

УДК 621.391

К. Д. ГУЛЯЄВ

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАНУ, Україна

ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ РЕЗЕРВНОГО КОПІЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ НА БАЗІ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ EX

Показано низьку ефективність використання стеку TCP/IP в замкнених однорангових мережах через невиправдану надлишковість при передаванні службової інформації та невирішеність проблем адресації вузлів в мережах різного масштабу. Розроблено концепцію системи резервного копіювання даних, яка працює із використанням нової телекомунікаційної технології EX, що передбачає використання службової інформації протоколів транспортного, мережного та каналного рівнів моделі OSI у складі єдиного заголовку. Показано, що запропонована система також підтримує роботу із стеком протоколів TCP/IP. Наведено архітектурну модель системи, узагальнений алгоритм роботи програмного забезпечення та наближену оцінку ефективності використання запропонованої системи.

Ключеві слова: технологія EX, резервне копіювання, програмне забезпечення, протокольна надлишковість, ефективність використання, TCP/IP.

В процесі розвитку телекомунікаційних мереж стек протоколів TCP/IP практично повністю витіснив інші стеки та близько двох десятиріч займає домінуюче положення. Насамперед, це пояснюється розробкою моделі обміну даними, яка забезпечує можливість з'єднання і взаємодії обладнання різних виробників в гетерогенній мережі. У порівнянні з іншими стеками протоколів, TCP/IP зарекомендував себе як потужний і гнучкий стек, здатний підтримувати різноманітні сервіси. Однак, незважаючи на численні переваги використання даного стеку в гетерогенних мережах, останніми роками рядом дослідників відзначається його неефективність при використанні в однорідних мережах, насамперед, через невиправдану надлишковість при передаванні службової інформації та невирішеність проблем адресації вузлів в мережах різного масштабу [1-3]. З метою подолання зазначених недоліків вченими розробляються нові телекомунікаційні технології, однією з яких стала технологія EX, в основу якої покладено принцип використання службових заголовків змінного розміру, в яких для адресації вузлів відведено змінну кількість байт.

На попередніх етапах дослідження [4-7] було сформовано базові принципи практичної реалізації цієї технології, розроблено методіку оцінки ефективності її застосування для різних випадків, розроблено специфікацію алгоритмів його роботи та характеристик протоколів зв'язку, а також створено перші дослідні зразки програмного забезпечення, що реалізують основу для подальшого розвитку технології.

Слід однак зазначити, що її подальший розвиток є неможливим без реалізації низки програмно-апаратних комплексів, призначених для розгортання

комерційних сегментів телекомунікаційних мереж.

Метою роботи є розробка архітектурної моделі та оцінка ефективності системи резервного копіювання інформації, що працює в середовищі мережної технології EX.

1. Архітектурна модель системи резервного копіювання інформації

Одним з типових місць застосування технології EX є передача по мережі великих обсягів даних в межах корпоративної мережі великих підприємств. Задля створення сприятливих умов для використання основної переваги запропонованої технології – підвищення швидкості передавання корисної інформації за рахунок мінімізації службової – в основу розробленої архітектурної моделі системи резервного копіювання інформації слід покласти можливість одночасної роботи із обома стеками протоколів – EX та TCP/IP. Архітектурна модель розробленої системи резервного копіювання інформації, яка отримала назву "SFTP Collector", зображена на рис. 1.

Призначенням базового модуля системи (рис.1) є запуск основного потоку системи, який має забезпечувати взаємодію з модулем керування (з підтримкою функцій інтерактивного конфігурування та перегляду статистики під час роботи сервісу), а також модулем ініціалізації відімкнень. Базовий модуль має також завантажувати конфігураційний файл та створювати (за необхідності) журнальний файл.

Модуль керування має забезпечувати зв'язок сервісу з підсистемою керування сервісом за допомогою командного рядка. Таке керування стає

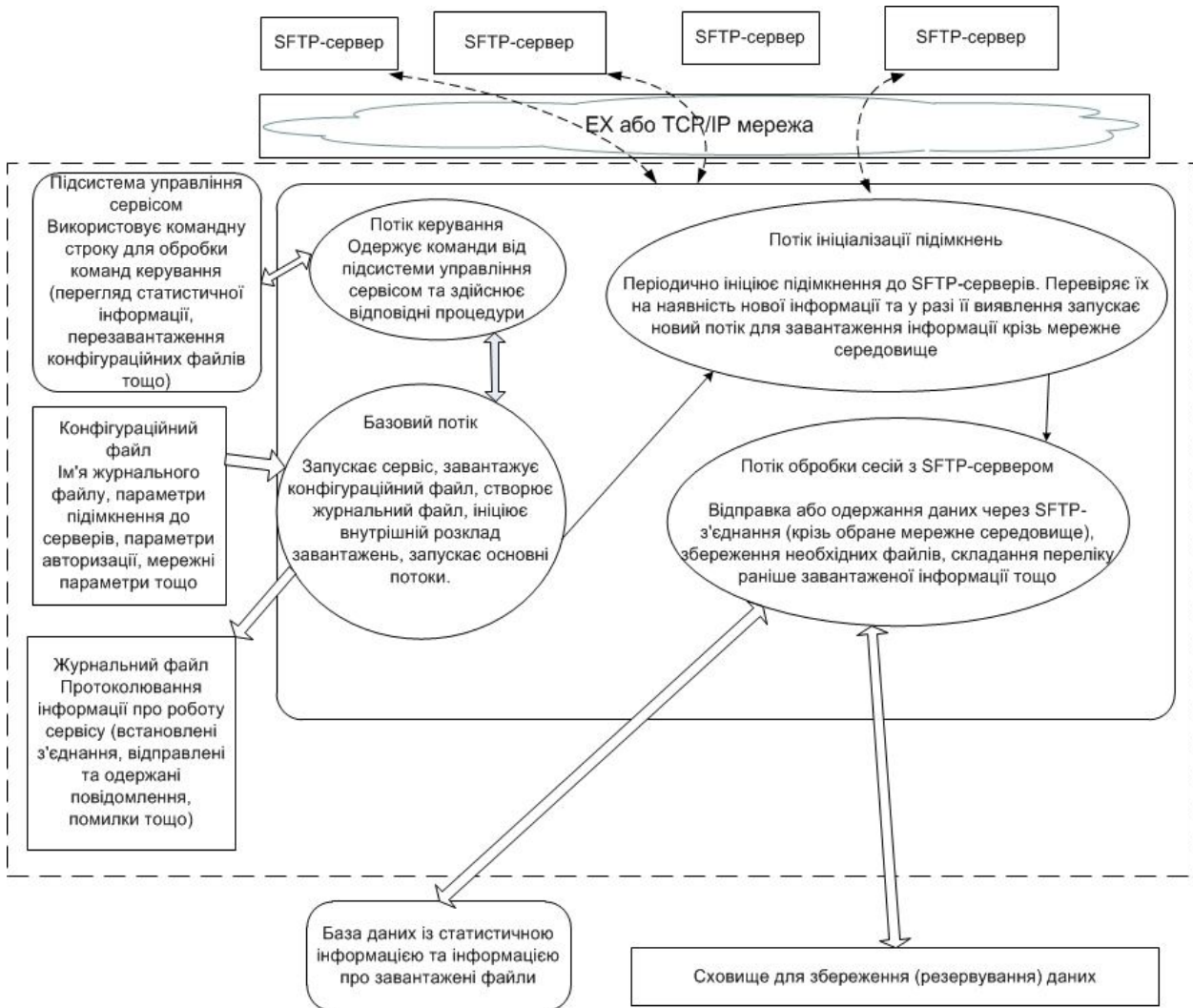


Рис. 1. Архітектурна модель системи резервного копіювання інформації

можливим завдяки використанню окремого потоку для отримання команд від підсистеми управління.

Модуль обробки SFTP (Secure File Transfer Protocol)-сесій міститиме у собі два базових потоки:

- потік ініціалізації підімкнень – повинен періодично ініціювати підімкнення до SFTP-серверів, перевіряти їх на наявність нової інформації та у разі її виявлення запускати новий потік для завантаження інформації крізь мережне середовище;

- потік обробки сесій із SFTP-сервером – повинен здійснювати відправку або одержання даних через SFTP-з'єднання (крізь обране мережне середовище), збереження необхідних файлів, складання переліку раніше завантаженої інформації тощо.

Узагальнений алгоритм роботи системи «SFTP Collector» наведено на рис. 2. На етапі початкової ініціалізації із конфігураційного файлу зчитується інформація про джерела, параметри з'єднання із базою даних, інтервал спрацьовування таймеру, а також створюються канали керування, файл із ідентифікатором процесу (Process Identifier) та відкрива-

ється службовий журнал (syslog).

На наступній стадії (див. рис. 2) відбувається циклічне очікування на сигнал, під час якого система не виконує ніяких дій та не навантажує операційну систему. Після отримання сигналу «SIGUSR2» програмне забезпечення (ПЗ) «SFTP Collector» має зчитувати запит із каналу керування, формувати відповідь, та передавати її до каналу даних.

У свою чергу після отримання сигналу «SIGALRM» ПЗ «SFTP Collector» має запланувати час наступного сигналу таймеру та розпочинає циклічну процедуру резервного копіювання файлів із усіх джерел, що зазначені у конфігураційному файлі.

Першим кроком циклічної процедури резервного копіювання файлів є встановлення з'єднання із необхідним SSH (Secure Shell) сервером, адреса, протокол доступу та параметри авторизації якого повинні бути зазначеними в конфігураційному файлі. Для взаємодії із SSH сервером та його підсисте-

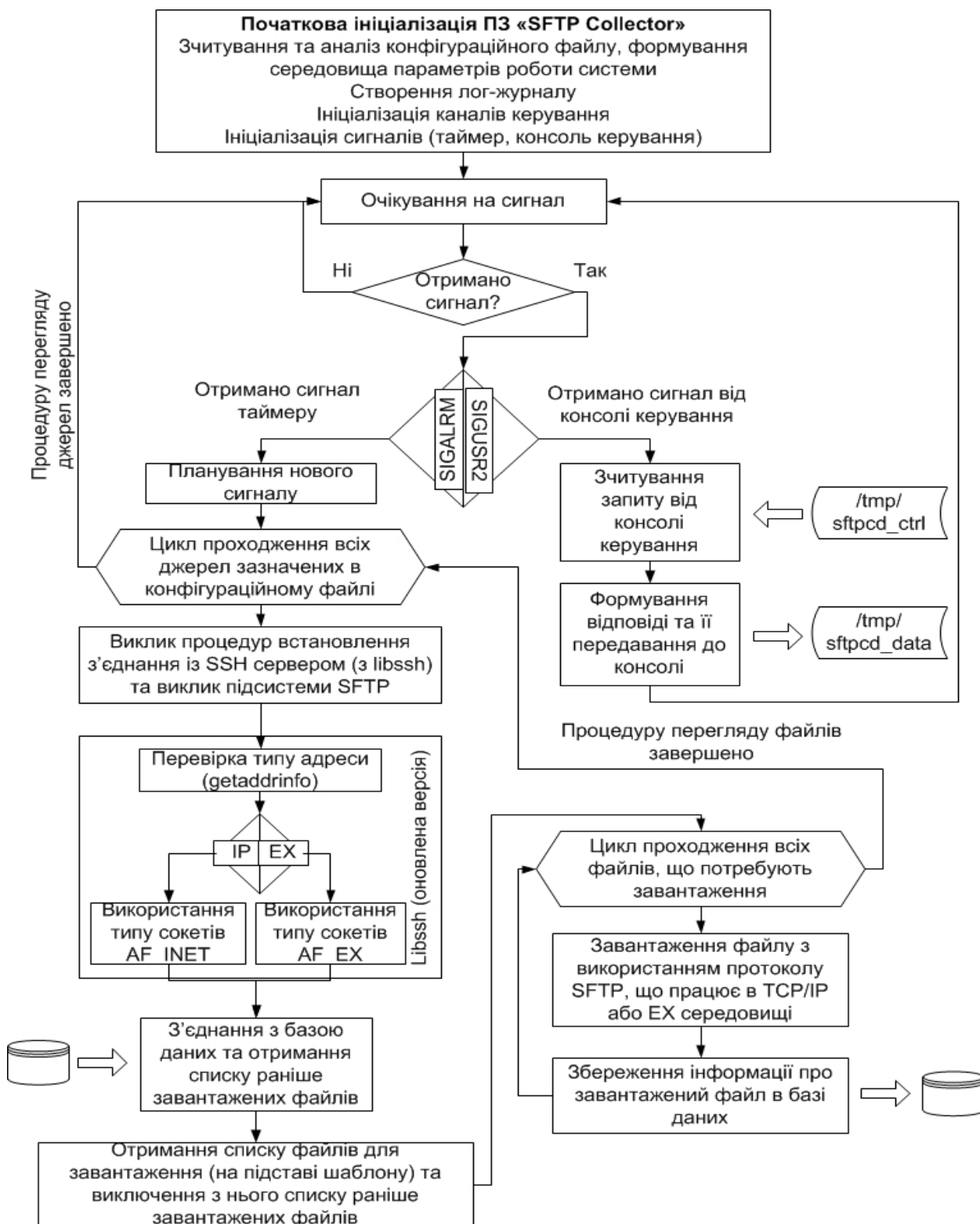


Рис. 2. Узагальнений алгоритм роботи програмного забезпечення

мою SFTP використовуються функції оновленої версії бібліотеки «libssh» [8]. Зокрема, функція встановлення з'єднання із сервером SSH [9] має отримувати адресу із текстової строки за допомогою внутрішньої функції «getai()», яка (в основі своєї реалізації) здійснює виклик системної функції «getaddrinfo()».

З метою підтримки технології EX у бібліотеку функцій «libssh» необхідно додати функцію конвертації текстового подання EX-адреси у структуру «sockaddr_ex» та модифікувати функцію «getai()».

На наступному кроці (див. рис. 2) циклічної процедури ПЗ «SFTP Collector» має здійснювати з'єднання із базою даних та отримання списку рані-

ше завантажених файлів. При цьому для кожного джерела отримується власний список завантажених файлів, який зберігається у внутрішній структурі.

Після отримання інформації з бази даних здійснюється формування списку файлів для завантаження. Насамперед, із загального переліку файлів, наявних у відповідній директорії SFTP-серверу, вилучаються файли, що вже завантажено раніше, а також ті файли, що не пройшли перевірки за маскою, що вказано у конфігураційному файлі для цього джерела.

Після формування списку файлів, що підлягають завантаженню з відповідного джерела, здійснюється запуск вкладеного циклу завантажень файлів. Завантаження кожного файлу при цьому здійснюється за допомогою функцій модифікованої бібліотеки «libssh» та, як наслідок, із використанням одного з двох стеків протоколів TCP/IP або EX (в залежності від типу адреси джерела). У разі виявлення помилки при завантаженні файл видаляється із списку.

На останньому кроці вкладеного циклу здійснюється оновлення списку завантажених файлів у базі даних (див. рис. 2). Зокрема, отриманий після обробки усіх файлів список успішно завантажених файлів використовується для оновлення інформації у базі даних.

2. Оцінка ефективності системи резервного копіювання інформації

Очевидно, що основною перевагою пропонованої системи резервного копіювання є зменшення протокольної надлишковості при її використанні за технологією EX в порівнянні зі стеком TCP/IP. Так, при використанні стеку TCP/IP дані протоколу SFTP (X байт) перед передачею в мережу інкапсулюються до сегменту транспортного рівня (протокол TCP, мінімальний розмір заголовку 20 байт), потім до пакету мережного рівня (протокол IP, мінімальний розмір заголовку 20 байт) та до Ethernet-фрейму каналного рівня (мінімальний розмір заголовку 26 байт, включно із преамбулою). В такому випадку неважко визначити загальний розмір сформованого блоку даних: $L_{TCP/IP} = X + 20 + 20 + 26 = X + 66$, байт. Аналогічним чином визначається загальний розмір сформованого блоку даних EX (розмір заголовку блоку даних EX при використанні адрес розміром 6 байт складає 27 байт): $L_{EX} = X + 27$, байт. Наближено коефіцієнт ефективності технології EX з адресами розміром 6 байт можна визначити відношенням розміру сформованого блоку даних TCP/IP до розміру сформованого блоку даних EX:

$$K_{\text{еф}} = \frac{L_{TCP/IP}}{L_{EX}} = \frac{(X + 66)}{(X + 27)}$$

Наведений вище коефіцієнт демонструє у скільки разів зменшиться необхідна пропускна спроможність каналу зв'язку при переході з стандартного стеку TCP/IP на технологію EX при використанні адрес розміром 6 байт для випадку передачі даних одного пакету прикладного рівня. Очевидно, що значення даного коефіцієнту є зворотно-пропорційним величині корисних даних (X байт), що передаються по мережі в межах одного блоку даних.

Економічну ефективність впровадження пропонованої системи резервного копіювання можна оцінити за допомогою методики оцінки ефективності впровадження телекомунікаційних технологій зменшення протокольної надлишковості [5]. Так, згідно наведеному в роботі [5] прикладу, для корпоративної мережі, що нараховує 1000 вузлів, кожен з яких періодично (кожні 6 годин) виконує функцію резервного копіювання інформації обсягом близько 2Тб в межах груп по 10 вузлів в кожній, на використання альтернативного механізму EX було зроблено висновок про безумовну економічну доцільність такого переведення.

Зрозуміло, що наведена в роботі наближена оцінка ефективності системи резервного копіювання може відрізнитись від реальних значень економії пропускної спроможності каналу (та, як наслідок, економії часу при резервному копіюванні) в першу чергу за рахунок складності передбачення особливостей роботи реального обладнання, пов'язаних з шифруванням даних за протоколом SFTP. Зазначений процес є доволі вибагливим до ресурсів, що може призвести до нівелювання переваг, які досягаються за рахунок зменшення протокольної надлишковості при використанні технології EX. Зважаючи на це, подальші дослідження мають бути направлені на експериментальні випробування пропонованого програмного забезпечення.

Висновки

На завершення можна зробити наступні висновки:

1. Останніми роками рядом дослідників відзначається неефективність використання стеку TCP/IP в однорідних мережах через невинуватану протокольну надлишковість при передаванні службової інформації.

2. Одним з типових місць застосування технології EX є передача великих обсягів даних в межах корпоративної мережі великих підприємств тощо.

3. ПЗ "SFTP Collector" є системою резервного копіювання даних, яка працює на базі мережної технології зі змінною довжиною адреси EX (а також підтримує стандартний стек TCP/IP) та призначена як для більш ефективного використання мережних ресурсів за рахунок зменшення протокольної над-

лишковості у порівнянні зі стеком TCP/IP, так і для забезпечення взаємодії (на рівні прикладного процесу) між двома мережними технологіями.

Література

1. Алгоритм динамической адресации объектов телекоммуникационной сети [Текст] / П. П. Воробийченко, В. И. Тихонов, И. В. Смирнов, У. И. Сопина // Цифрові технології. – 2010. – № 8. – С. 11-18.

2. Воробийченко, П. П. Всемирная сеть Ethernet? [Текст] / П. П. Воробийченко, Д. А. Зайцев, О. Л. Нечипорук // Зв'язок. – 2007. – № 5. – С. 14-19.

3. Спосіб передачі даних в мережі із заміщенням мережного та транспортного рівнів універсальною технологією каналного рівня [Текст] : Патент України на корисну модель № 35773 : МПК H04L 12/28 (2006.01) H04L 12/407 (2006.01) H04L 29/02 (2006.01) H04L 29/06 (2006.01) / П. П. Воробийченко, Д. А. Зайцев, К. Д. Гуляев (Україна); заявник і патентовласник Одеська Національна академія зв'язку ім. О. С. Попова. – № u200803069; заявл. 11.03.08; опубл. 10.10.08, Бюл. № 19.

4. Каптур, В. А. Базові принципи практичної реалізації систем адресації із змінним розміром ме-

режної адреси в Ethernet мережах [Текст] / В. А. Каптур, К. Д. Гуляев, П. С. Кравченко // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2012. – № 1. – С. 51 – 54.

5. Оцінювання ефективності впровадження телекомунікаційних технологій зменшення протокольної надлишковості [Текст] / В. А. Каптур, К. Д. Гуляев, П. С. Кравченко, О. О. Яніна // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии : сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та «ХАИ». – 2011. – № 52. – С. 77 – 89.

6. Гуляев, К. Д. Стек протоколів системи адресації із змінним розміром мережної адреси [Текст] / К. Д. Гуляев // Наукові праці ОНАЗ ім. О. С. Попова. – 2012. – № 2. – С. 74 – 76.

7. Гуляев, К. Д. Адаптивний протокол передавання інформації в Ethernet мережах [Текст] / К. Д. Гуляев // Наукові праці ОНАЗ ім. О. С. Попова. – 2013. – № 1. – С. 110–113.

8. The SSH Library. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.libssh.org/>. – 23.10.2014.

9. Ylonen, T. The Secure Shell (SSH) Protocol Architecture [Електронний ресурс] / T. Ylonen, C. Lonvick // RFC 4251. – Режим доступу: <http://www.openssh.org/txt/rfc4251.txt>. – 23.10.2014.

Надійшла до редакції 23.10.2014, розглянута в редакції 18.11.2014

Рецензент: канд. техн. наук, ст. науч. сотр., проректор з наукової роботи ОНАЗ ім. О. С. Попова (м. Одеса), віце-голова 1-ї Дослідницької комісії Сектору розвитку Міжнародного союзу електрозв'язку В. А. Каптур

ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ РЕЗЕРВНОГО КОПИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ НА БАЗЕ ТЕЛЕКОМУНИКАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ EX

К. Д. Гуляев

Показана низкая эффективность использования стека TCP/IP в замкнутых одноранговых сетях, что объясняется неоправданной избыточностью при передаче служебной информации и нерешённости проблем адресации узлов в сетях различного масштаба. Разработана концепция системы резервного копирования данных, которая работает с использованием новой телекоммуникационной технологии EX, предусматривающей использование служебной информации протоколов транспортного, сетевого и канального уровней модели OSI в составе единого заголовка. Показано, что предложенная система также поддерживает работу со стеком протоколов TCP/IP. Приведены архитектурная модель системы, обобщенный алгоритм работы программного обеспечения и приблизительная оценка эффективности использования предлагаемой системы.

Ключевые слова: технология EX, резервное копирование, программное обеспечение, протокольная избыточность, эффективность использования, TCP/IP.

ORGANIZATION OF BACKUP SYSTEM INFORMATION BASED TELECOMMUNICATION TECHNOLOGY EX

K. D. Gulyayev

Low effectiveness of using TCP/IP stack in a closed peer-to-peer networks, due to redundancy in the transmission of system information and unsolved addressing problems in the networks of various sizes. The concept of backup system, which works with the new telecommunications technology EX, involving the use of protocol overhead of transport, network and link layers of the OSI model as a part of a single title. Proposed system also supports TCP/IP stack. Given architectural model of the backup system, the generalized algorithm of software works and the approximate evaluation of the effectiveness of using the proposed system.

Key words: EX technology, backup, software, protocol redundancy, efficiency of use, TCP/IP.

Гуляев Кирило Дмитрович – канд. техн. наук, ст. науч. сотр., в. о. завідуючого відділом інформаційних та інноваційних технологій в освіті, Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, e-mail: kirill@gulyayev.com.ua.