

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

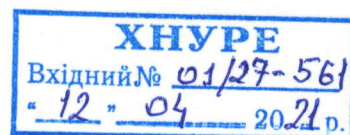
Шаповалової Анастасії Сергіївни

«Потокові моделі безпечної та відмовостійкої маршрутизації з балансуванням навантаження в програмно-конфігурованих телекомунікаційних мережах», яка подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі

Актуальність обраного напрямку досліджень

Стрімкий розвиток інфокомунікаційних технологій та процес стрімкого збільшення кількості послуг, які надаються кінцевим користувачам, обумовлює необхідність постійного вдосконалення існуючих програмно-конфігурованих телекомунікаційних мереж. Таке вдосконалення, в першу чергу, стосується забезпечення кіберстійкості мереж, тобто здатності передбачати, відновлюватися та адаптивно реагувати на різноманітні чинники, такі як перевантаження в мережі, приховані та складні атаки, компрометацію окремих мережних елементів та мережі в цілому. Для цього на практиці, як правило, залучають всі доступні технологічні рішення, серед яких одним з ефективних засобів є використання протоколів маршрутизації, які, з огляду на вимоги сучасності, також потребують перегляду в напрямку розширення не тільки з боку забезпечення якості обслуговування, але й з боку забезпечення відмовостійкості та мережної безпеки. Для реалізації такого перегляду необхідно здійснити вдосконалення математичних моделей маршрутизації, які покладені в основу протоколів маршрутизації.

Таким чином, актуальною є науково-прикладна задача, суть якої полягає в забезпеченні відмовостійкості та мережної безпеки в програмно-конфігурованих телекомунікаційних мережах (ТКМ) шляхом розробки та вдосконалення відповідних поточкових моделей маршрутизації.



Наукова новизна отриманих у роботі результатів дослідження

В ході дисертаційних досліджень здобувачкою отримані наступні нові наукові результати:

1. Удосконалено потокову модель маршрутизації з урахуванням ризиків інформаційної безпеки за допомогою базових метрик критичності вразливостей. Новизна розробленої моделі полягає у введенні отриманих згідно рекомендації NIST виразів, які виступають в якості маршрутних метрик, та за фізичним змістом характеризують ризик інформаційної безпеки в каналах зв'язку ТКМ та дозволяють врахувати збитки від порушення конфіденційності та цілісності інформації, доступності мережного ресурсу у випадку реалізації наявних вразливостей. Запропоноване рішення до формування отриманих маршрутних метрик може бути застосоване також під час забезпечення комплексного врахування в процесі розв'язання задач маршрутизації як показників мережної безпеки, так і показників якості обслуговування в програмно-конфігурованих телекомунікаційних мережах.

2. Удосконалено потокову модель безпечної маршрутизації з балансуванням навантаження на основі врахування параметрів мережної безпеки в програмно-конфігурованих телекомунікаційних мережах. Новизна удосконаленої моделі полягає у модифікації умов балансування навантаження в ТКМ шляхом введення вагових коефіцієнтів, які виступають в якості параметру мережної безпеки, що базується на ймовірності компрометації каналів зв'язку. Таким чином, отримані в результаті дослідження маршрутні рішення, орієнтовані на зменшення завантаженості каналів зв'язку, які мають високу ймовірність компрометації, шляхом перерозподілу трафіка на більш безпечні канали. Результати дослідження процесів безпечної маршрутизації з балансуванням навантаження на низці структур ТКМ підтвердили її ефективність з точки зору врахування стану мережі: її топології, характеристик потоків, пропускної здатності та завантаженості каналів зв'язку, а також ймовірностей їх компрометації.

3. Уперше запропоновано модель швидкої перемаршрутизації із забезпеченням балансування навантаження на принципах Traffic Engineering та

диференційованого обмеження трафіку в програмно-конфігурованих телекомунікаційних мережах. В якості новизни запропонованого рішення виступає модифікація умов збереження потоку, які враховують пріоритетне обмеження трафіку на границі ТКМ у випадку її ймовірного перевантаження та введення системи критеріїв оптимальності маршрутних рішень, використання яких орієнтує на мінімізацію верхнього порогу завантаженості каналів зв'язку та відмов в обслуговуванні на границі мережі, зважених щодо пріоритету та інтенсивності потоків. Перевага запропонованого рішення полягає в тому, що обмеження трафіка здійснювалось в залежності від інтенсивності потоку та його пріоритету, тобто, обмеження, в першу чергу, стосувались того потоку, який є джерелом перевантаження; по-друге, якщо перевантаження створювали декілька потоків, то обмеження стосувались потоку з меншим пріоритетом.

4. Удосконалено потокову модель безпечної швидкої перемаршрутизації з балансуванням навантаження та диференційованим обмеженням трафіку на границі телекомунікаційної мережі. Новизна моделі полягає в тому, що в процесі реалізації швидкої перемаршрутизації забезпечення балансування навантаження в каналах зв'язку відбувалось із врахуванням ймовірності їхньої компрометації, а в разі диференційованого обмеження трафіку на границі мережі із врахуванням вимог потоків пакетів щодо рівня мережної безпеки. Перевагою запропонованого рішення є те, що в умовах перевантаження реалізується балансування навантаження на принципах TE та за необхідності диференційоване обмеження навантаження, яке надходить в мережу, не тільки відповідно до значень класу обслуговування потоку: його IP-пріоритету та інтенсивності потоків, а й рівня безпеки.

Практична значимість результатів дисертаційної роботи

Отримані в дисертації наукові результати можуть бути застосовані на практиці під час розроблення протоколів безпечної та відмовостійкої маршрутизації в сучасних програмно-конфігурованих мережах з централізованою архітектурою. Практична значимість основних наукових результатів підтверджена

актами реалізації на підприємстві «ХДРНТЦ ТЗІ», у ТОВ «Воркнест» та ПрАТ «Фарлеп-Інвест», які свідчать про їхнє використання для оцінки відмовостійкості та навантаження у розгорнутих на зазначених підприємствах телекомунікаційних мережах із подальшим розробленням практичних рекомендацій для ефективного балансування мережного ресурсу, а також для забезпечення відмовостійкості телекомунікаційної мережі в цілому. Крім того, отримані результати було впроваджено у навчальному процесі кафедри інфокомунікаційної інженерії ім. В. В. Поповського Харківського національного університету радіоелектроніки в процесі проведення лекційних і практичних занять із низки дисциплін для студентів спеціальності 172 – Телекомунікації та радіотехніка.

Обґрунтованість і достовірність наукових результатів, висновків і рекомендацій

Основні результати досліджень здобувачки достатньою мірою обґрунтовані. Достовірність отриманих результатів підтверджується проведеними дослідженнями за допомогою добре апробованого пакету імітаційного моделювання MATLAB на ряді прикладів структур ТКМ, а також коректністю вибору вихідних даних відповідно до бази даних загальновідомих вразливостей інформаційної безпеки CVE та рекомендацій NIST.

Загалом дисертація Шаповалової А.С. є завершеною науковою працею, яка виконана на високому теоретично-прикладному рівні. Здобувачка вільно володіє науковою та технічною термінологією. Структура дисертаційної роботи логічна та послідовна. Матеріал у вступі, чотирьох розділах та висновках викладено з вичерпною повнотою із представленням основних напрямків проведених досліджень. Автореферат дисертації загалом відповідає її структурі та змісту.

Основні недоліки по дисертаційній роботі:

1. У роботі розглядаються процеси маршрутизації для багатопотокового випадку, проте в дослідженні забезпечується балансування навантаження без

прив'язки до диференційованого обслуговування окремих потоків пакетів. Всі потоки претендують на спільну пропускну здатність каналів зв'язку.

2. У роботі в межах першого наукового результату не представлена методика, за якою протокол безпечної маршрутизації буде розраховувати ймовірність використання q -ї вразливості зловмисником на i -му вузлі мережі. Не досліджено, як вплинуть помилки на визначення та характер отриманих маршрутних рішень.

3. Запропоновані рішення щодо відмовостійкої маршрутизації в телекомунікаційній мережі не адаптовані під випадок реалізації схеми захисту маршруту.

4. У роботі при розв'язанні задачі профілювання трафіка досліджувався лише випадок маршрутизації еластичних потоків, тобто потоків пакетів, які допускають певне обмеження своєї інтенсивності на границі мережі. Проте в телекомунікаційній мережі також передаються пакети нееластичних потоків, навіть мінімальне обмеження яких не допускається.

5. В третьому розділі дисертаційної роботи не зрозумілі критерії, за якими в процесі дослідження моделей блокування каналів зв'язку виділялось саме чотири сценарії компрометації, які представлені в табл. 3.1.

Рівень публікацій та апробацій результатів роботи

Основні результати дисертаційної роботи досить повно опубліковані здобувачкою у 19 наукових працях, серед яких 9 статей, 1 з яких проіндексована наукометричною базою Scopus, 1 – опублікована у закордонному журналі та 7 – у наукових фахових виданнях України, 10 матеріалів доповідей на міжнародних наукових конференціях, 5 з яких індексуються наукометричною базою Scopus.

Загальні висновки

Дисертаційна робота Шаповалової А.С. закінченою науково-дослідною роботою, в якій отримано низку важливих нових наукових результатів, що дозволяють забезпечити відмовостійкість та мережну безпеку в програмно-

конфігурованих телекомунікаційних мережах.

За обсягом, рівнем та повнотою виконаних досліджень, новизною та практичним значенням результатів, науково-прикладна робота відповідає вимогам положення про «Порядок присудження наукових ступенів» до кандидатських дисертацій, а її автор Шаповалова Анастасія Сергіївна заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.

Офіційний опонент

Докторант

Державного університету інтелектуальних

технологій і зв'язку,

кандидат технічних наук,

доцент

І.М. Соловська

Гідний завіряю

*Проректор з навчальних
робот*



Комісія № 1.В.