

УДК 621.391

О.В. СТЕПАНЕНКО

Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова, Україна

## АЛГОРИТМИ ПОШУКУ ТА ПЕРЕДАВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ В СИТУАТИВНИХ МЕРЕЖАХ

*В статті детально розглянуто низку алгоритмів (опитування вузлів, формування маршрутів тощо), які складають основу механізму керування розподіленими ресурсами в ситуативних мережах. Показано зв'язок запропонованих алгоритмів з існуючими протоколами мереж передавання даних. Наведено приклад роботи алгоритмів механізму на гіпотетичній ситуативній мережі. Показано, що розроблені алгоритми можуть бути використані при практичній реалізації механізму, вказані кроки щодо подальшої роботи над розглянутим механізмом керування розподіленими ресурсами.*

**Ключеві слова:** алгоритм маршрутизації, ситуативна мережа, маршрутна інформація, ad-hoc мережа.

### Вступ

Базовою складовою будь-якого механізму обміну інформацією або керування інформаційними ресурсами є специфікація алгоритмів його роботи. Саме сукупність цих специфікацій стає основою для подальшої програмної реалізації мережних прикладних та системних процесів, які забезпечують весь спектр функцій механізму.

У попередніх роботах [1, 2] було розглянуто загальні принципи функціонування механізму керування розподіленими ресурсами в ситуативних мережах, який базується на опитуванні вузлів про наявні інформаційні ресурси, а також на ретрансляції запитів та відповідей всіма вузлами мережі.

Як було визначено в [1], наступним етапом практичної реалізації механізму є деталізація алгоритмів розповсюдження початкового запиту, визначення оптимальних маршрутів, пошуку наявних в ситуативній мережі інформаційних ресурсів тощо.

**Метою статті** є розробка специфікації алгоритмів пошуку та передавання інформації в ситуативних мережах.

### Результати досліджень

Відповідно до [1], алгоритм початкового запиту повинен забезпечувати надання абонентському терміналу інформації:

– про існування інших абонентських терміналів (АТ) та найкращі шляхи доступу до них;

– про типи наявних ресурсів у інших абонентів.

Зауважимо, що використовувати існуючі алгоритми маршрутизації для вирішення зазначених завдань неможливо [1].

Подібні завдання в глобальних телекомунікаційних мережах певним чином вирішує Path Vector Algorithm, який використовується для формування таблиці маршрутизації протоколами EGP [3] та BGP [4]. В цьому випадку автономна система виступає у ролі володаря ресурсу, а у ролі самого ресурсу виступають адреси IP мереж, які належать відповідним автономним системам.

Доцільним є використання подібного принципу і в алгоритмі початкового запиту. В нашому випадку володарем ресурсу є абонентський термінал, а самим ресурсом є типи послуг, які може надавати відповідний термінал. Також зауважимо, що у запропонованому алгоритмі значно спрощено весь процес інформаційного обміну у порівнянні з протоколами EGP та BGP.

Пропонований алгоритм складається з наступних кроків:

1. Абонент під час ініціювання запиту встановлює максимально допустиму кількість переходів між абонентськими терміналами, а також зазначає які з мережних інтерфейсів його терміналу можна задіяти під час роботи в ситуативній мережі.

2. АТ формує широкомовний запит, якому присвоює унікальний ідентифікатор, посилає його через усі задіяні інтерфейси, а також включає таймер T1, під час роботи якого будуть прийматися відповіді від інших АТ.

3. Проміжні АТ отримують унікальний запит і починають його перевірку. У разі, якщо запит з цим ідентифікатором отримано вперше, проміжний АТ перевіряє чи досягла кількість переходів максимуму, якщо так, запит ігнорується, інакше стартує таймер T2 (його значення залежить від кількості переходів між абонентськими терміналами, які вже подолав

запит) та вважає отриманий в запиті маршрут оптимальним для зв'язку між АТ ініціатором і поточним проміжним абонентом.

4. Якщо запит з цим ідентифікатором вже було отримано раніше, АТ перевіряє чи не скінчився таймер T2, а також чи не було отримано цей запит від того ж проміжного АТ раніше. Якщо так, запит ігнорується, якщо ні перевіряємо вагу отриманого маршруту, і якщо вона краща, вважатимемо отриманий шлях оптимальним.

5. Після завершення обліку за таймером T2 проміжний АТ модифікує отриманий запит: збільшує на 1 кількість пройдених переходів; додає до отриманого оптимального маршруту адреси своїх вхідних та вихідних інтерфейсів (зазначимо, що вони можуть співпадати); вказує загальну оптимальну вагу маршруту від себе до абонента ініціатора.

6. Проміжний АТ посилає запит через задіяні вихідні інтерфейси і включає таймер T3, під час роботи якого буде проводитись отримання відповідей від більш віддалених проміжних абонентів. Слід зазначити, коли у разі вхідного інтерфейсу є безпроводовий інтерфейс (Wi-Fi, WiMax тощо) – модифікований запит відправляється через усі задіяні інтерфейси, у тому числі і через вхідний інтерфейс, однак якщо у разі вхідного інтерфейсу використовувався проводований інтерфейс (наприклад технологія Ethernet), то в такому разі модифікований запит відправляється через усі задіяні інтерфейси крім того інтерфейсу через який було отримано запит.

7. Процеси вказані в пунктах 3-6 повторюються на кожному проміжному АТ, поступово розповсюджуючи початковий запит через ситуативну мережу. Процес розповсюдження початкового запиту показано на рис. 1. На рис. 1 зображено умовну ситуативну мережу АТ ініціатором в якій виступає абонентський термінал «А». Знаком «№» позначено унікальний ідентифікатор запиту, прописними літерами («А», «В», «С» тощо) позначено ідентифікатори абонентських терміналів – адреси їх вхідних та вихідних інтерфейсів, числа в дужках вказують умовні позначення ваги для кожного з'єднання між парами абонентських терміналів. Абонентський термінал «F» в даному випадку зробивши порівняння двох можливих маршрутів до абонента ініціатора, обирає маршрут з меншою загальною вагою.

8. Після закінчення таймеру T3, проміжний АТ акумулює всі отримані відповіді від усіх віддалених проміжних АТ, вказуючи маршрут до кожного з них, а також типи ресурсів, доступні на кожному з них.

9. До таким чином сформованої відповіді додається власна інформація про оптимальний маршрут

до абонента ініціатора, а також типи ресурсів, до яких надається доступ.

10. Відповідь відправляється за оптимальним маршрутом наступному проміжному абоненту у напрямку АТ ініціатора. Детальний алгоритм обробки початкового запиту проміжним АТ зображено на рис. 2.

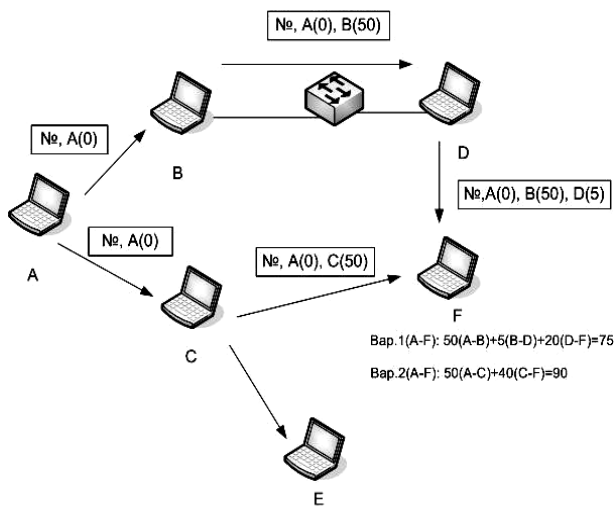


Рис. 1. Розповсюдження початкового запиту через ситуативну мережу

11. Процеси зазначені у кроках 8-10 повторюються на кожному проміжному АТ, таким чином поступово збираючи інформацію про оптимальні маршрути до всіх наявних АТ і типи ресурсів, що можуть надаватися у користування у ситуативній мережі для АТ ініціатора. Слід також зазначити, що можливий і інший варіант передавання відповіді у бік АТ ініціатора [1]. В такому разі проміжний АТ не очікує відповідей від віддалених проміжних АТ, а посилає відповідь відразу після отримання оптимального маршруту у бік АТ ініціатора, а отримані пізніше відповіді від інших АТ просто ретранслюються у бік АТ ініціатора. Процес передавання відповіді на початковий запит показано на рис. 3. Скорочення «рес» використовується для позначення інформації про типи ресурсів, які можуть надаватися відповідному АТ ініціатору. На рис. 4а та 4б показані два можливі алгоритми обробки відповіді проміжним АТ, які виконуються після ретрансляції модифікованого запиту.

12. АТ ініціатор, отримавши таким чином через деякий час відповіді від усіх проміжних АТ надає абоненту повну інформацію про існуючі в мережі абонентські термінали, а також типи ресурсів, що є присутніми на них.

Блок-схеми алгоритму роботи АТ ініціатора представлено на рис. 5

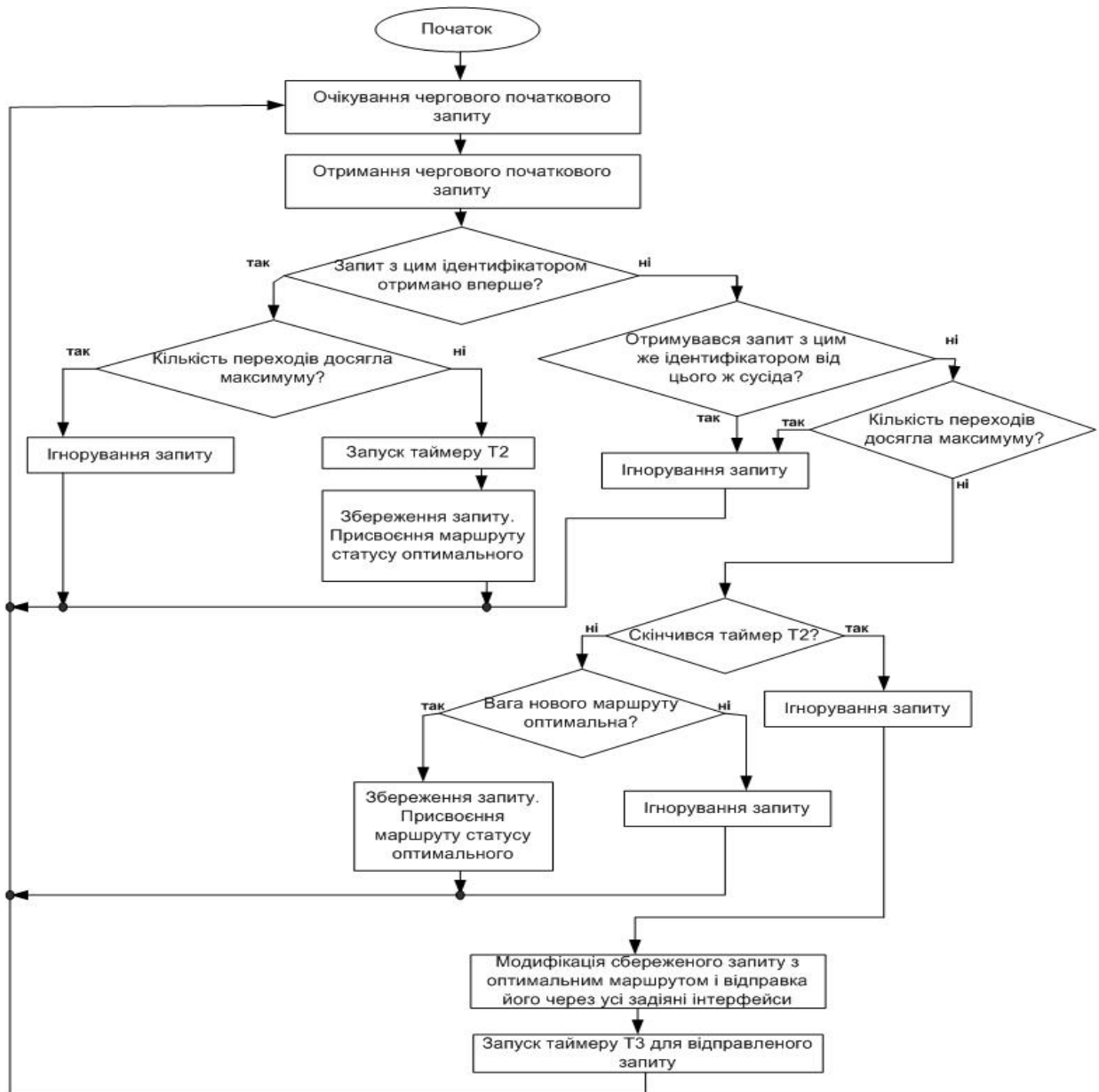


Рис. 2. Блок-схема обробки початкового запиту проміжним АТ

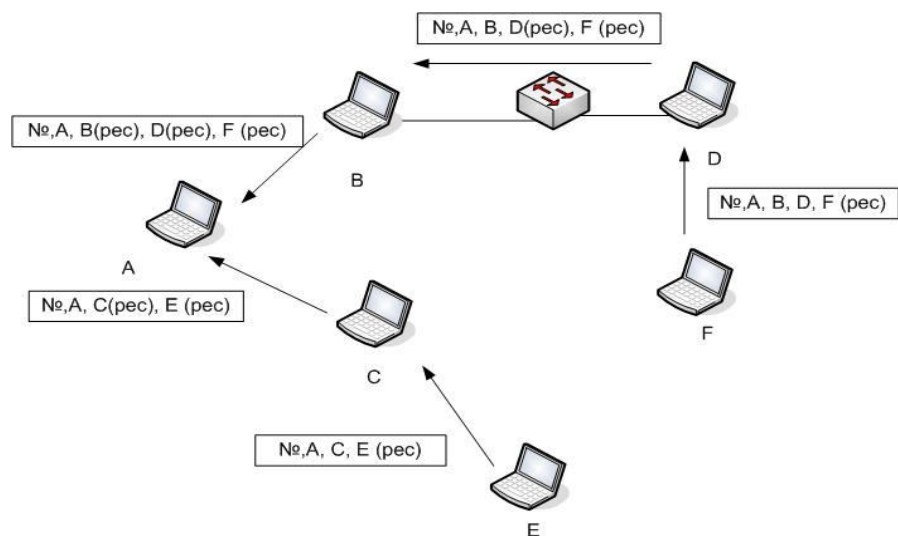


Рис. 3. Передавання відповіді на початковий запит через ситуативну мережу

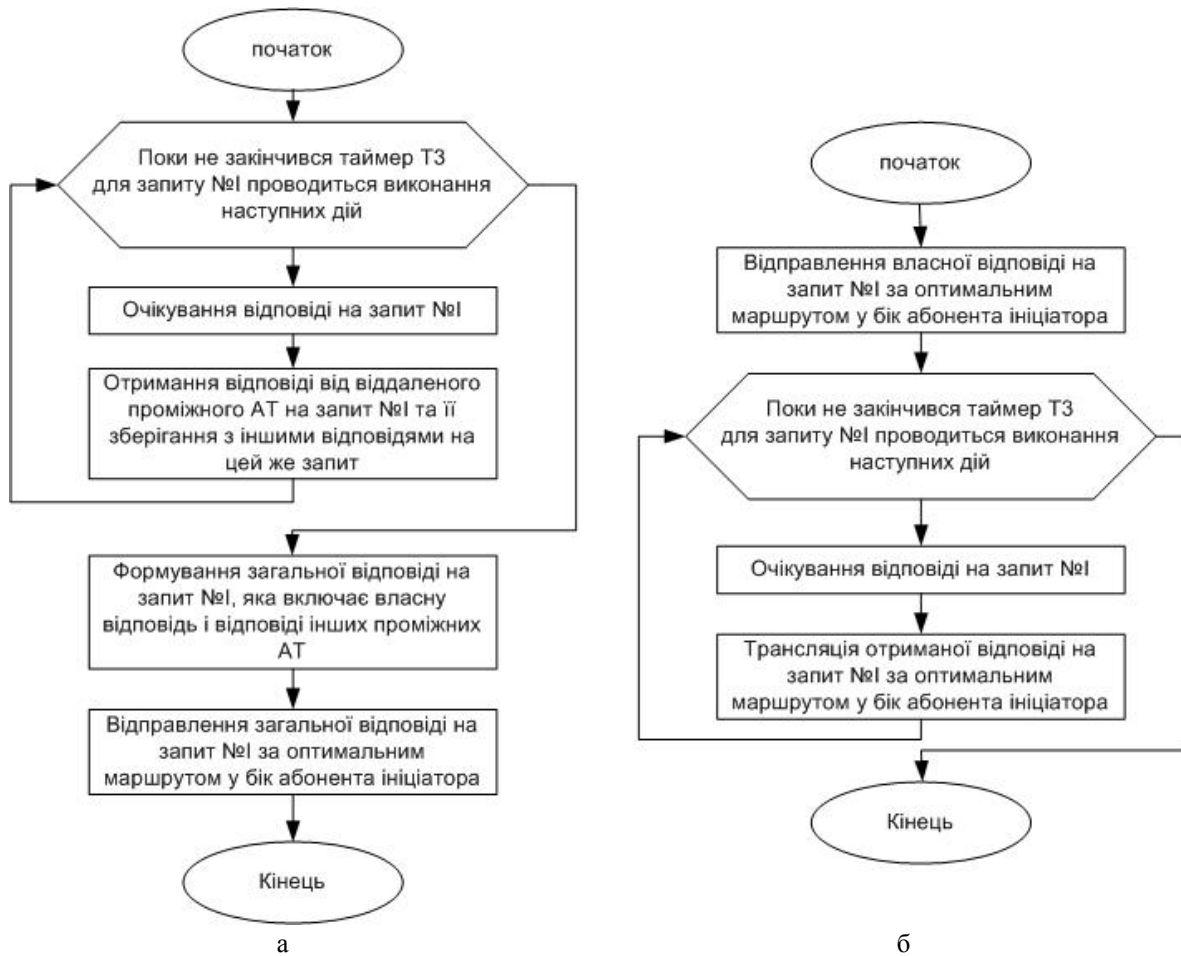


Рис. 4. Алгоритм обробки відповіді проміжним АТ:  
 а – з акумулюванням відповідей,  
 б – з миттєвою трансляцією відповіді у бік ініціатора

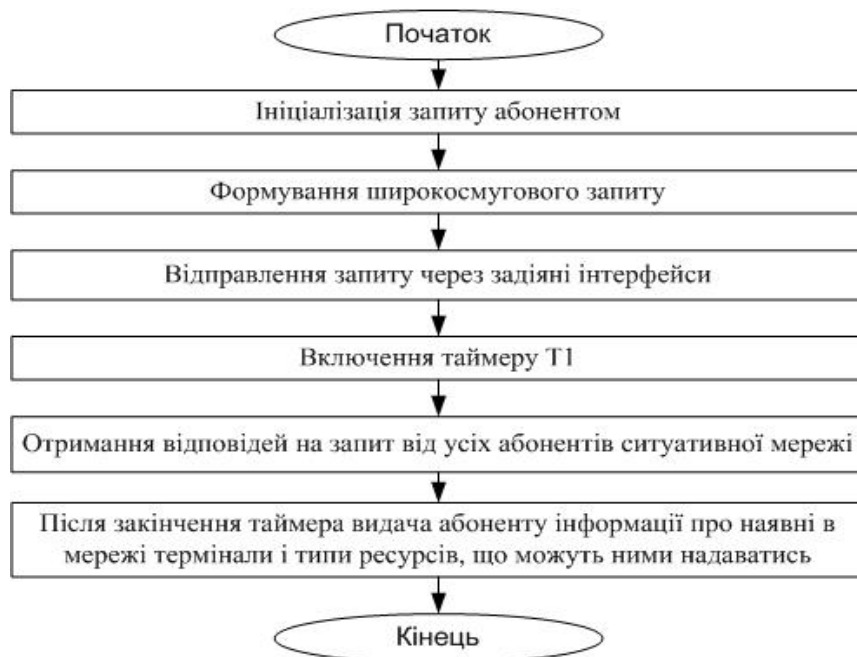


Рис. 5. Блок-схема алгоритму роботи АТ ініціатора в процесі розповсюдження початкового запиту

Запит на деталізацію ресурсів використовується для того, щоб надати абоненту ініціатору більш детальну інформацію про типи ресурсів, що надаються іншими АТ.

Наприклад, абонент ініціатор після процесу розповсюдження початкового запиту отримав інформацію про те, що на іншому АТ є в наявності файловий архів, до якого можна отримати доступ, але при цьому абоненту ініціатору нічого не відомо про те, які саме файли (їх тип, назва, розмір тощо) знаходяться на іншому АТ, або, наприклад, абонент ініціатор отримав інформацію про те, що на іншому АТ надається доступ до мережі Інтернет, але при цьому не відомо на яких умовах може надаватися цей доступ і яка при цьому забезпечується швидкість передавання даних. Саме тому виникає необхідність введення додаткового механізму запиту на деталізацію ресурсів.

Передавання запиту на деталізацію ресурсів у ситуативній мережі пропонується виконувати в такий спосіб:

1. Абонент ініціатор при перегляді отриманих даних в результаті роботи механізму початкової ініціалізації, обирає віддалений АТ і тип ресурсу який його цікавить.

2. АТ ініціатор формує запит на деталізацію ресурсів, включаючи в нього маршрут до віддаленого АТ, а також тип ресурсу, що цікавить абонента ініціатора (ці параметри було отримано під час роботи механізму початкової ініціалізації).

3. АТ ініціатор відправляє сформований запит найближчому проміжному АТ у відповідності до отриманого раніше маршруту.

4. Проміжний АТ отримує запит на деталізацію ресурсів, аналізує маршрут який вкрито в запит і відправляє наступному проміжному абоненту.

5. Процес вказаний у п. 4 повторюється до тих пір, поки запит не дістанеться до кінцевого АТ. Процес передавання запиту на деталізацію ресурсів через ситуативну мережу показано на рис. 6.

На рис. 6 зображено ту ж схему, що використувалась на рис. 1 і 2.

В даному випадку АТ «А» виконує роль ініціатора, а АТ «F» – кінцевого абонентського терміналу. Зазначимо також, що АТ «С» і «Е» не задіяні в процесі інформаційного обміну, тому що через ці термінали не проходить оптимальний маршрут від АТ ініціатора до кінцевого АТ.

6. Кінцевий АТ отримавши запит, аналізує вказаний в запиті тип ресурсів і у відповідності до нього формує відповідь, в якій вказує детальну інформацію щодо запитуваних ресурсів (наприклад, для файлового архіву – тип, назву, розмір та опис кожного файлу), а також включає маршрут від себе до АТ ініціатора.

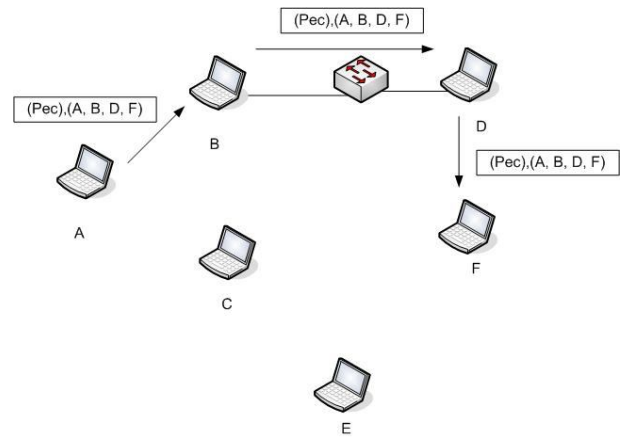


Рис. 6. Процес передавання запиту на деталізацію ресурсів

7. Кінцевий АТ відправляє відповідь сусідньому АТ у відповідності до маршруту, отриманого в запиті.

8. Проміжні АТ транслюють відповідь таким самим чином, як і в п. 4. Процес передавання відповіді на запит показано на рис. 7.

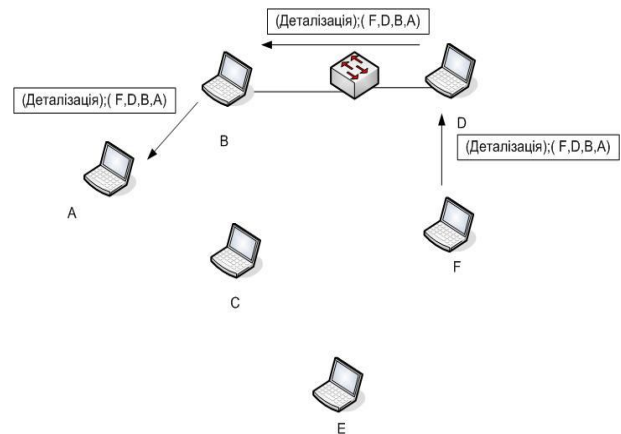


Рис. 7. Процес передавання відповіді на запит з деталізації ресурсів

9. АТ ініціатор отримує відповідь і надає абоненту детальну інформацію щодо запитуваного типу ресурсів.

Після отримання відповіді на запит з деталізації ресурсів, абонент ініціатор приймає рішення щодо ресурсу який його цікавить. Після вибору такого ресурсу АТ ініціатор звертається до кінцевого АТ щодо можливості отримання доступу до відповідного ресурсу. Надалі весь процес керування доступом до ресурсів покладається на протоколи вищих рівнів моделі OSI (UDP, TCP, ftp та інші). Зазначимо також, що при інформаційному обміні пропонується модифікація повідомлень таким чином, щоб можна було в кожному з інформаційних повідомлень також передавати маршрут від одного до іншого кінцевого абонента, що надасть можливість уникнути процесу формування таблиць маршрутизації у проміжних АТ.

## Висновки та результати

1. В роботі детально розглянуті алгоритми роботи абонентських терміналів, які задіяні в ситуативній мережі. Запропоновані та детально розглянуті процеси передавання початкових запитів та відповідей на них, а також алгоритми обробки відповідних повідомлень проміжними АТ, розглянуті процеси розповсюдження запитів на деталізацію ресурсів та обробка відповідей на ці запити.

2. В подальшій роботі передбачається розробка математичної моделі відповідно до запропонованого механізму обміну інформаційними ресурсами, що дозволить, по-перше при необхідності удосконалити запропонований механізм, а по-друге визначити межі використання запропонованого механізму і визначити граничні параметри ситуативної мережі, в якій може використовуватися запропонований механізм (загальна кількість АТ, максимальна кількість переходів між двома кінцевими АТ, та інші).

## Література

1. Кантур В.А. Механізм керування розподіленими ресурсами в ситуативних мережах / В.А. Кантур, О.В. Степаненко // Наукові праці ОНАЗ ім. О.С. Попова. – 2010. – № 1. – С. 31–37.

2. Степаненко О.В. Механізм керування розподіленими ресурсами в ситуативних мережах / О.В. Степаненко // Актуальні питання регулювання у сфері телекомунікацій та користування радіочастотним ресурсом: тез. доп. Міжнар. наук.-практ. конф. 18-20 травня 2010 р. – К., 2010. – С. 135- 136.

3. Exterior Gateway Protocol Formal Specification: RFC 904 – 1984 – Internet Engineering Task Forces (IETF) – 30 с. – (Міжнародний стандарт).

4. A Border Gateway Protocol 4 (BGP-4): RFC 4271 – 2006 – Internet Engineering Task Forces (IETF) – 104 с. – (Міжнародний стандарт).

Поступила в редакцію 20.08.2010

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф., зав. каф. телекомунікаційних систем В.О. Балашов, Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова, Одеса.

## АЛГОРИТМЫ ПОИСКА И ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ В СИТУАТИВНЫХ СЕТЯХ

*А.В. Степаненко*

В статье подробно рассмотрен ряд алгоритмов (опрос узлов, формирования маршрутов и т.д.), которые составляют основу механизма управления распределенными ресурсами в ситуативных сетях. Показана связь предложенных алгоритмов с существующими протоколами сетей передачи данных. Приведен пример работы алгоритмов механизма на гипотетической ситуативной сети. Показано, что разработанные алгоритмы могут быть использованы при практической реализации механизма, указаны шаги по дальнейшей работе над рассмотренным механизмом управления распределенными ресурсами.

**Ключевые слова:** алгоритм маршрутизации, ситуативная сеть, маршрутная информация, ad-hoc сеть.

## SEARCH AND TRANSMISSION ALGORITHMS IN SITUATIONAL NETWORKS

*O.V. Stepanenko*

In the article was considered in detail a number of algorithms (polling nodes, the formation of routes, etc.), which compose the basis of the mechanism of distributed resource management in situational networks. It is shown the connection of the proposed algorithms with existing data transmission protocols. It is given an example of the algorithms work of the mechanism in hypothetical situational network. It is shown that the algorithms developed can be used for practical implementation mechanisms. It is shown that the developed algorithms can be used for practical implementation of the mechanism, described steps for further work on the mechanism of distributed resources management.

**Key words:** routing algorithm, situational network, routing information, ad-hoc network.

**Степаненко Олександр Володимирович** – аспірант, завідувач наукової навчально-виробничої лабораторії мережних технологій, Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова, Одеса, Україна, e-mail: sasha.stepanenko@onat.edu.ua.