

Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U000943

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 15-02-2024

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу:



II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. ЕЛЬ ХАЖ СЛЕЙМАН БАТУЛ ГАДІ

2. BATOUL HADI EL HAJ SLEIMAN

Кваліфікація:

Ідентифікатор ORCID ID: Не застосовується

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 172

Назва наукової спеціальності: Електронні комунікації та радіотехніка

Галузь / галузі знань: електроніка та телекомунікації

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: Телекомунікації та радіотехніка

Дата захисту: 01-03-2024

Спеціальність за освітою: Прикладна математика

Місце роботи здобувача:

Код за ЄДРПОУ:

Місцезнаходження:

Форма власності:

Сфера управління:

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ID4639_Батул Гаді

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний університет радіоелектроніки

Код за ЄДРПОУ: 02071197

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 14, Харків, Харківський р-н., 61166, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний університет радіоелектроніки

Код за ЄДРПОУ: 02071197

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 14, Харків, Харківський р-н., 61166, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Англійська

Коди тематичних рубрик: 49.33.29

Тема дисертації:

1. ОПТИМІЗАЦІЙНІ МОДЕЛІ ВІДМОВОСТІЙКОЇ ТА БЕЗПЕЧНОЇ МАРШРУТИЗАЦІЇ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІЙ МЕРЕЖІ ШЛЯХАМИ, ЩО НЕ ПЕРЕТИНАЮТЬСЯ
2. OPTIMIZATION MODELS OF FAULT-TOLERANT AND SECURE ROUTING IN A TELECOMMUNICATION NETWORK OVER DISJOINT PATHS

Реферат:

1. Ель Хаж Слейман Батул Гаді. Оптимізаційні моделі відмовостійкої та безпечної маршрутизації в телекомунікаційній мережі шляхами, що не перетинаються. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 172 – Телекомунікації та радіотехніка. – Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, 2023. У дисертаційній роботі розв'язано актуальну науково-практичну задачу, яка полягає в оптимізації процесів відмовостійкої та безпечної маршрутизації за шляхами, що не перетинаються, в телекомунікаційних мережах (ТКМ) шляхом розробки, вдосконалення та дослідження відповідних математичних моделей. Результати проведеного у роботі аналізу підтвердили важливість та пріоритетність забезпечення якості обслуговування (QoS), відмовостійкості та мережної безпеки у сучасних і перспективних телекомунікаційних мережах. При цьому

акцентовано увагу на тому, що для досягнення цієї мети має бути максимально використано функціонал передових технологій управління трафіком і, особливо, протоколів маршрутизації. Новітні протоколи маршрутизації повинні підтримувати багатошляхові рішення, розраховувати шляхи, які забезпечують високі показники якості обслуговування та мережної безпеки, а також результативно реалізують схеми локального, сегментного та глобального захисту (резервування) пропускну здатності та елементів мережі в умовах їх одиничних і множинних відмов. Встановлено, що на перший план виходять задачі щодо вдосконалення математичних моделей, методів і протоколів маршрутизації в ТКМ з їхньою адаптацією під сучасні вимоги. Ефективним напрямком удосконалення моделей і методів маршрутизації є використання шляхів, які не перетинаються, що дозволяє ввести, а в подальшому ефективно та оптимально використати надлишковість мережного ресурсу для системного підвищення рівня QoS, відмовостійкості та мережної безпеки. У дисертаційній роботі вдосконалено математичні моделі QoS-маршрутизації в телекомунікаційній мережі шляхами, що не перетинаються. Наукова новизна першої математичної моделі полягає у введенні нових умов балансування пропускну здатності маршрутів і використанні оновленого критерія оптимальності маршрутних рішень, що дозволило забезпечити у процесі маршрутизації максимізацію як кількості, так і сумарної пропускну здатності розрахованих шляхів. Аналіз результатів дослідження показав, що використання запропонованої моделі дає змогу забезпечити максимально можливу пропускну здатність маршрутного рішення, поданого множиною шляхів, що не перетинаються, у випадках високої неоднорідності мережі, тобто коли пропускну здатності каналів зв'язку ТКМ значно відрізняються. Наукова новизна другої математичної моделі полягає у введенні нових білінійних умов забезпечення гарантованої сумарної пропускну здатності маршрутів, що дало змогу розрахувати шляхи, які мають пропускну здатність, не нижчу за встановлений поріг (вимоги). Виконання цих умови залежно від форми обраного критерію оптимальності може досягатись або на підставі збільшення кількості задіяних маршрутів, що не перетинаються, або шляхом підвищення порогового значення щодо їхньої мінімальної пропускну здатності. Використання вдосконалених моделей дозволило підвищити сумарну пропускну здатність розрахованих шляхів, що не перетинались в ТКМ, від 1,5-10% до 18,6-42%. У роботі отримали подальший розвиток математичні моделі безпечної QoS-маршрутизації за шляхами, що не перетинаються. Новизна запропонованих моделей полягає у використанні комплексного критерію оптимальності маршрутних рішень, який поруч з показниками пропускну здатності враховує параметри мережної безпеки каналів зв'язку – імовірності їхньої компрометації. Це дозволило забезпечити розрахунок такої множини шляхів у ТКМ, які, по-перше, не перетинались; по-друге, їхня кількість була максимально можливою; по-третє, їхня сумарна пропускну здатність була або максимально можливою, або не нижче заданої; по-четверте, ймовірність компрометації цих шляхів була мінімальною. На розрахункових прикладах продемонстрована функціональність запропонованих математичних моделей, їхня працездатність та адекватність, а також ефективність з погляду реалізації безпечної маршрутизації в ТКМ. Встановлено, що забезпечення гарантій щодо пропускну здатності мультишляху відбувається, як правило, із певним, а іноді і значним запасом, так як лінійні умови забезпечення гарантованої QoS сформульовані для найгіршого випадку, коли всі розраховані та включені у оптимальний мультишлях маршрути, мають приблизно однакову пропускну здатність.

2. El Haj Sleiman Batoul Hadi. Optimization models of fault-tolerant and secure routing in a telecommunication network over disjoint paths. – Qualifying scientific work on manuscript rights. Dissertation for the Doctor of Philosophy (Ph.D.) degree in specialty 172 – Telecommunications and Radio Engineering. – Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, 2023. The dissertation solves an actual scientific and practical problem of optimizing the fault-tolerant and secure routing processes over disjoint paths in telecommunication networks (TCNs) by developing, improving, and investigating appropriate mathematical models. The analysis results confirmed the importance and priority of Quality of Service (QoS), fault tolerance, and network security in modern and prospective telecommunication networks. It is emphasized that to achieve this goal, the functionality of advanced traffic management technologies, and especially routing protocols, should be used to the maximum extent possible. The latest routing protocols should support multipath solutions, calculate paths that provide high

indicators of Quality of Service and network security, and implement schemes of local, segment, and global protection (redundancy) of bandwidth and network elements under conditions of single and multiple failures. The problems of improving mathematical models, methods, and protocols of routing in TCN with their adaptation to modern requirements come to the forefront. An effective direction of routing models and methods improvement is the use of disjoint paths, which allows the introduction and further effective and optimal use of the network resources redundancy for systemic increase of QoS level, fault tolerance, and network security. The mathematical models of QoS routing in a telecommunication network over disjoint paths are improved in the dissertation work. The scientific novelty of the first mathematical model consists of introducing new conditions for balancing the routes' capacity and using an updated optimality criterion of routing solutions, which allowed to ensure the maximization of the number and total capacity of the calculated paths in the routing process. The analysis of the study results showed that using the proposed model makes it possible to ensure the maximum possible bandwidth of the routing solution represented by a set of disjoint paths in cases of high network heterogeneity, i.e., when the bandwidths of TCN links differ significantly. The scientific novelty of the second mathematical model consists of introducing new bilinear conditions to ensure guaranteed total routes' capacity, which allows calculating paths with a bandwidth not lower than the established threshold (requirement). Depending on the form of the chosen optimality criterion, these conditions can be met either by increasing the number of disjoint routes involved or by raising the threshold for their minimum bandwidth. Improved models increased the total bandwidth of the calculated disjoint paths in TCN from 1.5-10% to 18.6-42%. Mathematical models of secure QoS routing over disjoint paths have been further developed in this work. The proposed models' novelty lies in using a complex optimality criterion of routing solutions, which, along with bandwidth indicators, considers the network security parameters of communication links – the probability of their compromise. This made it possible to calculate such a set of paths in TCN, which, firstly, did not intersect; secondly, their number was the maximum possible; thirdly, their total bandwidth was either the maximum possible or not lower than the specified one; fourthly, the compromise probability of these paths was minimal. Computational examples demonstrate the functionality of the proposed mathematical models, their efficiency and adequacy, as well as their effectiveness in terms of implementing secure routing in TCN. It is established that the provision of guarantees for the multipath bandwidth occurs, as a rule, with a certain, and sometimes significant, margin since the linear conditions for ensuring the guaranteed QoS are formulated for the worst case when all routes calculated and included in the optimal multipath have approximately the same bandwidth. The research results have shown that the application of the proposed models of secure routing in TCN allows for a decrease in the multipath compromise probability from 13 to 19% depending on the level of network security of communication links and reduce the compromise probability of confidential messages on average from 23-27 to 47-55% for different cases of compromise probability of links and routes of the network. Applying the proposed model of secure routing with Quality of Service guarantees in terms of bandwidth has improved the probability of multipath compromise from 9-11.5% to 19.5-47% on average for different cases of values of links compromise probabilities.

Державний реєстраційний номер ДіР:

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Інформаційні та комунікаційні технології

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії

Підсумки дослідження: Теоретичне узагальнення і вирішення важливої наукової проблеми

Публікації:

- 2. Лемешко, А.В., Еременко, А.С., Персіков, А.В., Слейман, Б., 2019. Модель безопасной маршрутизации на основе определения максимального количества непересекающихся путей для минимизации вероятности компрометации конфиденциальных сообщений. Радіотехніка: Всеукраїнський

міжвідомчий науково-технічний збірник, 197, С. 31-37.

- 3. Невзорова, О.С., Слейман, Б., Мерсні, А., Сухотеплий, В.М., 2019. Вдосконалення потокової моделі багатоадресної маршрутизації на принципах технології Traffic Engineering. Проблеми телекомунікацій, 2(25), С. 27-36.
- 4. Єременко, О.С., Євдокименко, М.О., Слейман, Б., 2020. Удосконалена модель швидкої перемаршрутизації з реалізацією схеми захисту шляху та пропускну здатності в програмно-конфігурованих мережах. Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості, 1(11), С. 163-171.
- 5. Лемешко, О.В., Грачов, Ю.В., Слейман, Б., 2020. Дослідження методу безпечної маршрутизації конфіденційних повідомлень за шляхами, які не перетинаються. Проблеми телекомунікацій, 2(27), С. 43-55.
- 6. Lemeshko, O., Yeremenko, O., Yevdokymenko, M., Sleiman, B., 2020. Fast ReRoute Model with Realization of Path and Bandwidth Protection Scheme in SDN. Advances in Electrical and Electronic Engineering, 18(1), pp. 23-30. DOI:

Наукова (науково-технічна) продукція: методи, теорії, гіпотези

Соціально-економічна спрямованість: забезпечення промисловості чи населення новим видом інформаційно-комунікаційних послуг

Охоронні документи на ОПВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами:

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Євдокименко Марина Олександрівна
2. Maryna O. Yevdokymenko

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.12.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-7391-3068

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний університет радіоелектроніки

Код за ЄДРПОУ: 02071197

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 14, Харків, Харківський р-н., 61166, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Одарченко Роман Сергійович
2. Roman S. Odarchenko

Кваліфікація: д. т. н., професор, 05.12.02**Ідентифікатор ORCID ID:** Не застосовується**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:** Національний авіаційний університет**Код за ЄДРПОУ:** 01132330**Місцезнаходження:** проспект Любомира Гузара, буд. 1, Київ, 03058, Україна**Форма власності:** Державна**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України**Ідентифікатор ROR:****Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Бешлей Микола Іванович
2. Mykola Beshley

Кваліфікація: д. т. н., доц., 05.12.02**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-7122-2319**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:** Національний університет "Львівська політехніка"**Код за ЄДРПОУ:** 02071010**Місцезнаходження:** вул. Степана Бандери, буд. 12, Львів, 79013, Україна**Форма власності:** Державна**Сфера управління:** Міністерство освіти і науки України**Ідентифікатор ROR:****Рецензенти****Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**

1. Коваленко Андрій Анатолійович
2. Andriy A. Kovalenko

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.13.05**Ідентифікатор ORCID ID:** 0000-0002-2817-9036**Додаткова інформація:****Повне найменування юридичної особи:** Харківський національний університет радіоелектроніки**Код за ЄДРПОУ:** 02071197

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 14, Харків, Харківський р-н., 61166, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Безрук Валерій Михайлович

2. Valeriy Bezruk

Кваліфікація: д.т.н., професор, 05.12.17

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-2349-7788

Додаткова інформація:

Повне найменування юридичної особи: Харківський національний університет радіоелектроніки

Код за ЄДРПОУ: 02071197

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 14, Харків, Харківський р-н., 61166, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
голови ради**

Радівілова Тамара Анатоліївна

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові
головуючого на засіданні**

Радівілова Тамара Анатоліївна

**Відповідальний за підготовку
облікових документів**

Іванова Олена Олександрівна

Реєстратор

УкрІНТЕІ

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є
відповідальним за реєстрацію наукової
діяльності**



Юрченко Тетяна Анатоліївна