda_9 \lambda_{12} + \lambda_{12} \lambda_{13} + \lambda_6 \lambda_{13} + \lambda_9 \lambda_{13} + \lambda_6 \lambda_9) + \\
&\left. + p_{13} p_{17} \lambda_6 \lambda_{15} (\lambda_8 \lambda_{12} + \lambda_9 \lambda_{12} + \lambda_{12} \lambda_{13} + \lambda_8 \lambda_{13} + \lambda_9 \lambda_{13} + \lambda_8 \lambda_9) \right] \\
\rho &= \left[ p_6 p_{15} \lambda_6 \lambda_{13} + p_9 p_{15} \lambda_9 \lambda_{13} + p_8 \lambda_6 (\lambda_8 + \lambda_9 + \lambda_{13} + \lambda_{15}) + p_7 p_{17} \lambda_8 \lambda_{15} + \right. \\
&\left. + p_{13} p_{17} \lambda_6 \lambda_{15} \right] \\
w &= \left[ p_6 p_{15} \lambda_6 \lambda_{13} (\lambda_8 \lambda_9 \lambda_{15} + \lambda_8 \lambda_{12} \lambda_{15} + \lambda_9 \lambda_{12} \lambda_{15} + \lambda_8 \lambda_9 \lambda_{12}) + \right. \\
&+ p_9 p_{15} \lambda_9 \lambda_{13} (\lambda_6 \lambda_{12} \lambda_{15} + \lambda_8 \lambda_{12} \lambda_{15} + \lambda_6 \lambda_8 \lambda_{15} + \lambda_6 \lambda_8 \lambda_{12}) + \\
&+ p_8 \lambda_6 \left( \lambda_8 \lambda_9 \lambda_{13} \lambda_{15} + \lambda_8 \lambda_{12} \lambda_{13} \lambda_{15} + \lambda_9 \lambda_{12} \lambda_{13} \lambda_{15} + \lambda_8 \lambda_9 \lambda_{12} \lambda_{15} + \right. \\
&\left. \left. + \lambda_8 \lambda_9 \lambda_{12} \lambda_{13} \right) + \right. \\
&+ p_7 p_{17} \lambda_8 \lambda_{15} (\lambda_6 \lambda_{12} \lambda_{13} + \lambda_9 \lambda_{12} \lambda_{13} + \lambda_6 \lambda_9 \lambda_{12} + \lambda_6 \lambda_9 \lambda_{13}) + \\
&\left. + p_{13} p_{17} \lambda_6 \lambda_{15} (\lambda_8 \lambda_{12} \lambda_{13} + \lambda_9 \lambda_{12} \lambda_{13} + \lambda_8 \lambda_9 \lambda_{12} + \lambda_8 \lambda_9 \lambda_{13}) \right] \\
h &= \left[ p_6 p_{15} \lambda_6 \lambda_{13} \lambda_8 \lambda_9 \lambda_{12} \lambda_{15} + p_9 p_{15} \lambda_9 \lambda_{13} \lambda_6 \lambda_8 \lambda_{12} \lambda_{15} + \right. \\
&\left. + p_8 \lambda_6 \lambda_8 \lambda_9 \lambda_{12} \lambda_{13} \lambda_{15} + p_7 p_{17} \lambda_8 \lambda_{15} \lambda_6 \lambda_9 \lambda_{12} \lambda_{13} + p_{13} p_{17} \lambda_6 \lambda_{15} \lambda_8 \lambda_9 \lambda_{12} \lambda_{13} \right] \\
c &= \lambda_6 \lambda_8 \lambda_{12} - p_6 q_1 \lambda_6 \lambda_{12} - p_7 q_2 \lambda_6 \lambda_8 \lambda_{12}.
\end{aligned}$$

Щільність розподілу ймовірностей часу обробки інформаційних пакетів метаданих

$$\varphi(x) = \frac{1}{2\pi i} \int_{-i\infty}^{i\infty} e^{zx} \frac{\ell z^5 + \rho z^4 + u z^3 + k z^2 + w z + h}{(\lambda_9 + z)(\lambda_{13} + z)(\lambda_{15} + z)(z^3 + v z^2 + r z + c)} dz. \quad (5)$$

На рис. 6 і 7 представлені графіки кривих функції розподілу і щільності розподілу ймовірностей часу обробки інформаційних пакетів метаданих в інтелектуальному вузлі комутації при їх передачі у хмарні антивірусні системи.

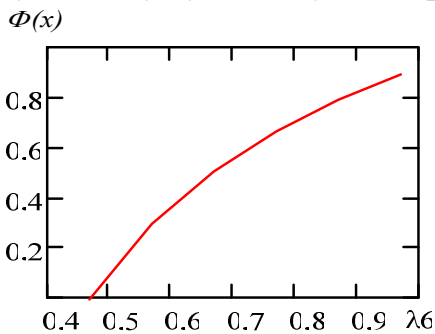


Рис. 6. Графік функції розподілу  $\Phi(x)$

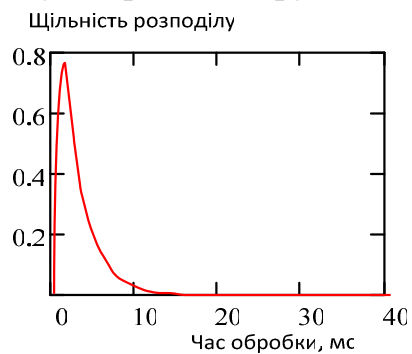


Рис. 7. Графік щільності розподілу  $\varphi(x)$

Зовнішній вигляд кривих графіків рис. 6 і 7 дає підстави припустити, що випадкова величина часу обробки інформаційних пакетів метаданих в інтелектуальному вузлі комутації при їх передачі у хмарні антивірусні системи має гамма-розподіл. Крім того, крива на рис 7 фіксує, що максимум щільності розподілу часу обробки пакетів метаданих припадає на інтервал від 1 до 2 мс.

Для вирішення задачі підвищення оперативності обробки інформаційних пакетів в інтелектуальних вузлах комутації при їх передачі у хмарні антивірусні системи пропонується удосконалити алгоритм управління доступом до відповідних телекомунікаційних ресурсів.

В основу розглянутого алгоритму покладена процедура обчислення

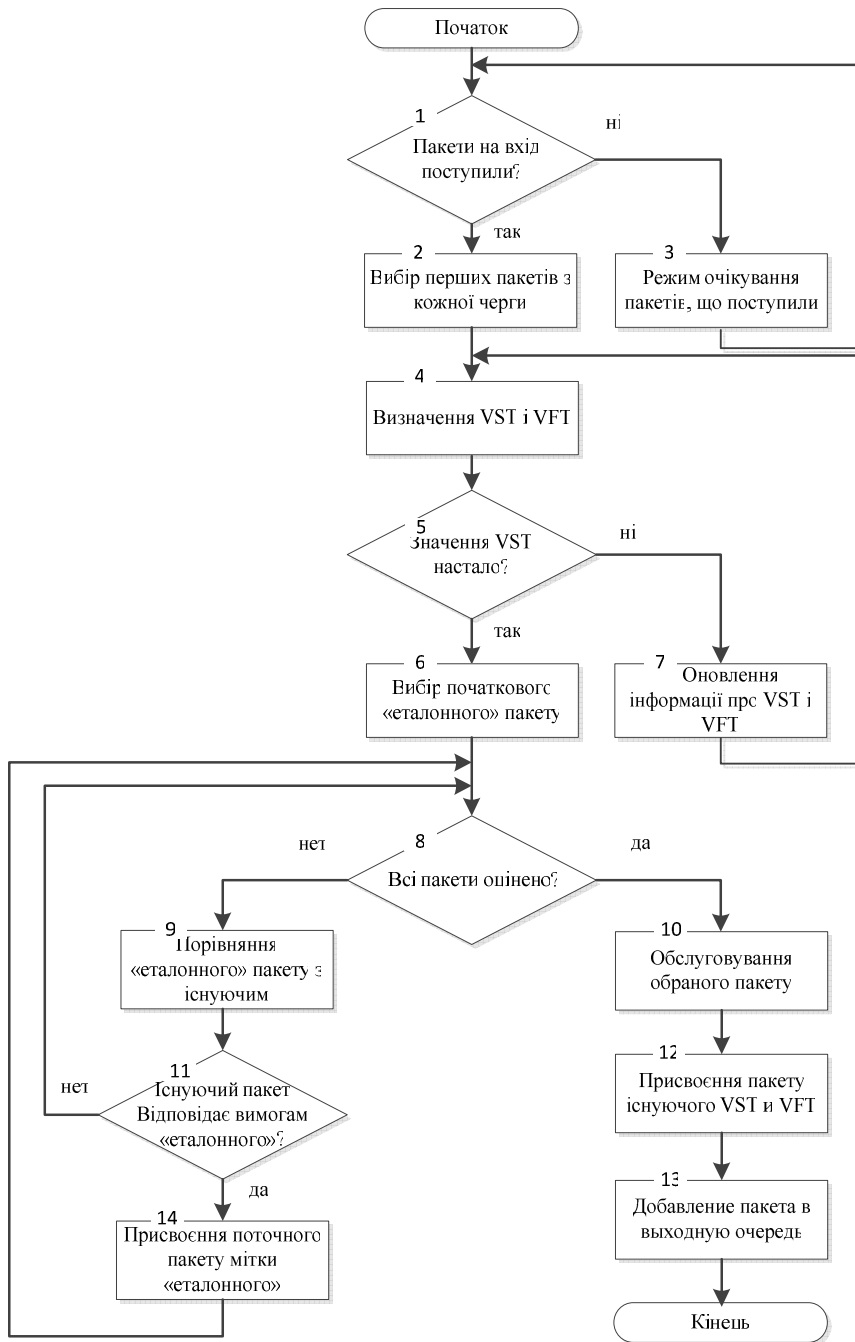


Рис. 8. Структурна схема алгоритму управління доступом до хмарних телекомунікаційних ресурсів

виртуального часу обробки інформаційних пакетів, що відрізняється від відомих урахуванням фактора введення додаткового рівня пріоритетизації для пакетів метаданих. Структурна схема алгоритму управління доступом до хмарних телекомунікаційних ресурсів представлена на рис. 8.

У четвертому розділі проводиться вибір показника ефективності управління доступом до хмарних антивірусних телекомунікаційних ресурсів. На основі результатів математичного та імітаційного моделювання проводиться вибір показника ймовірності присвоєння пріоритету  $P_{присв}$  для визначення «еталона» пріоритету та оцінка ефективності методу управління доступом до хмарних телекомунікаційних ресурсів.

Для вирішення даного

завдання на основі експертних оцінок визначено, що ймовірність  $P_{присв}$  доцільно обирати в діапазоні  $\{0,5 \dots 0,9\}$ .

Результати аналізу показника часу обробки інформаційних пакетів в інтелектуальному вузлі комутації в умовах використання відомого ( $WF^2Q$ ) і вдосконаленого алгоритму управління доступом в умовах імперативного адміністрування представлені у вигляді гістограми на рис. 9.

Як бачимо з рис. 9, використання розробленого алгоритму управління ( $P_{присв} = 0,9$ ) до 3 разів зменшить час обробки інформаційних пакетів першого рівня пріоритетності. У той же час ефективність удосконаленого алгоритму управління на всьому обраному діапазоні незначно поступається ефективності алгоритму  $WF^2Q$ . Тому можна зробити висновок про порівняння показника часу

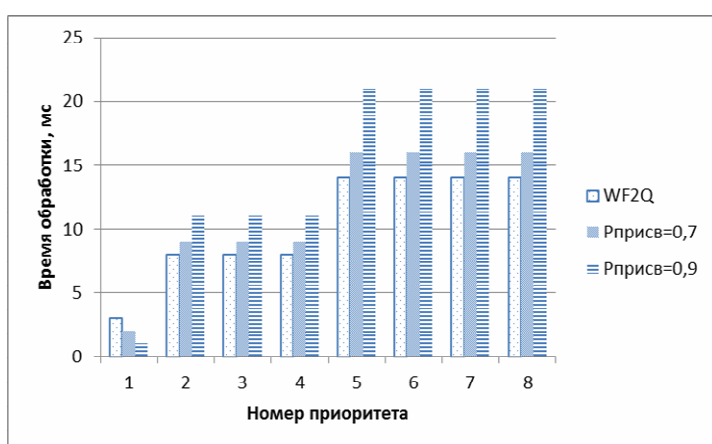


Рис. 9. Гістограми часу обробки інформаційних пакетів в умовах імперативного адміністрування

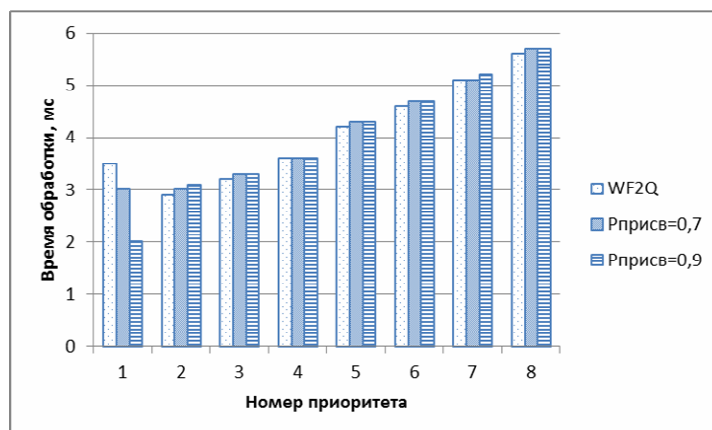


Рис. 10. Гістограми дослідження показника часу обробки інформаційних пакетів різного рівня пріоритетності в умовах справедливого розподілу

порівняння з ефективністю відомого  $WF^2Q$ .

Таким чином, наведені результати досліджень дозволили зробити висновок про ефективність розробленого методу управління доступом до хмарних телекомунікаційних ресурсів і можливості зменшення часу обробки інформаційних пакетів першого рівня пріоритетності до 4 разів у разі імперативного адміністрування та до 2 разів у разі справедливого розподілу.

обробки інформаційних пакетів  $r_2 = 2, J$  і  $r_3 = J + 1, R$  рівнів пріоритетності.

Як ще один приклад вирішення завдання розподілу телекомунікаційних ресурсів інтелектуальних вузлів комутації можна відзначити принцип справедливого розподілу.

Результати дослідження показника часу обробки інформаційних пакетів представлені на рис. 10.

Як бачимо з цього рисунку, використання в удосконаленому алгоритмі управління доступом принципу справедливого розподілу дозволило до 2 разів при  $P_{присв} = 0,9$ , до 1,5 разів при  $P_{присв} = 0,7$  знизити час обробки інформаційних пакетів у порівнянні з алгоритмом  $WF^2Q$ . В інших випадках обробки інформаційних пакетів і рівнів пріоритетності ефективність розробленого алгоритму



Для обґрунтування достовірності отриманих результатів проведено імітаційне моделювання процесу обробки інформаційних пакетів в інтелектуальних вузлах комутації ТКС. Проведене імітаційне моделювання показало, що для всіх досліджуваних видів даних довіряча ймовірність того, що значення статистичної величини часу  $t_{обр}^{(i)}$  «не відхилюється» від математичного сподівання  $\epsilon_{обр}^{(i)}$  більш ніж на 1, дорівнює:  $P \approx 0,97$ .

## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішена актуальна **науково-технічна задача**, яка полягає в розробці методу управління телекомунікаційними ресурсами для підвищення оперативності передачі даних. Проведені в дисертаційній роботі дослідження, результати вирішення науково-технічного та часткових наукових завдань, а також результати розрахунків та порівняльного аналізу дали можливість отримати наступні наукові та практичні результати.

1. Аналіз вимог якості обслуговування, а також механізмів і засобів служби підтримки якості обслуговування показав, що в умовах підвищеного попиту на послуги Cloud-систем, які використовуються в даний час, методи управління телекомунікаційними ресурсами не дозволяють забезпечити оперативну передачу спеціальних сигнатур. Дослідження основних методів і алгоритмів управління телекомунікаційними ресурсами дозволили визначити основні напрямки дисертаційного дослідження та сформулювати оптимізаційну задачу мінімізації часу передачі спеціалізованих даних у хмарні обчислювальні системи.

2. Розроблено метод апріорної оцінки вимог оперативності передачі даних в умовах впливу комп'ютерних вірусів, в основу якого покладені математична модель технології розповсюдження комп'ютерних вірусів в інформаційно-телекомунікаційних мережах та математична GERT-модель технології передачі метаданих у хмарні антивірусні системи.

3. Розроблено математичну GERT-модель технології передачі метаданих у хмарні антивірусні системи, що відрізняється від відомих урахуванням показників реальної надійності та особливостей багатошляхової маршрутизації відповідно до протоколів (K+4) рівня стратифікації. Проведене моделювання дозволило визначити, що максимальні значення щільності розподілу часу формування та передачі спеціальних сигнатур припадають на проміжок від 1 до 3 с. Використання отриманих ймовірно-часових показників дозволило підвищити точність оцінки часу розповсюдження зловмисного програмного забезпечення до 40%.

4. Розроблено структурно-логічну GERT-модель технології розповсюдження комп'ютерних вірусів. Це дозволило визначити еквівалентну W-функцію часу розповсюдження в ТКС найбільш небезпечних комп'ютерних вірусів типу *Flame* з кінцевими результатами лікування та імунізації вузлів ТКС, а також врахувати фактор виходу з ладу телекомунікаційних вузлів.

5. Розроблено математичну модель технології розповсюдження зловмисного програмного забезпечення в ТКС, котра, на відміну від відомих, враховує ключову інформацію про стани телекомунікаційних вузлів в процесі деструктивних впливів комп'ютерних вірусів, а також фактор використання хмарного антивірусного забезпечення в процесі лікування, що дозволило визначити час розповсюдження

зловмисного програмного забезпечення в ТКС в умовах появи нових сценаріїв їхнього деструктивного впливу.

6. Розроблено метод управління доступом в інтелектуальних вузлах комутації, що включає в себе математичну модель інтелектуального вузла комутації з обслуговуванням інформаційних пакетів різного пріоритету і вдосконалений алгоритм управління доступом до «хмарних» телекомунікаційних ресурсів. Відмінною особливістю методу є комплексне використання стандартних критеріїв управління інформаційними потоками в інтелектуальних вузлах комутації з додатковими, котрі враховують можливість обслуговування інформаційних пакетів метаданих при їх передачі в «хмарні» антивірусні системи. Це дозволило до 3 разів зменшити час обслуговування інформаційних пакетів метаданих в інтелектуальних вузлах комутації при передачі їх у хмарні антивірусні системи.

7. Розроблено практичні рекомендації щодо застосування розробленого методу управління телекомунікаційними ресурсами.

### СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. *Мохамад Гани Абу Таам*. Разработка математической GERT-модели технологии распространения компьютерных вирусов в информационно-телекоммуникационных сетях / А.А.Смирнов, Мохамад Гани Абу Таам // Информационные системы в управлении, образовании, промышленности: монография / Под ред. проф. В.С. Пономаренко. – Х.: Вид-во ТОВ «Щедра садиба плюс», 2014. – 498 с.

2. *Мохамад Гани Абу Таам*. Метод управления доступом в интеллектуальных узлах коммутации / Мохамад Гани Абу Таам, А.А.Смирнов // Информационные технологии и защита информации в информационно-коммуникационных системах: монография / Под ред. проф. В.С. Пономаренко. – Х.: Вид-во ТОВ «Щедра садиба плюс», 2015. – 486 с.

3. *Мохамад Гани Абу Таам*. Математическая GERT-модель технологии передачи метаданных в облачные антивирусные системы / В.В. Босько, А.А. Смирнов, И.А. Березюк, Мохамад Гани Абу Таам // Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". – Вип. 1(117). – Х.: ХУПС, 2014. – С. 137-141.

4. *Мохамад Гани Абу Таам*. Структурно-логическая GERT-модель технологии распространения компьютерных вирусов / А.А. Смирнов, И.А. Березюк, Мохамад Гани Абу Таам // Системи управління, навігації та зв'язку. – Вип. 1(29). – П.: ПНТУ, 2014. – С. 120-125.

5. *Мохамад Гани Абу Таам*. Сравнительные исследования математических моделей технологии распространения компьютерных вирусов в информационно-телекоммуникационных сетях / Мохамад Гани Абу Таам, А.А. Смирнов, А.В. Коваленко, С.А. Смирнов // Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". – Вип. 9(125). – Х.: ХУПС, 2014. – С. 105-110.

6. *Мохамад Гани Абу Таам*. Математическая модель интеллектуального узла коммутации с обслуживанием информационных пакетов различного приоритета / Мохамад Гани Абу Таам, А.А. Смирнов, Н.С. Якименко, С.А. Смирнов // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Вип. 4 (41). – Харків: ХУПС, – 2014. – С. 48-52.

7. *Мохамад Гани Абу Таам*. Исследование показателей качества функционирования интеллектуальных узлов коммутации в телекоммуникационных системах и сетях / Мохамад Гани Абу Таам, А.А. Смирнов, Н.С. Якименко, С.А. Смирнов // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – № 4(17). – Харків: ХУПС, 2014. – С.90-95.

8. *Мохамад Гани Абу Таам*. Усовершенствованный алгоритм управления доступом к «облачным» телекоммуникационным ресурсам / Мохамад Гани Абу Таам, А.А. Смирнов, Н.С. Якименко, С.А. Смирнов // Збірник наукових праць "Системи обробки інформації". – Вип. 1(126). – Х.: ХУПС, 2015. – С. 150-153.

9. *Мохамад Гани Абу Таам*. Анализ и исследование методов управления сетевыми ресурсами для обеспечения антивирусной защиты данных / Мохамад Гани Абу Таам, А.А. Смирнов, С.А. Смирнов // Системи озброєння і військова техніка. – № 3(43) – Х.: ХУПС, 2015. – С. 100-107.

10. *Мохамад Гани Абу Таам*. Исследование эффективности метода управления доступом к облачным антивирусным телекоммуникационным ресурсам / Мохамад Гани Абу Таам, А.А. Смирнов, С.А. Смирнов // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – № 3(19). – Х.: ХУПС, 2015. – С. 134-141.

11. *Mohamad Hani Abou Taam*. Method of controlling access to intellectual switching nodes of telecommunication networks and systems / A.A. Smirnov, Mohamad Hani Abou Taam, S.A. Smirnov // International Journal of Computational Engineering Research (IJCER). – Volume 5, Issue 5. – India. Delhi. – 2015. – P. 1-7.

12. *Мохамад Гани Абу Таам*. GERT-модель технологии передачи данных в облачные антивирусные системы / А.А. Смирнов, В.В. Босько, Мохамад Гани Абу Таам // Збірник тез доповідей науково-практичної конференції «Застосування інформаційних технологій у підготовці та діяльності сил охорони правопорядку». м. Харків. 12-13 березня 2014 р. – Харків. АБВ МВС. – 2014. – С. 18-19.

13. *Мохамад Гани Абу Таам*. Математическое моделирование технологии передачи сигнатур в облачные антивирусные системы / Мохамад Гани Абу Таам, А.А. Смирнов // Збірник тез VI міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми і перспективи розвитку ІТ-індустрії». м. Харків. 17-18 квітня 2014 р. – Харків: ХНЕУ. – 2014. – С. 260.

14. *Мохамад Гани Абу Таам*. Анализ требований к качеству обслуживания в информационно-телекоммуникационных системах / А.А. Смирнов, Мохамад Гани Абу Таам // Збірник тез XVI міжнародного науково-практичного семінару «Комбінаторні конфігурації та їх застосування». м. Кіровоград. 11-12 квітня 2014 р. – Кіровоград: КНТУ. – 2014. – С. 124-126.

15. *Мохамад Гани Абу Таам*. Дослідження та реалізація GERT-моделі технології розповсюдження комп'ютерних вірусів для захисту телекомунікаційних систем / Мохамад Гани Абу Таам, С.А. Смирнов // Збірник тез науково-практичної конференції «Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія». м. Кіровоград. 4 грудня 2014 р. – Кіровоград: КНТУ. – 2014. – С. 168.

16. *Мохамад Гани Абу Таам*. Исследование математических моделей технологии распространения компьютерных вирусов / А.А. Смирнов, Мохамад Гани Абу Таам, С.А. Смирнов // Збірник наукових праць міжнародної науково-

практичної конференції «Актуальні питання забезпечення кібернетичної безпеки та захисту інформації». м. Київ. 25-28 лютого 2015 р. – Київ: Європейський університет. – 2015. – С. 90-91.

17. *Мохамад Гани Абу Таам*. Метод управления доступом к «облачным» ресурсам для защиты телекоммуникационных систем / Мохамад Гани Абу Таам, А.А. Смирнов, С.А. Смирнов // Збірник тез всеукраїнської науково-практичної конференції «Інформаційна безпека держави, суспільства та особистості». м. Кіровоград. 16 квітня 2015. – Кіровоград: КНТУ. – 2015. – С. 50-52.

18. *Мохамад Гани Абу Таам*. Разработка метода управления доступом в интеллектуальных узлах коммутации / А.А. Смирнов, Мохамад Гани Абу Таам, С.А. Смирнов // Збірник тез VII міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми і перспективи розвитку ІТ-індустрії». м. Харків. 17-18 квітня 2015 р. – Харків: ХНЕУ. – 2015. – С. 14.

19. *Мохамад Гани Абу Таам*. Реализация метода управления доступом в интеллектуальных узлах коммутации / А.А. Смирнов, Мохамад Гани Абу Таам // Збірник тез XVII міжнародного науково-практичного семінару «Комбінаторні конфігурації та їх застосування». м. Кіровоград. 17-18 квітня 2015 р. – Кіровоград: КНТУ. – 2015. – С. 91-92.

20. *Мохамад Гани Абу Таам*. Реализация математической модели интеллектуального узла коммутации для обеспечения защищенности телекоммуникационной сети / Мохамад Гани Абу Таам, А.А. Смирнов, С.А. Смирнов // Збірник тез II Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «Інформаційна та економічна безпека» (INFECO-2015)». м. Харків. 21-22 травня 2015 р. – Харків: ХІБС УБС НБУ. – 2015. – С. 135-139.

21. *Мохамад Гани Абу Таам*. Разработка математической модели технологии распространения компьютерных вирусов в информационно-телекоммуникационных сетях / Мохамад Гани Абу Таам, А.А. Смирнов, С.А. Смирнов // Сборник тезисов XI международной конференции "Стратегия качества в промышленности и образовании". г. Варна. ТУВ. – 2015. – С. 451-452

22. *Мохамад Гани Абу Таам*. Метод управления доступом к облачным телекоммуникационным ресурсам для обеспечения защиты данных / Мохамад Гани Абу Таам, А.А. Смирнов, С.А. Смирнов // Збірник тез Міжнародної науково-практичної конференції «Комп'ютерні технології та інформаційна безпека». м. Кіровоград. 2-3 липня 2015 р. – Кіровоград: КНТУ. – 2015. – С. 4-5.

23. *Мохамад Гани Абу Таам*. Имитационная модель системы управления доступом к облачным антивирусным телекоммуникационным ресурсам / Мохамад Гани Абу Таам, А.А. Смирнов, С.А. Смирнов // Збірник тез першої всеукраїнської науково-практичної конференції «Перспективні напрями захисту інформації». м. Затока. 7-9 вересня 2015 р. – Одеса: ОНАЗ. – 2015. – С. 90-94.

## АНОТАЦІЯ

**Мохамад Гані Абу Таам. Метод управління телекомунікаційними ресурсами для підвищення оперативності передачі даних.** – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі. – Національний авіаційний університет, Київ, 2016.

Дисертаційна робота присвячена розробці методу управління телекомунікаційними ресурсами для підвищення оперативності передачі даних. Для вирішення поставлених задач пропонується: GERT-модель технології передачі метаданих у хмарні обчислювальні системи, яка відрізняється від відомих урахуванням показників реальної надійності та особливостей багатошляхової маршрутизації відповідно до протоколів (K+4) рівня стратифікації; метод управління доступом в інтелектуальних вузлах комутації, відмінною особливістю якого є комплексне використання стандартних критеріїв управління інформаційними потоками в інтелектуальних вузлах комутації з додатковими.

Результати роботи використані на промислових підприємствах та навчальних закладах України.

**Ключові слова:** телекомунікаційні системи, антивірусний захист, зловмисне програмне забезпечення, хмарні обчислювальні ресурси.

## АННОТАЦИЯ

**Мохамад Гани Абу Таам. Метод управления телекоммуникационными ресурсами для повышения оперативности передачи данных.** – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.02 – телекоммуникационные системы и сети. – Национальный авиационный университет, Киев, 2016.

Диссертационная работа посвящена разработке метода управления телекоммуникационными ресурсами для повышения оперативности передачи данных. Проведенные в диссертационной работе исследования, результаты решения научно-технической и частных научных задач, а также результаты расчетов и сравнительного анализа дали возможность получить следующие научные и практические результаты.

1. Разработан метод управления доступом в интеллектуальных узлах коммутации включающий в себя математическую модель интеллектуального узла коммутации с обслуживанием информационных пакетов различного приоритета и усовершенствованный алгоритм управления доступом к «облачным» телекоммуникационным ресурсам. Отличительной особенностью метода является комплексное использование стандартных критериев управления информационными потоками в интеллектуальных узлах коммутации с дополнительными, учитывающими возможность обслуживания информационных пакетов метаданных при их передаче в «облачные» антивирусные системы. Это позволило до 3 раз уменьшить время обслуживания информационных пакетов метаданных в интеллектуальных узлах коммутации при передаче их в облачные антивирусные системы.

2. Разработан метод априорной оценки требований оперативности передачи данных в условиях воздействия компьютерных вирусов, в основу которого

положены математическая модель технологии распространения компьютерных вирусов в информационно-телекоммуникационных сетях и математическая GERT-модель технологии передачи метаданных в «облачные» антивирусные системы.

3. Разработана математическая GERT-модель технологии передачи метаданных в облачные антивирусные системы, которая отличается от известных учетом показателей реальной надежности и особенностей многопутевой маршрутизации в соответствии с протоколами ( $K+4$ ) уровня стратификации. Использование полученных вероятностно-временных показателей позволило повысить точность оценки времени распространения злоумышленного программного обеспечения до 1,4 раза.

4. Разработана математическая модель технологии распространения злоумышленного программного обеспечения в ТКС, в отличие от известных, учитывающую ключевую информацию о состояниях телекоммуникационных узлов в процессе деструктивных воздействий компьютерных вирусов, а также фактор использования облачного антивирусного обеспечения в процессе лечения, что позволило определить время распространения злоумышленного программного обеспечения в ТКС в условиях появления новых сценариев их деструктивного воздействия. Использование разработанного специального программного и математического обеспечения для моделирования технологии распространения злоумышленного программного обеспечения в ТКС позволило расширить спектр возможных сценариев их деструктивного воздействия до 30% и сформировать требования к вероятностно-временным показателям локализации и лечения узлов ТКС.

5. Разработаны практические рекомендации по применению разработанного метода управления телекоммуникационными ресурсами.

**Ключевые слова:** телекоммуникационные системы, облачные вычислительные ресурсы, антивирусная защита, вредоносное программное обеспечение.

#### ABSTRACT

**Mohamad Hani Abou Taam. The method of management of telecommunication resources to improve the efficiency of data transmission.** – Manuscript.

The thesis for the degree of candidate of technical science, specialty 05.12.02 – telecommunication systems and networks. – National Aviation University, Kyiv, 2016.

The thesis is devoted to developing telecommunications resource management method to enhance the efficiency of data transmission. To achieve the proposed objectives: GERT-model metadata transmission technology in cloud computing, which is different from the known models by taking into account indicators of real reliability and features multithreaded routing protocols in accordance with ( $K+4$ ) level of stratification; method of accessing control nodes in intelligent switching, the distinctive feature of which is the integrated use of standard criteria for information management in intelligent switching with additional nodes.

The results are used in industrial and educational institutions of Ukraine.

**Keywords:** telecommunication systems, cloud computing resources, antiviral protection, malicious software.