

БЕЗПЕКА КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ ТА ІНТЕРНЕТ / NETWORK & INTERNET SECURITY

DOI: [10.18372/2225-5036.25.14457](https://doi.org/10.18372/2225-5036.25.14457)

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ АВІАКОМПАНІЇ

Павло Кренц

Державне підприємство «Антонов», Україна



КРЕНЦ Павло Анатолійович, магістр

Рік та місце народження: 1981 рік, м. Київ, Україна.

Освіта: Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», 2004 рік.

Посада: ДП Антонов, провідний інженер.

Наукові інтереси: інформаційна мережа авіакомпанії, інформаційна безпека.

Публікації: 4 наукових публікації.

E-mail: pavel.krents@gmail.com.

Orcid ID: 0000-0003-4871-2640.

Анотація. У даній статті розглянуто функціонування комп'ютерної мережі авіакомпанії. Основною загрозою безпеки мережі авіакомпанії є використання випадкових місцевих мереж. Ця проблема особливо актуальна для чартерних авіакомпаній, що виконують рейси по всьому світу. Літаки у віддалених аеропортах використовують локальні мережі, рівень інформаційної безпеки яких не відповідає стандартам, що встановлено в компанії. Для підвищення інформаційної безпеки мережі пропонується використання програмного комутатора, що розташовано на борту літака і підключено до декількох пристроїв зв'язку. При встановленні з'єднання з доступних каналів зв'язку вибирається один, за допомогою методу аналізу ієрархії. Вибір ґрунтується на критеріях надійності, інформаційної безпеки, швидкості і вартості передачі даних для кожного з'єднання. На основі цих критеріїв обчислюється числове значення пріоритету для кожного каналу, і вибирається найкращий канал. Такий підхід забезпечує, що канали, які не відповідають мінімальним критеріям інформаційної безпеки, не будуть використовуватись. При застосуванні цього підходу можна очікувати підвищення інформаційної безпеки мережі. Проблема такого підходу - надійність програмного забезпечення управління програмного комутатора. Оцінка надійності може бути отримана з використанням теорії випробування технічних систем, яка передбачає використання функції чутливості. Однак в загальному випадку математичні алгоритми, використовувани в програмних комутаторах, мають нелінійний, переривчастий і багатовимірний вигляд, що унеможливує отримання функції чутливості в аналітичному вигляді. Для вирішення цього завдання пропонується застосування методів гармонійного аналізу. Використання функції чутливості дозволяє ідентифікувати параметри, які суттєво впливають на вихідну функцію, і прийняти певні заходи для підвищення надійності системи.

Ключові слова: захист інформації, інформаційна безпека, комп'ютерна мережа, мережа авіакомпанії, програмний комутатор, функції чутливості, гармонічний аналіз.

Вступ

Ефективність роботи комп'ютерної мережі авіакомпанії має істотний вплив на швидкість обміну інформацією, прийняття рішень і безпеку польотів. Тому проблема оцінки і підвищення ефективності функціонування комп'ютерної інформаційно-обчислювальної мережі є актуальною. Одним з ключових показників ефективності роботи мережі є рівень інформаційної безпеки (ІБ). Обсяг переданих даних в авіакомпаніях досить великий, і на практиці може досягати десятків гігабайт на добу. Кожній авіакомпанії щодня необхідно передавати дані як між віддаленими офісами, що перебувають в різних країнах, так

і між повітряними судами, що знаходяться як у повітрі, так і на землі. При цьому необхідна надійна, безпечна і високошвидкісна передача даних. Широка географія польотів повітряних суден призводить до необхідності використання для зв'язку регіональних мереж, рівень інформаційної безпеки в яких може бути значно нижче задовільного рівня. З точки зору безпеки повітряного руху, забезпечення інформаційної безпеки та запобігання сторонньому втручанню має найважливіший пріоритет при формуванні переліку критеріїв визначення ефективності функціонування мережі. З іншого боку, авіакомпанії зацікавлені в зниженні витрат на передачу даних і експлуатацію комунікаційного обладнання.

У цій статті розглянуто питання забезпечення необхідного рівня інформаційної безпеки мережі авіакомпанії, зокрема метод отримання функції чутливості, що використовується для оцінки надійності програмних комплексів.

Аналіз існуючих досліджень

Темі функціонування інформаційної мережі авіакомпанії присвячено велику кількість видань і публікацій, як вітчизняних, так і зарубіжних. В роботах [1, 2] запропоновано підхід до комплексної оцінки ефективності роботи мережі за допомогою імітаційної комп'ютерної моделі і збільшення ефективності завдяки підвищенню гнучкості установки з'єднань. В роботах [3-7, 10] проведено огляд проблем захисту інформації в мультисервісних мережах. В роботах [8, 11] розглянуто роботу мережі авіакомпанії в складі мереж нового покоління. В роботах [9, 12] розглянуто застосування теорії чутливості для оцінки надійності складних систем. В вищезгаданих роботах не приділялася увага використанню функції чутливості для оцінки надійності.

Мета статті

В даній роботі продемонстровано можливе використання методів гармонічного аналізу для отримання функції чутливості та оцінки надійності програмного забезпечення що використовується в програмному комутаторі.

Основна частина дослідження

Розглянемо архітектуру мережі сучасної авіакомпанії. Як було наголошено вище, головною особливістю комп'ютерної мережі авіакомпанії є наявність вузлів, що рухаються (повітряних суден), які змінюють своє географічне положення під час виконання польотів. При великій і задалегідь невідомій географії польотів, як це буває в разі чартерної авіакомпанії, виникають певні проблеми з забезпеченням інформаційної безпеки системи у зв'язку з використанням випадкових місцевих мереж, зокрема безпроводових.

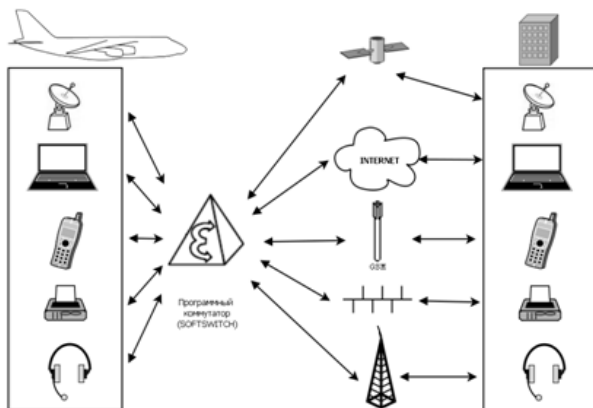


Рис. 1. Рухомі та стаціонарні вузли авіакомпанії

Використання регіональних каналів зв'язку на практиці буває більш ефективним, ніж використання мереж глобального доступу, таких як супутниковий зв'язок. Доступ до транспортної мережі в таких випадках, пов'язаний або з великими витратами, або має недостатню швидкість, або не відповідає стандартам

якості, або все вищезгадане. Для вирішення проблеми забезпечення безпеки зв'язку запропоновано використання програмного комутатора.

При передачі даних рухомий вузол зв'язку отримує перелік каналів, які на даний момент можуть бути використані для передачі чергового пакету. Передбачається, що в інформаційній системі авіакомпанії є в наявності дані про параметри роботи переважної кількості каналів зв'язку відповідно до географії польотів повітряних суден.

До ключових показників ефективності відносяться дані про рівень інформаційної безпеки для кожного каналу, дані про швидкість, надійність та вартість передачі даних. Для вибору оптимального каналу для кожного з варіантів розраховується поточний коефіцієнт ефективності, за допомогою матриці експертних оцінок методу аналізу ієрархій Сааті. В загальному вигляді, коефіцієнт ефективності визначається за формулою:

$$K_E = \sum_{i=1}^n P_i K_i, \quad (1)$$

де n - кількість параметрів каналу даних. P_i - значення параметрів каналу даних, K_i - ваговий коефіцієнт значущості. З матриці експертних оцінок отримуються вагові коефіцієнти значущості кожного з параметрів, таких як швидкість, надійність, вартість, та рівень ІБ каналів зв'язку. Заповнення матриці експертних оцінок відноситься до адміністративного рівня забезпечення ІБ, а саме визначення політики ІБ. Якщо стан засобів захисту, що забезпечує мережа, не відповідає політиці безпеки, то доступ до мережі та інформаційних ресурсів може бути обмежений або повністю заборонений.

До технологічних засобів, що забезпечують інформаційну безпеку можна віднести аутентифікацію, шифрування та цілісність даних на рівні передачних ІР пакетів, захист від повторної передачі пакетів або повідомлень, створення, автоматичне відновлення й захищене поширення криптографічних ключів, використання стійких криптографічних алгоритмів шифрування і електронно-цифрового підпису. Автоматична перевірка рівня ІБ виконується на рівні програмного комутатора.

Одним з факторів, що впливають на надійність вирішення складних задач з використанням ЕОМ є надійність програмних комплексів, зокрема програмного забезпечення, що застосовується для керування програмним комутатором. Оцінка надійності програмного забезпечення може бути отримана завдяки використанню методів теорії випробування технічних систем. При обробці результатів випробування технічних систем вирішується задача визначення впливу параметрів, що змінюються, на кінцевий результат функціонування. Для оцінювання цього впливу використовуються методи теорії чутливості, основу якої складають визначення функції чутливості згідно до математичного опису системи, що досліджується.

Математичні алгоритми, що використовуються в програмних комутаторах в загальному випадку мають нелінійний, розривний та багатовимірний вигляд, що не дає можливості отримати функції чутли-

вості аналітичним шляхом. В [9] запропоновано метод, що дозволяє отримати функції чутливості складного програмного забезпечення з визначеною точністю незалежно від характеру алгоритмів, що використовуються. Розглянемо результати роботи системи:

$$\begin{aligned} \{x_j\} &\rightarrow \{y_j\}; x_j \in [x_{\min}, x_{\max}]; \\ y_j &\in [y_{\min}, y_{\max}]; j = 1(1)N, \end{aligned} \quad (2)$$

де $\{x_j\}$ та $\{y_j\}$ - відповідні скалярні послідовності вхідних та вихідних значень. Необхідно отримати функцію

$$Y = F_{yx}(x) \quad (3)$$

в аналітичному вигляді.

Виконаємо переіндексацію вхідного параметра таким чином, щоб огинаюча решітчастої функції утворювала синусоїду:

$$x_i = x_0 \sin\left(\frac{2\pi}{T} t_i^*\right) + x_p. \quad (4)$$

Для вихідного значення матимемо відповідну функцію:

$$y_i = \dot{f}(t_i^*). \quad (5)$$

Функція (4) періодична, функція (5) відповідно буде також періодичною з періодом T . Якщо $\Delta t_{i-1} \rightarrow 0$, можна розглядати неперервні функції $x(t^*)$, $y(t^*)$. Функція вихідного значення задовольняє умовам Діріхле, отже її можна розкласти в ряд Фур'є:

$$y(t^*) = \sum_{m=0}^{\infty} a_m \cos\left(\frac{2\pi m}{T} t^*\right) + \sum_{m=0}^{\infty} b_m \sin\left(\frac{2\pi m}{T} t^*\right), \quad (6)$$

де a_m , b_m - коефіцієнти Фур'є, які є параметрами, що характеризують досліджувану систему. Використовуючи перші M гармонік можна отримати аналітичну формулу, що апроксимуватиме з необхідною точністю функцію (3):

$$\tilde{y} = F_{yx}(x, a_0, a_1, \dots, a_M, b_0, b_1, \dots, b_M). \quad (7)$$

Функції чутливості, що оцінюють вплив варіації параметрів на значення вихідної функції отримаємо з формули (7), диференціюючи її по відповідному параметру:

$$\begin{aligned} u_{a_m} &= \frac{\partial F_{yx}(x, a_0, a_1, \dots, a_M, b_0, b_1, \dots, b_M)}{\partial a_m}; \\ u_{b_m} &= \frac{\partial F_{yx}(x, a_0, a_1, \dots, a_M, b_0, b_1, \dots, b_M)}{\partial b_m}; \\ u_x &= \frac{\partial F_{yx}(x, a_0, a_1, \dots, a_M, b_0, b_1, \dots, b_M)}{\partial x}. \end{aligned} \quad (8)$$

Приклад функцій чутливості для даних, отриманих у [2], зображено на графіку нижче. Параметр P2 має більший вплив на результуючу функцію (ефективність системи), ніж параметр P1. Результуюча

функція стрімко зростає при наближенні параметрів до максимального значення.

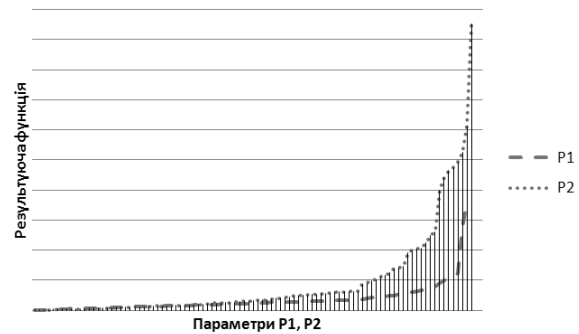


Рис. 2. Приклад функцій чутливості

Використання функцій чутливості дозволяє виявляти параметри, що суттєво впливають на вихідну функцію, та проводити цілеспрямовані заходи по підвищенню надійності системи.

Висновки

Аналіз особливостей роботи мережі авіакомпанії показує, що основні загрози інформаційній безпеці пов'язані з використанням регіональних мереж зв'язку, найбільше це стосується чартерних авіакомпаній, географія польотів повітряних суден постійно змінюється. Використання програмного комутатора дає можливість обмежувати доступ до мереж, що не можуть забезпечити належний рівень інформаційної безпеки, та контролювати рівень інформаційної безпеки в реальних умовах роботи авіакомпанії. Завдяки адаптивному свідомому вибору каналу передачі даних для кожного місцеположення рухомого вузла, слід очікувати підвищення рівня інформаційної безпеки мережі. Щоб отримати в аналітичному вигляді функції чутливості системи, що використовуються при вирішенні задачі підвищення надійності, доцільно використовувати методи гармонічного аналізу.

Література

- [1]. П. Кренц, "Метод повышения эффективности обмена данными в информационно-вычислительной сети авиакомпании", *Научові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку*, № 4, С. 89-92, 2011.
- [2]. П. Кренц, "Методика оценки эффективности обмена данными в информационно-вычислительной сети авиакомпании с использованием компьютерной модели", *Научові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку*, № 4, С. 61-67, 2013.
- [3]. Е. Кучерявий, С. Молчан, В. Кондратьев, "Проблемы безопасности современных мультисервисных сетей", *Электросвязь*, № 6, С. 56-62, 2006.
- [4]. В. Домарев, В. Швець, В. Шестакова, *Организаційне забезпечення захисту інформації з обмеженим доступом. Навчальний посібник*, К.: НАУ, 2006, 108 с.
- [5]. В. Лужецький, О. Кожухівській, О. Войтович, *Основи інформаційної безпеки : навчальний посібник*, Черкаси: ЧДТУ, 2008, 223 с.
- [6]. Ю. Самохвалов, В. Темніков, В. Хорошко, *Организаційно-технічне забезпечення захисту інформації*, За ред. проф. В. Хорошка, К.: Видавництво НАУ, 2002, 208с.

[7]. С. Толпопа, Н. Кунах, "Побудова мультисервісних мереж на концепції NGN та проблеми захисту інформації в них", *Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку*, № 3, С. 10-15, 2011.

[8]. В. Черевик, П. Кренц, "Модель комп'ютерної мережі авіакомпанії в складі мереж NGN", *Телекомунікаційні та інформаційні технології*, № 3, С. 98-103, 2017.

[9]. Р. Юсупов, С. Григорьев, Б. Пальчун, *О применении теории чувствительности к оценке надежности специального математического обеспечения для решения вычислительных задач. Вопросы кибернетики. Теория чувствительности и ее применение: Сб. научных трудов. М.: АН СССР.*

[10]. Є. Ланських, Ю. Сікора, О. Ціпов'яз, "Метод інтеграції архітектури IMS в архітектуру SOFTSWITCH", *Вісник Черкаського державного технологічного університету. Серія : Технічні науки*, № 3, С. 3-9, 2010.

[11]. К. Козелкова, Я. Горошанко, Л. Харлай, "Управление потоками данных в цифровых телекоммуникационных сетях с разнородным трафиком", *Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Радіоелектроніка та телекомунікації*, № 849, С. 210-217, 2016.

[12]. Э. Амирханов, "Оценивание производительности специализированных беспроводных сетей при произвольных статистиках длины пакетов данных", *Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку*, № 2, С. 60-65, 2012.

УДК 629.735.051:004.7(043.3)

Кренц П. А. Обеспечение информационной безопасности компьютерной сети авиакомпании

Аннотация. В данной статье рассматривается функционирование компьютерной сети авиакомпании. Основной угрозой безопасности сети авиакомпаний является использование местных сетей. Эта проблема в особенности актуальна для чартерных авиакомпаний, выполняющих рейсы по всему миру. Самолеты в отдаленных аэропортах используют локальные сети, уровень информационной безопасности которых не соответствует политике компании. Для повышения информационной безопасности сети предлагается использование программного коммутатора, который расположен на борту самолета и подключен к нескольким устройствам связи. При установке соединения из доступных каналов связи производится выбор, используя метод анализа иерархии. Выбор основывается на критериях надежности, информационной безопасности, скорости и стоимости передачи данных для каждого соединения. На основе этих критериев вычисляется числовое значение приоритета для каждого канала, и выбирается наилучший канал. Такой подход гарантирует, что каналы, которые не соответствуют минимальным критериям информационной безопасности, не будут использоваться. Основываясь на автоматическом выборе канала, ожидается повышение информационной безопасности сети. Проблема такого подхода - оценка надежности программного обеспечения управления программным коммутатором. Оценка надежности может быть получена с использованием теории испытания технических систем, которая предполагает использование функции чувствительности. Однако в общем случае математические алгоритмы, используемые в программных коммутаторах, имеют нелинейный, прерывистый и многомерный вид, что делает невозможным получение функций чувствительности в аналитическом виде. Для решения этой задачи предлагается применение методов гармонического анализа. Использование функций чувствительности позволяет идентифицировать параметры, которые существенно влияют на исходную функцию, и принять определенные меры для повышения надежности системы.

Ключевые слова: защита информации, информационная безопасность, компьютерная сеть, сеть авиакомпании, программный коммутатор, функции чувствительности, гармонический анализ.

Krents P. Information security of an airline computer network

Abstract. In this paper workflow of the airline's computer network is reviewed. The major security threat of airline network is the usage of random local networks around the world. This threat is especially high for worldwide operating charter companies with random routes. Aircraft in remote airports are using local networks which information security level does not meet company policy. In order to increase information security of the network usage of a Softswitch was proposed. The Softswitch is located onboard of the aircraft and connected to multiple communication devices. Each time connection is made proper connection line is selected using analytic hierarchy process. Selection is based on the reliability, information security, average speed and data transfer costs criteria for each connection. Based on the criteria numerical priority value for each channel is calculated, and the best channel is selected. This approach ensures that a channel that does not meet minimal information security criteria will not be used. Based on automatic channel selection, overall information security of the network is expected. Another problem of such approach is evaluation of reliability of Softswitch control software. Software reliability can be assessed using the theory of technical systems testing, which involves the use of the sensitivity functions. However, in general case mathematical algorithms used in Softswitches generally have a nonlinear, discontinuous, and multidimensional appearance, which makes it impossible to obtain the sensitivity functions analytically. In this paper we consider application of harmonic analysis methods to obtain the sensitivity functions in an analytical form. The use of sensitivity functions allows you to identify the parameters that significantly affect the original function, and to take appropriate measures to improve the reliability of the system.

Keywords: information security, computer network, airline network, Softswitch, sensitivity functions, harmonic analysis.

Отримано 12 вересня 2019 року, затверджено редколегією 20 жовтня 2019 року