

К.О. Чабан, Є.М. Чернихівський, М.В. Яворський
Національний університет "Львівська політехніка"

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ОДНО- ТА ТРИЛАНКОВИХ СТРУКТУР КОМУТАЦІЙНИХ ПОЛІВ ЦИФРОВОЇ СИСТЕМИ КОМУТАЦІЇ EWSD V.15

Ї Чабан К.О., Чернихівський Є.М., Яворський М.В., 2012

Проаналізовано ефективність комутаційного поля цифрової системи комутації EWSD V.15. Побудовано структури одно- та триланкових комутаційних полів, в яких використано стандартні часові й просторові комутаційні модулі системи EWSD V.15. Для кожної структури комутаційного поля розраховано вартість одного цифрового каналу в еквівалентних точках комутації, яку вибрано як критерій ефективності поля.

Analysis of the efficiency of switching field of digital switching system EWSD V.15 was made. Structures of one leading, three leading switching fields was built, in which standart time and space switching modules of EWSD V.15 system was used. For each structure of the switching field calculated cost of one digital channel at points equivalent to switching, which is chosen as a criterion of efficiency of switching field.

На телефонних мережах України широко впроваджуються цифрові системи комутації (ЦСК) як державного, так і закордонного виробництва (5ESS, EWSD, DX-200, SI2000, Alcatel1000, "КВАНТ-Е", Дніпро, ЕС-11 та ін.) [1, 2]. Враховуючи широке впровадження і різноманітність ЦСК, актуальним стає питання визначення їх ефективності, оскільки в технічній літературі з цифрових телефонних станцій (АТСЕ) аналіз їх ефективності практично відсутній. Визначення ефективності всієї АТСЕ є складним завданням, однак можна оцінювати ефективність її окремих складових частин, зокрема ефективність комутаційного поля АТСЕ.

Метою роботи є аналіз ефективності різних структур комутаційних полів сучасної цифрової системи комутації EWSD V.15.

Система EWSD версії V.15 є перспективною й універсальною за можливостями використання на міжнародних, міжміських, міських, відомчих телефонних мережах загального користування, а також на мережах рухомого зв'язку. Для неї можливий широкий діапазон застосування: від опорних телефонних станцій (ОПС) малої ємності до потужних транзитних комутаційних вузлів: опорно-транзитних й транзитних станцій (АМТС, ОПТС), міжнародних центрів комутації (МЦК), центрів комутації стільникової мережі рухомого зв'язку (MSC), пункту комутації інтелектуальних послуг (SSP), інтелектуального центру обробки викликів (Call-center) та ін. ЦСК EWSD V.15 задовольняє всі сучасні вимоги до комутаційних систем [1, 2].

Особливості синтезу і структури комутаційного поля ЦСК EWSD V.15. Система EWSD V.15 має дуже потужне комутаційне поле (SN). Завдяки високій якості передавання даних комутаційне поле може комутувати з'єднання для різних типів послуг (телефонних, факсимільних, передавання даних). Це означає, що його можна використовувати в цифровій мережі інтегрального обслуговування. Цифрове комутаційне поле (ЦКП) системи EWSD комутує розмовні тракти, напівпостійні з'єднання між процесорами блоків лінійних груп LTG і координаційним процесором, розподіляє тактові імпульси, їх синхронізацію [1].

Повнодоступне комутаційне поле (КП) системи EWSD будується за модульним принципом, має мале внутрішнє блокування і залежно від ємності може використовуватися на станціях всіх типів і ємностей. На входах/виходах КП введено лінійні групи LTG, які мають 128 каналних інтервалів із пропускною здатністю 64 Кбіт/с. Швидкість передавання інформації по LTG $128 \times 64 = 8192$ Кбіт/с.

На рис. 1 показано основні структури КП, які використовуються при різних ємностях станції [1]. У версії EWSD V.15 середні і невеликі станції ємністю комутаційного поля SN: 63LTG і SN: 15LTG мають триланкову КП зі структурою Ч-П-Ч:

- одну вхідну ланку часової комутації TSI;
- одну ланку просторової комутації SS;
- одну вихідну ланку часової комутації TSO.

За великої ємності SN: 504LTG, SN:252LTG, SN:126LTG комутаційне поле будується за п'ятиланковою структурою Ч-П-П-П-Ч.

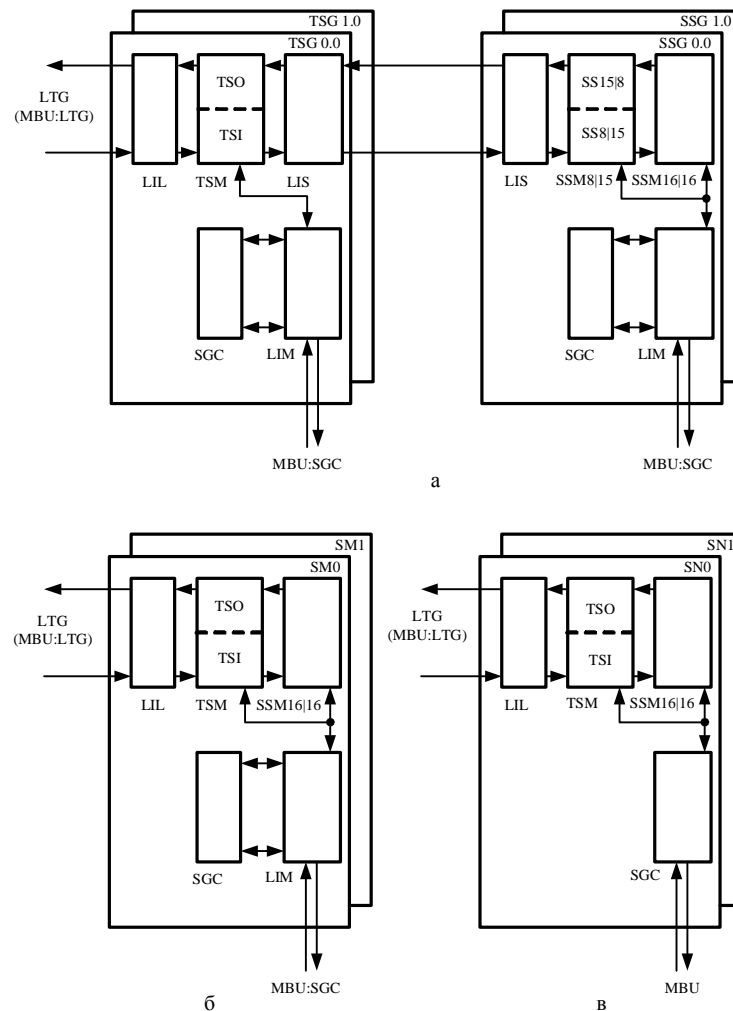


Рис. 1. Структури КП системи EWSD: а – великої ємності; б – середньої ємності; в – малої ємності

Технічні дані комутаційного поля SN різної ємності наведено в табл. 1.

Максимальна ємність КП дає змогу під'єднати до 504 лінійних груп LTG (SN:504LTG). Перші три градації (табл. 1) належать до КП великої ємності, четверта – до середньої, п'ята – малої ємності. Як модулі КП використовуються (рис. 1):

LIL – модуль інтерфейсу між TSM і LTG; TSM – модуль часового ступеня комутації; LIS – модуль інтерфейсу між TSG і SSG; SSM – модуль просторового ступеня комутації 8/15 або 16/16; SGC – керівний пристрій комутаційної системи; LIM – модуль інтерфейсу між SSG і MBU: SSG. Кількість LIL завжди дорівнює кількості TSM. Кожний TSM містить по одному вхідному (TSI) і одному вихідному (TSO) часовому комутатору. До складу SSM8 входять два просторові комутатори (8×15). SSM16 має вісім просторових комутаторів (16×16). LIS і SSM 8/15 використовуються тільки на комутаційних вузлах великої ємності.

Технічні дані КП ЦСК EWSD

Ємність КП, лінійні групи (LTG)	504	252	126	63	15
Макс. навантаження, (Ерл)	25200	12600	6300	3150	750
Місцеві станції, кількість АЛ	250000	125000	60000	30000	7500
Транзитні станції, кількість ЗЛ	60000	30000	15000	7500	1800

Найважливішими характеристиками ЦКП системи EWSD V.15 є: невелике внутрішнє блокування, висока структурна надійність, модульність апаратного і програмного забезпечення, вісім типів модулів для побудови КП усіх можливих ємностей, простота розширення ємності, єдиний комутаційний формат для мовних та інформаційних сигналів (октети), одноканальні, багатоканальні і багатоточкові з'єднання, мікропроцесорне керування з постійним програмним забезпеченням (вбудовані програми), багаточарові друковані плати в модульних касетах.

Вартість комутаційного поля як критерій ефективності. Ефективність комутаційних систем визначається багатьма критеріями, такими як ємність, структура, економічність та ін. Найважливішим критерієм є економічність, яку в комутаційних полях можна оцінити вартістю одного каналу [3]. У відносних одиницях цю вартість можна виразити кількістю точок комутації T_{1K} , необхідних для реалізації одного каналу. Якщо комутаційне поле має T_{KP} точок комутації і N_K каналів, тоді

$$T_{1K} = \frac{T_{KP}}{N_K}, \text{ т.к.} \quad (1)$$

В одноланкових просторових повнодоступних комутаційних полях кількість точок комутації T_I дорівнює [3]:

$$T_I = N \times M, \quad (2)$$

де N – кількість вхідних з'єднувальних ліній, M – кількість вихідних з'єднувальних ліній.

Однак, в ЦКП, зокрема, в блоці часової комутації (T) немає просторових точок комутації. Основними складовими цього блоку є інформаційна і керівна (адресна) пам'ять [3, 4], які здійснюють комутацію каналів. Ці блоки реалізовані на елементах пам'яті визначеної ємності в бітах. Для порівняння економічності просторових і цифрових комутаційних блоків і полів в [3] запропоновано в цифрових КП визначити кількість точок комутації в їх еквіваленті, який названо еквівалентними точками комутації (екв.т.к.). Для визначення вартості блоку T розраховують загальну пам'ять у бітах і ділять на 100:

$$T_T = T_{III} + T_{API}, \text{ екв.}$$

де T_{III} , T_{API} – кількість екв.т.к. інформаційної і керівної (адресної) пам'яті відповідно.

$$T_{III} = \frac{N_{K(T)} \cdot r}{100}, \quad \text{екв.т.к} \quad (3)$$

де $N_{K(T)}$ – кількість каналів часового блоку T ; r – розрядність інформаційного цифрового каналу, біт.

$$T_{API} = \frac{N_{K(T)} \cdot r_{API}}{100}, \text{ екв.т.к.} \quad (4)$$

де r_{API} – розрядність адресної пам'яті, біт.

У цифровому блоці "Простір" (S) є просторові і еквівалентні точки комутації. Просторові точки комутації комутують вхідні і вихідні цифрові з'єднувальні лінії (ЦЗЛ) або групові тракти, а комутація каналів реалізується керівним пристроєм (АП), який виконаний на елементах пам'яті і характеризується екв.т.к. У загальному вигляді кількість екв.т.к. T_{II} цифрового блоку S визначається за формулою:

$$T_{II} = N \cdot M + T_{API}, \text{ екв.т.к.,}$$

де N – кількість вхідних ЦЗЛ; M – кількість вихідних ЦЗЛ; T_{API} – кількість екв.т.к. керівного пристрою.

Кількість екв.т.к. керівного пристрою визначається залежно від способу керування блоком. У разі керування за виходами кількість еквівалентних точок комутації цифрового блоку S дорівнює:

$$T_{\Pi} = N \cdot M + \frac{M \cdot \log_2 N}{100}, \text{ екв.т.к.}, \quad (5)$$

а за керування за входами:

$$T_{\Pi} = N \cdot M + \frac{N \cdot \log_2 M}{100}, \text{ екв.т.к.} \quad (6)$$

Аналізуючи ефективність комутаційних полів системи EWSD V.15, буде використано формули (1)–(6) з перетворенням їх для відповідної структури.

Аналіз ефективності одно- та триланкових комутаційних полів. Одноланкове просторово-часове КП (рис. 2) складається із груп часових модулів T [4]. Кількість груп $K_{ГР}$ і кількість модулів $K_{мод}$ у групі дорівнює:

$$K_{ГР} = \frac{N_{Ц}}{N_{K(T)}}; \quad (7)$$

$$K_{мод} = K_{ГР}^2, \quad (8)$$

де $N_{Ц}$ – ємність ЦКП, в каналах; $N_{K(T)}$ – ємність часового модуля, в каналах.

За критерій ефективності було прийнято вартість одного каналу КП, яка оцінюється кількістю екв.т.к. КП системи EWSD мають п'ять ємностей: $[16 \times 16]$, $[64 \times 64]$, $[128 \times 128]$, $[256 \times 256]$, $[512 \times 512]$ лінійних груп LTG, або (2048×2048) , (8192×8192) , (16384×16384) , (32768×32768) , (65536×65536) каналів відповідно. Позначимо дані ЦКП як: Ц1, Ц2, Ц3, Ц4, Ц5, а кількість вх./вих. каналів як $N_{Ц1}=2048$, $N_{Ц2}=8192$, $N_{Ц3}=16384$, $N_{Ц4}=32768$, $N_{Ц5}=65536$ відповідно.

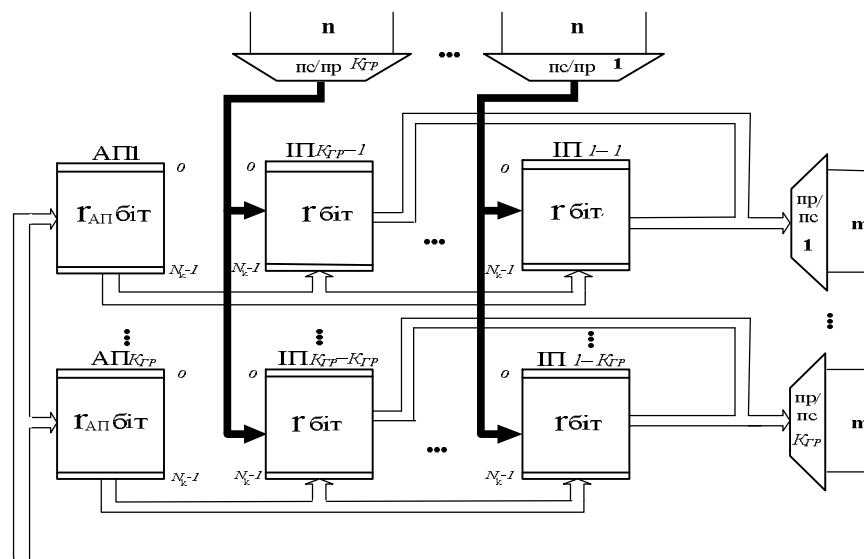


Рис. 2. Структурна схема одноланкового просторово-часового КП

Щоб відрізнити одноланкові від триланкових КП, перед літерою Ц ставимо цифри 1, 3 відповідно. Наприклад, $T_{Ц1,2}$ означає кількість екв.т.к., яку має одноланкове КП ємністю (2048×2048) каналів, і це КП побудовано на часовому модулі ємністю (1024×1024) каналів.

Аналіз одноланкових КП, по-перше, дає можливість орієнтуватися за рівнем отриманих показників ефективності, по-друге, показує, які КП системи EWSD ефективніше будувати з однією ланкою. Для всіх побудованих КП, структурні параметри яких наведено вище, розраховані їх вартості і вартості одного каналу в екв.т.к. Результати розрахунків зведено у табл. 2.

У табл. 2 наведено також величини коефіцієнтів $K_{T1(i,j)}$, $K_{T2(i,j)}$, які показують різницю в вартості одного цифрового каналу в різних за ємністю КП і побудованих на різних часових модулях $T1$ і $T2$. Величини i і j пробігають всі значення номерів КП від 1 до 5. Ці коефіцієнти визначаються:

$$K_{T1(i,j)} = \frac{T_{1K(\Pi 1,i)}}{T_{1K(\Pi 1,j)}}. \quad (9)$$

Визначаємо $K_{T1(i,j)}$ при $i=1, i=2, i=3, i=4, i=5$. Цей коефіцієнт показує, у скільки разів вартість одного каналу КП 1Ц1,1 ємністю (2048×2048), побудованого на часовому модулі (512×512), відрізняється від вартості одного каналу КП 1Ц2,1, 1Ц3,1, 1Ц4,1, 1Ц5,1.

Таблиця 2

Показники ефективності одноланкових просторово-часових КП

i – номер КП	1	2	3	4	5
Ємність КП, (LTG)	[16×16] (i=1)	[64×64] (i=2)	[128×128] (i=3)	[256×256] (i=4)	[512×512] (i=5)
Ємність КП, канали	(2048×2048)	(8192×8192)	(16384×16384)	(32768×32768)	(65536×65536)
$K_{ГР(\Pi i,1)}$, груп	4	16	32	64	128
$K_{ГР(\Pi i,2)}$, груп	2	8	16	32	64
$T_{\Pi i,1}$, екв.т. к.	880,64	11551	44237	172690	681570
$T_{\Pi i,2}$, екв.т. к.	552,96	6307	23265	88801	346030
$T_{1K(\Pi i,1)}$, екв.т.к.	0,43	1,41	2,70	5,27	10,40
$T_{1K(\Pi i,2)}$, екв.т.к.	0,27	0,77	1,42	2,71	5,28
$K_{T1(i,1)}$, рази	1	3,27	6,3	12,25	24,8
$K_{T1(i,2)}$, рази	0,3	1	1,92	3,73	7,37
$K_{T1(i,5)}$, рази	0,041	0,135	0,26	0,5	1
$K_{T2(i,1)}$, рази	1	2,85	5,25	10,03	19,55
$K_{T2(i,2)}$, рази	0,35	1	1,84	3,51	6,85
$K_{T2(i,5)}$, рази	0,051	0,145	0,268	0,51	1

Аналізуючи дані табл. 2, можна зробити такі висновки:

– вартість одного каналу в одноланковому просторово-часовому КП зростає непропорційно збільшенню ємності КП. Так, із збільшенням ємності КП 1Ц1,1 (16x16) LTG в 4, 8, 16, 32 разів T_{1K} з використанням часового блоку T1 збільшується у 3,27, 6,3, 12,25, 24,8 рази відповідно, при цьому непропорційність збільшується із зростанням ємності КП. З викладеного видно, що на одноланкових КП доцільно будувати АТС малої і середньої ємності;

– із збільшенням ємності часового блоку T удвічі (використання блоку T2) вартість одного каналу зменшується майже удвічі, тобто доцільно використовувати часові блоки T великої ємності але, як було показано в [4], їх ємність обмежується швидкодією елементною бази пам'яті;

– в останніх версіях ЦСК EWSD використовують оптимальні сьогодні блоки T2 ємністю 1024 цифрових каналів;

У системах EWSD малої і середньої ємності використовуються триланкові комутаційні поля типу ЧПЧ, просторовий еквівалент яких показано на рис. 3.

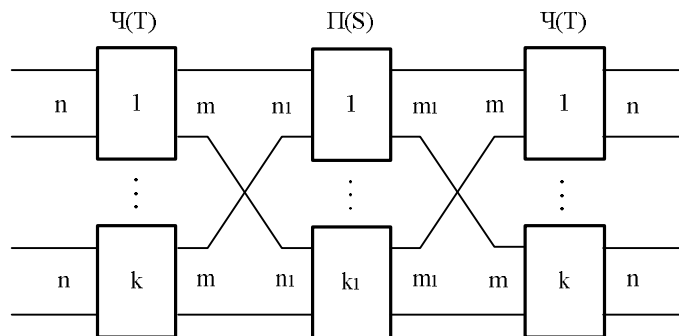


Рис. 3. Просторовий еквівалент триланкового КП типу ЧПЧ

Аналогічно розраховуємо вартість в екв.т.к. одного каналу всіх КП 3Ці,1, 3Ці,2 і результати розрахунків зводимо в табл. 3.

Таблиця 3

Показники ефективності триланкових ЧПЧ КП

i - номер КП	1	2	3	4	5
Ємність КП, (LTG)	[16×16] (i=1)	[64×64] (i=2)	[128×128] (i=3)	[256×256] (i=4)	[512×512] (i=5)
Ємність КП, канали	(2048×2048)	(8192×8192)	(16384×16384)	(32768×32768)	(65536×65536)
$K_{\text{мод}(3Ці,1), \text{мод.}}$	4	16	32	64	128
$K_{\text{мод}(3Ці,2), \text{мод.}}$	2	8	16	32	64
$T_{3Ці,1}, \text{екв.т. к.}$	1034,24	4137	10486	29491	92406
$T_{3Ці,2}, \text{екв.т. к.}$	1075	4300	10650	30147	93716
$T_{1К(3Ці,1)}, \text{екв.т.к.}$	0,505	0,505	0,64	0,9	1,41
$T_{1К(3Ці,2)}, \text{екв.т.к.}$	0,525	0,525	0,66	0,92	1,43
$K_{T1(3Ці,1)}, \text{рази}$	1	1	1,26	1,78	2,8

Аналізуючи дані таблиці, можна зробити такі висновки:

– вартість одного каналу в триланковому КП зростає непропорційно збільшенню ємності КП. Так, із збільшенням ємності КП 3Ці,1 в 4, 8, 16, 32 разів $T_{1К}$ з використанням часового блоку T_1 збільшується в 1, 1,27, 1,78, 2,8 рази відповідно, при цьому непропорційність збільшується зі зростанням ємності КП;

– із збільшенням ємності часового блоку T в 2 рази (використанні блоку T_2) вартість одного каналу збільшується незначно (на 4%);

– починаючи з ємності КП (128×128) LTG, триланкові КП неможливо побудувати на стандартних просторових комутаторах системи EWSD ємністю (16×16) LTG.

Основні результати роботи та висновки. 1. Комутаційне поле системи EWSD V.15 має триланкову структуру типу Ч-П-Ч за малої і середньої ємності SN: 63LTG і SN: 15LTG або п'ятиланкову структуру типу Ч-П-П-П-Ч за великої ємності SN:504LTG, SN:252LTG, SN:126LTG. Вибрано і побудовано для аналізу двадцять структур комутаційних полів, основною умовою для побудови яких було використання стандартних часових і просторових модулів системи EWSD.

2. Проаналізовано одноланкові і триланкові структури КП п'яти ємностей ([16×16], [64×64], [128×128], [256×256], [512×512] лінійних груп LTG) з використанням двох часових модулів T_1 і T_2 (ємністю 512 і 1024 цифрових каналів з швидкістю 64 Кбіт/с) і трьох просторових модулів (ємністю (16×16), (8×15), (15×8) TLG).

3. Обгрунтовано вибір критерію ефективності – економічність, яку в комутаційних полях можна оцінити вартістю одного каналу. Показано, що в відносних одиницях вартість одного цифрового каналу $T_{1К}$ зручно подавати кількістю еквівалентних точок комутації (екв.т.к.), необхідних для реалізації цього каналу;

4. Розраховано ефективність (вартість одного цифрового каналу в екв.т.к.) для всіх побудованих комутаційних полів.

5. У результаті аналізу отриманих даних показано, що:

– КП Ц2,2 системи EWSD з параметрами, однаковими з параметрами КП системи DX-200 (ємністю 8192 канали і побудованого на часовому модулі ємністю 1024 канали), має вартість одного каналу 0,77 екв.т.к., тому можна орієнтовано прийняти, що КП ефективне, якщо вартість одного каналу цього КП буде в межах 1 екв.т.к.;

– незважаючи на ефективність одноланкових просторово-часових КП малої і середньої ємності, в ЦСК EWSD вони не використовуються, тому що їх структура зі збільшенням ємності

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 T1 і T2 значно впливає на ефективність тільки одноланкових КП, ефективність цих КП зростає в 1,6–2 рази зі збільшенням ємності модулів T удвічі. У триланкових КП з використанням T1 або T2 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 АТСЕ 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