

ускладнюється, і її не можна спростити за рахунок стандартних модулів, на яких будуються КП системи EWSD.

– триланкові КП ефективні за малих та середніх ємностей. Крім високої ефективності завдяки невеликій вартості одного каналу, вони ще мають якісне обслуговування вхідних трактів внаслідок більшої зв'язності, а п'ятиланкові КП ефективно будувати тільки за великих ємностей.

– ємність часових модулів Т1 і Т2 значно впливає на ефективність тільки одноланкових КП, ефективність цих КП зростає в 1,6–2 рази зі збільшенням ємності модулів Т удвічі. У триланкових КП з використанням Т1 або Т2 ефективність змінюється лише на 1–5 %.

Отримані результати дослідження ефективності комутаційних полів за різними структурами і ємностями системи EWSD V.15 дають можливість при проектуванні цифрових АТС правильно вибрати структуру комутаційного поля, а при вивченні існуючих станцій зрозуміти особливості їх побудови.

1. *Цифровые системы коммутации для ГТС / под ред. В.Г. Карташевского и А.В. Рослякова. – М.: Эко-Трендз, 2008. – 352 с.: ил.* 2. *Гольдштейн Б.С. Системы коммутации: Учебник для вузов. 2-е издание. – СПб.: БХВ - Санкт-Петербург, 2004. – 314 с.* 3. *Беллами Дж. Цифровая телефония: Пер. с англ. / Под ред. А.Н. Берлина, Ю.Н. Чернышова. – М.: Эко-Трендз, 2004. – 640 с.* 4. *Чабан К.О. Дослідження ефективності цифрових комутаційних модулів сучасних телефонних станцій малої ємності. // Радіоелектроніка та телекомунікації: Вісник Нац. ун-ту "Львівська політехніка". – 2010. – № 680. – С. 121–127.* 5. *Чабан К.О. Розрахунок ефективності багатоланкових комутаційних полів сучасних цифрових систем комутації // Радіоелектроніка та телекомунікації: Вісник Нац. ун-ту "Львівська політехніка" – 2011. – №705. – С. 145–151.* 6. *Chaban K. The Efficiency Analysis of the Three-link switching Field of Digital Switching System EWSD. Proceed. of International Conference TCSET'2011. Lviv-Slavske, Ukraine. – P. 269–270.*

УДК 621.391

М.М. Климаш, Б.А. Бугиль, М.О. Селюченко, Л.В. Голейчук
Національний університет "Львівська політехніка",

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПОБУДОВИ ТА ДОСТУПУ ДО СПІЛЬНОГО ТРАНСПОРТНОГО СЕРЕДОВИЩА У МЕРЕЖАХ НОВОГО ПОКОЛІННЯ (NGN)

© Климаш М.М., Бугиль Б.А., Селюченко М.О., Голейчук Л.В., 2012

Запропоновано шляхи об'єднання мереж доступу та підходи щодо будівництва спільної транспортної мережі нового покоління на основі платформи IP.

Ключові слова: SBC, вузол доступу, метод "поліваріантного доступу", якість обслуговування (QoS).

This paper has proposed the ways of merging the access networks and approaches for building a common new generation transport network basing on the IP platform.

Keywords: SBC, access node, method of multivariate access, quality of service (QoS).

Вступ. Сьогодні значна кількість абонентів телекомунікаційних мереж бажає одержувати послуги передавання даних реального часу, голосових даних, доступ до мережі Інтернет, що зумовлює необхідність створення нових технічних ресурсів для задоволення потреб користувачів. Під час побудови спільної мережі мобільними операторами чільне місце займає питання об'єднання

існуючих транспортних мереж, що в результаті забезпечить зменшення затримок, появу оптимальних шляхів для передавання інформації, а також зменшення видатків на експлуатацію транспортної мережі шляхом спільного використання її ресурсів.

Першим та основним етапом побудови спільної мережі є створення або об'єднання транспортних мереж як фундаменту для подальшого нарощення. Звісно, така мережа повинна володіти достатнім ресурсом пропускної здатності для забезпечення потреб кожного із операторів-засновників.

Важливим моментом у створенні транспортної мережі є використання технології MPLS. Основна її перевага полягає у здатності надавати різноманітні транспортні послуги в IP-мережах, насамперед послуги віртуальних приватних мереж. Крім того, MPLS доповнює IP-мережі такою важливою властивістю, як передача трафіку відповідно до принципів віртуальних каналів, що дає змогу вибрати потрібний режим передачі трафіку залежно від потреб послуги [1].

Організація доступу та спосіб ідентифікації оператора у спільній транспортній мережі.

Основним завданням побудови та експлуатації спільної мережі є пошук рішень щодо забезпечення рівноправного використання спільних ресурсів мережі та чіткого розмежування трафіку кожного оператора. За представленою на рис. 1 концепцією таку роль виконуватиме пристрій SBC (Session Border Controller – пограничний контролер сеансів). Особливо важливим є те, що значна частина функцій SBC зосереджена на п'ятому (сеансовому) рівні моделі OSI. А це дає йому змогу проводити різноманітні маніпуляції з трафіком (наприклад, узгодження кодеків) у режимі реального часу.

Переважно пристрої, на яких побудована транспортна мережа (зазвичай це маршрутизатори), не можуть підтримувати політику QoS, яка вимагає обробки інформації верхніх рівнів моделі OSI. Це можуть бути ідентифікатори користувачів, тип кодека, тип трафіку, що передається тощо.

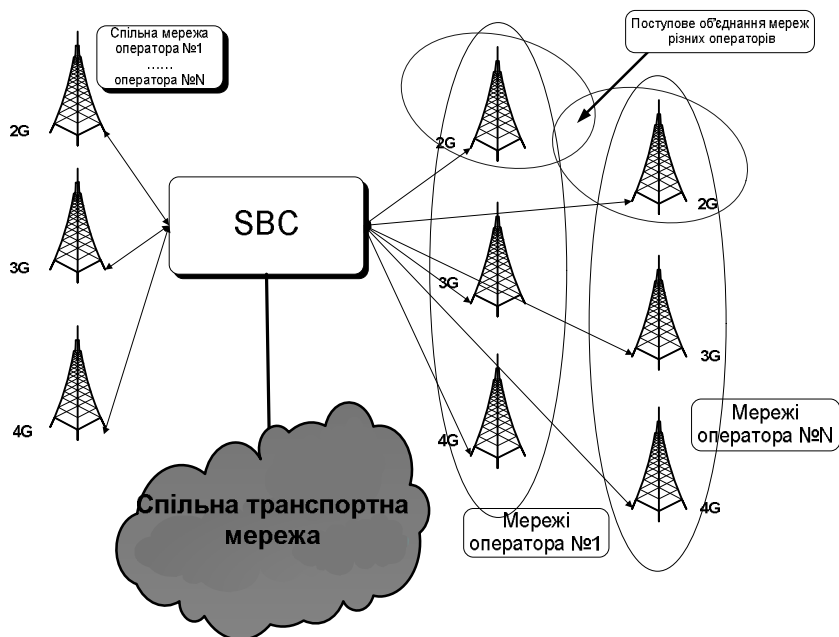


Рис. 1. Схема концепції спільної мережі

Ця інформація переноситься в повідомленнях сигнальних протоколів, і SBC, як більш інтелектуальний пристрій, ніж маршрутизатори, може її аналізувати та відповідно до неї керувати засобами забезпечення QoS (DiffServ, MPLS LSP), які є зрозумілими для маршрутизаторів. Важливим також є те, що SBC поєднує в собі функції міжмережевого екрана та перетворювача мережних адрес і тим самим формує систему безпеки спільного середовища.

Транспортною мережею пакети передаються на основі технології MPLS (Multiprotocol Label Switching) [2]. Вона передбачає додавання мітки до кожного пакета, її довжина – 32 біти, з яких 20 бітів займає ідентифікатор мітки.

У структурі такої мітки, яку показано на рис. 2, пропонуємо замінити поле FEC кодом оператора. Це поле визначатиме приналежність трафіку одному з операторів спільної мережі. Створення віртуальних каналів за технологією MPLS відбуватиметься за ознакою оператора. Так можна віртуалізувати спільне середовище, виділивши кожного оператора у власну віртуальну, динамічно змінну, мережу.

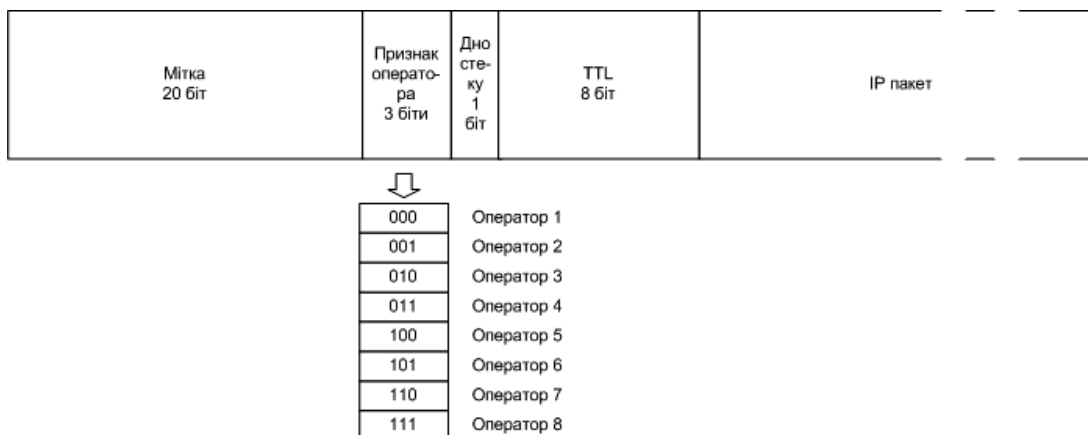


Рис. 2. Структура мітки MPLS

Для реалізації ознаки оператора відводиться 3 біти в мітці, а, отже, в мережі може працювати 8 операторів зв'язку. Керуючі пристрої мережі зчитують цю мітку, аналізують її та визначають, абонентом якого оператора є відправник пакету.

Розроблення методу “поліваріантного доступу” до спільного транспортного середовища для балансування вхідного навантаження та підвищення якості сервісу. Використання пристрою SBC вносить як значні переваги, так і недоліки, що полягають у зростанні затримки обслуговування пакетів, а саме – на сегменті доступу до мережі через аналіз трафіку абонентів різних операторів. Можливі випадки нагромадження пакетів у буфері та відповідно втрата даних через його перевантаження. Для оператора втрата даних або заявок на етапі доступу до мережі еквівалентна втраті прибутку, тому логічним варіантом рішення є розроблення методу гарантованого надання сервісу абонентам.

Для вирішення цієї проблеми розроблено метод “поліваріантного доступу” до спільного середовища, який дає змогу уникнути перевантаження вхідного буфера вузла доступу в спільну мережу. Якості обслуговування в такому разі не гарантується, проте вона може бути відстежена в мережі.

Алгоритм методу “поліваріантного доступу” до спільного середовища (рис. 3) полягає в тому, що у разі критичного рівня завантаження вхідного буфера SBC, він, минаючи стандартні процеси аналізу та обробки трафіку, пересилає частину пакетів, що надходять до нього, на найближчий недовантажений SBC, про який надійде інформація від Softswitch. SBC продовжуватиме процес пересилання доти, поки рівень завантаження власного буфера не зменшиться до дозволеної позначки.

Застосування методу “поліваріантного доступу” до середовища, зменшуючи завантаження вхідного вузла, також впливатиме на параметри якості сервісу, а саме затримку доставки всіх пакетів, які перебувають у буфері та які надійдуть найближчим часом. Затримку обробки пакета в SBC можна виразити такою залежністю:

$$t_{\text{обр}} = t_{\text{аналізу}} + t_{\text{обслуговування}} + t_{\text{мітки}}, \quad (1)$$

де $t_{\text{обр}}$ – загальний час обслуговування пакета процесором SBC; $t_{\text{аналізу}}$ – час аналізу пакета на firewall та визначення оператора; $t_{\text{обслуговування}}$ – час пошуку маршруту; відповідно до граничного маршрутизатора LSR мережі MPLS; $t_{\text{мітки}}$ – час на вибір та запис мітки в стек.

Затримку обробки для пакетів, що пересилаються на інші SBC, подають залежністю:

$$t_{\text{м.п.д.}} = t_{\text{мітки}}, \quad (2)$$

де $t_{\text{м.п.д.}}$ – час обробки пакета в SBC за методом “поліваріантного доступу” до спільного середовища.

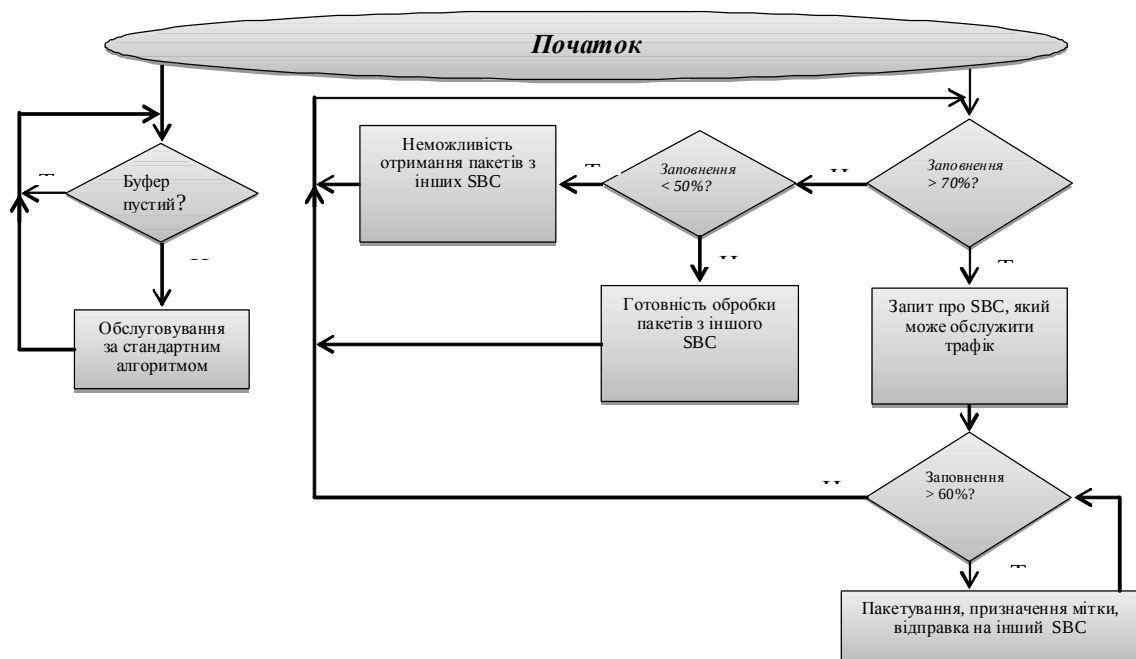


Рис. 3. Алгоритм методу “поліваріантного доступу”

Відповідно до кількості пакетів, що перескеровуються, кожен пакет, який перебуває у буфері, отримає додаткову затримку у розмірі:

$$T_{\text{затримки}} = k \cdot t_{\text{м.п.д.}}, \quad (3)$$

де k – кількість перескерованих пакетів.

Досягнення оптимального розміру k мінімізує вплив такої затримки на параметри якості сервісу пакетів, що очікують у буфері [3,4]. Ця затримка є незначною і не вплине на погіршення якості сервісу для обслуговуваних пакетів. Водночас позитивний ефект, що створює метод “поліваріантного доступу”, полягає у зменшенні затримки пакетів, що надходять, через зниження рівня завантаження буфера. Він також залежить від k та є прямо пропорційним до часу обробки всіх перескерованих пакетів.

Перескеровані пакети, транспортуючись до запропонованої Softswitch точки входу в мережу, зазнають погіршення параметрів якості сервісу.

Розглянемо ситуацію, за якої запропонований метод не впливатиме на рівень сервісу перескерованих пакетів. Це можна подати за допомогою порівняння затримок, що виникають під час звичайної обробки та з використанням запропонованого методу за такої нерівності:

$$N_1 \cdot t_{\text{обр1}} \geq t_{\text{м.п.д.}} + t_{\text{передавання}} + N_2 \cdot t_{\text{обр2}}, \quad (4)$$

де N_1 та N_2 – величини завантаження буфера SBC-відправника та SBC-одержувача відповідно, подані як кількість пакетів у черзі; $t_{\text{передавання}}$ – час транспортування пакетів через мережу до незавантаженого SBC.

У лівій частині показано час очікування пакета в черзі перевантаженого SBC. У випадку стандартного алгоритму обробки ця величина виражає його затримку. Права частина виражає затримку, яку отримає пакет у разі використання методу “поліваріантного доступу”. Найбільш непередбачуваним елементом затримки є час транспортування пакета до обраного SBC. Використання технології MPLS мінімізує затримку пересилання пакетів вузлами шляху, а потужні ресурси оптоволоконної каналної системи зменшують час передавання ланками шляху. Тому не буде негативним вплив на параметри якості сервісу, в нашому випадку – на затримку, у разі виконання умови (5) із припущенням, що часи обробки пакетів пристроїв SBC є однаковими.

$$t_{\text{передавання}} \leq (N_1 - N_2) \cdot t_{\text{обр}} - t_{\text{м.п.д.}} \quad (5)$$

Елемент формули (5) $(N_1 - N_2)$ показує різницю завантаженості буферів SBC. Для кожного SBC встановлюється гранично допустиме завантаження буфера N_1 , перевищення якого запускає механізм перескеровування пакетів, та рівень N_2 , до перевищення якого SBC готовий приймати пакети від інших SBC.

Дослідження ефективності методу “поліваріантного доступу” до спільного транспортного середовища на основі імітаційного моделювання роботи пограничного контролера сеансів. Для дослідження ефективності методу “поліваріантного доступу” розроблено програму на основі імітаційної моделі. У програмі реалізовано можливість зміни параметрів моделювання, зокрема таких, як інтенсивність вхідного навантаження, швидкість обслуговування пакетів, а також параметрів процесу, що імітує алгоритм “поліваріантного доступу”, а саме: критичний рівень завантаження, дозволений рівень завантаження та тривалість встановлення мітки.

Аналізуючи отриману в результаті моделювання залежність (рис. 4), можна сказати, що за різкого збільшення інтенсивності вхідного трафіку рівень завантаження буфера стрімко зростає, і коли буфер заповнюється на 100%, коефіцієнт втрат починає збільшуватися через відкидання пакетів, які не можуть бути поміщені в буфер. У реальній системі обслуговування такий стан може призвести не тільки до часткової втрати пакетів, але і до повної зупинки процесу обслуговування, що у випадку вузла доступу до спільного середовища повністю паралізує мережу доступу та можливість отримання сервісу абонентами, які перебувають у її зоні покриття.

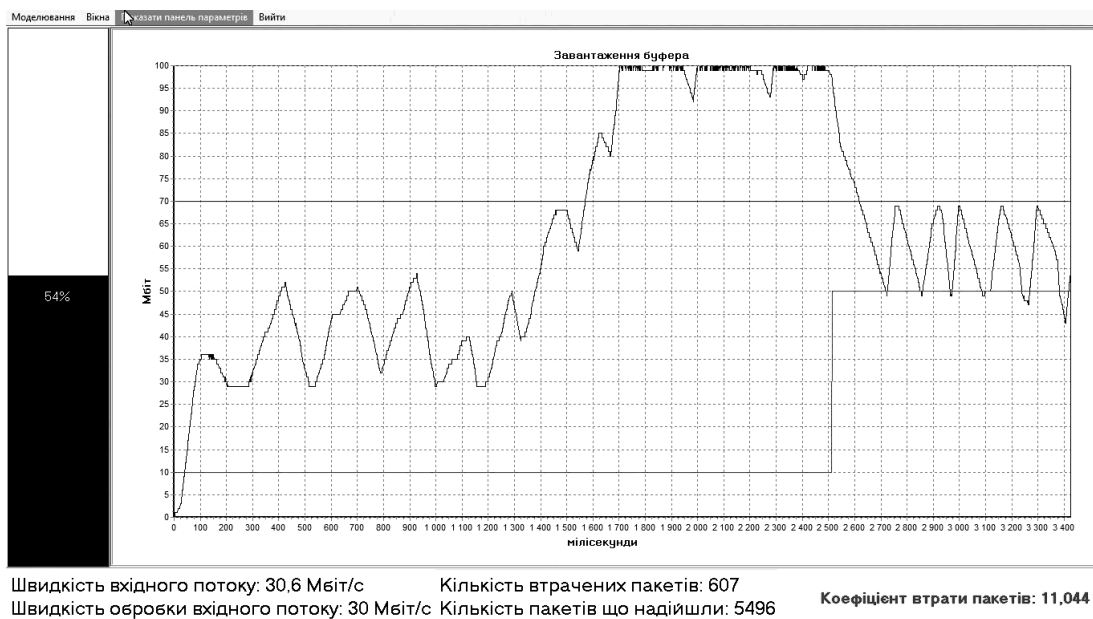


Рис. 4. Динаміка зміни рівня завантаження вхідного буфера

Завдяки роботі алгоритму “поліваріантного доступу” спостерігається стрімке падіння рівня завантаження буфера, а також зменшення коефіцієнта втрати пакетів. За подальшої роботи алгоритму “поліваріантного доступу” стабілізується рівень завантаження буфера, і пік коливання не перевищує встановленого критичного значення.

Графік профілю затримки відображено на рис. 5. Оскільки тривалість очікування пакета в буфері обслуговувального пристрою еквівалентна тривалості обслуговування всіх пакетів, що перебувають у черзі перед цим пакетом, то із збільшенням рівня завантаження тривалість очікування пропорційно зростає.

На основі аналізу цієї залежності робимо висновок, що істотної затримки набували пакети, які надходили в моменти, коли рівень завантаження буфера був високим, а завдяки роботі алгоритму “поліваріантного доступу” відбулося різке зменшення тривалості очікування пакетів в буфері.

Аналіз результатів роботи імітаційної моделі дає змогу стверджувати, що алгоритм “поліваріантного доступу” не тільки зводить до мінімуму коефіцієнт втрат, а й підвищує якість обслуговування пакетів, зменшуючи тривалість їхньої затримки і, що найважливіше, захищає вузол доступу від блокування, оскільки в умовах 100 % заповнення вхідного буфера самостійно виводить систему із стану перевантаження.

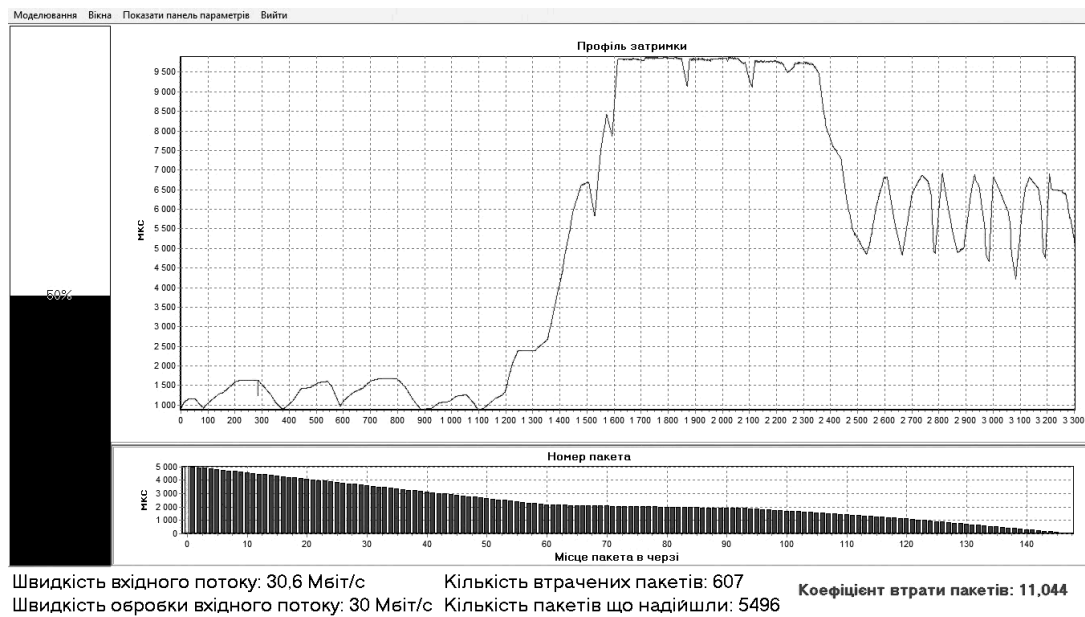


Рис. 5. Профіль затримки

Висновки. У роботі запропоновано шляхи об'єднання мереж доступу та підходи щодо будівництва спільної транспортної мережі на основі платформи IMS та зведення до єдиного протоколу передавання даних – IP. За рахунок використання граничного пристрою SBC така мережа надає можливість прозорого використання спільних ресурсів, а її поєднання з технологією MPLS створює незалежне віртуальне середовище для кожного з операторів.

З метою запобігання перевантаженню вузла входу до спільної транспортної мережі, яким є SBC, розроблено метод “поліваріантного доступу” до спільного середовища. Застосування цього методу дає можливість позитивно впливати на параметри якості сервісу обслуговуваних пакетів, мінімізуючи відсоток втрат від переповнення буфера та забезпечуючи часткове зменшення затримки обслуговування пакетів, які надійдуть у буфер після застосування цього методу. Розроблено імітаційну модель SBC, на основі якої досліджено вплив запропонованого методу на рівень завантаженості буфера та затримку обслуговування пакетів. Результати дослідження демонструють дієвість методу, оскільки у процесі аналізу динаміки рівня заповнення буфера спостерігається уникнення його критичного завантаження. Аналіз затримок показує покращення якості сервісу для загального потоку, що обслуговується.

1. Mykhailo Klymash, Orest Lavriv, Bohdan Buhyl, Yuriy Danik. *Service Quality Oriented Method of Multiservice Telecommunication Networks Design*. 11th International Conference Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science Dedicated to the 60th Anniversary of Radio Department at Lviv Polytechnic National University TCSET'2012. February 21-24, 2012 Lviv-Slavske, Ukraine. Publishing House of Lviv Polytechnic. P. 235-236. 2. Ivan Demydov, Mykhailo Klymash, Natalia Kryvinska, Christine Strauss. *Enterprise Distributed Service Platform – Network Architecture and Topology Optimization* // *Int. J. Space-Based and Situated Computing*, Vol. 2, No. 1, 2012, P. 23-30. 3. I. Demydov, N. Kryvinska, M. Klymash, “An Approach to the Flexible Information/Service Workflow Managing in Distributed Networked Architectures”, *The International Workshop on Design, Optimization and Management of Heterogeneous Networked Systems (DOM-HetNetS'09)*, in conjunction with the 38th International Conference on Parallel Processing (ICPP-2009), September 22nd -25th, 2009, Vienna, Austria, ISBN: 978-0-7695-3803-7, pp. 236-242. 4. Климаш М.М., Лаврів О.А., Бугиль Б.А., Бак Р.І. *Модель забезпечення параметрів якості обслуговування системи розподілу мультисервісного трафіку* // *Вісник Нац. ун-ту “Львівська політехніка” “Радіoeлектроніка та телекомунікації”*. – 2011. – № 705. – С. 138–144.