

**ВПЛИВ ЗАКОНУ РОЗПОДІЛУ ШВИДКОСТІ ПЕРЕДАВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ  
НА ПРОПУСКНУ ЗДАТНІСТЬ ВУЗЛА ШИРОКОСМУГОВОГО ДОСТУПУ**

**ВЛИЯНИЕ ЗАКОНА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ  
НА ПРОПУСКНУЮ СПОСОБНОСТЬ УЗЛА ШИРОКОПОЛОСНОГО ДОСТУПА**

**DEPENDENCE BETWEEN DSLAM THROUGHPUT REQUIREMENTS  
AND TRANSMISSION RATE DISTRIBUTION LAW**

**Анотація.** В статті розглянуто вплив закону розподілу зміни швидкості передавання інформації під час сеансу зв'язку на розрахункове значення необхідної пропускної здатності широкосмугового вузла доступу.

**Аннотация.** В статье рассматривается влияние закона распределения изменения скорости передачи информации во время сеанса связи на расчетное значение необходимой пропускной способности узла широкополосного доступа.

**Summary.** The article brings the dependence between calculated throughput value for a DSLAM and a distribution law involved to approximate real traffic rate variance.

При створенні мереж нового покоління *NGN* виникає проблема розрахунку пропускної здатності вузлів широкосмугового мультисервісного доступу. Типова структура автономного кластера мережі доступу передбачає каскадне підключення вузлів доступу (ВД) і, у ряді випадків, можливість взаємного зв'язку абонентів кластера. Він, як правило, містить один транзитний вузол доступу і каскадно підключені через нього вузли доступу даного кластера. Вузлами доступу, залежно від конкретної технології, можуть бути мультиплексори ліній *xDSL* (DSLAM), базові станції *WiMAX* і/або *WiFi* та інше обладнання.

На практиці для розрахунку пропускної здатності вузлів широкосмугового доступу використовують математичне моделювання, або, без належного обґрунтування, традиційні формули теорії телетрафіка [1...3]. Аналітичне рішення для технології АТМ, запропоноване в [4], надзвичайно громіздке і практично не застосовне, проте загального аналітичного або інженерного методу вирішення проблеми немає.

Метою даної статті є дослідження впливу закону розподілу швидкості передавання інформації в трактах пакетної мультисервісної мережі на пропускну здатність вузлів широкосмугового доступу.

При проектуванні телекомунікаційних мереж вибір розрахункового математичного апарату є дуже важливим, оскільки від правильного вибору методу розрахунку пропускної здатності мережі залежить обсяг необхідного телекомунікаційного обладнання, тобто вартість проекрованої мережі. Для синтезу такої мережі необхідно визначити кількість умовних каналів так, щоб не перевищувалися нормативні втрати вимог, а потім визначити для кожного такого каналу швидкість передавання так, щоб не перевищувалися норми втрат пакетів, тоді визначимо необхідну смугу пропускання в Мбіт/с кожного напрямку зв'язку.

На розрахункові значення пропускної здатності вузла доступу суттєво впливає вид імовірнісного закону розподілу швидкості передавання інформації під час сеансу зв'язку, оскільки в пакетних мережах зв'язку вхідні інформаційні потоки можуть мати постійну, змінну і змішану бітову швидкість, і тому математична модель потоку може бути від найпростішої пуассонівської до складної моделі фрактальних процесів (самоподібний трафік).

На рис. 1 показано схему підключення широкосмугового мультисервісного вузла доступу DSLAM, за якою досліджено ступінь та характер впливу закону розподілу зміни швидкості передавання інформації на пропускну здатність цього вузла.

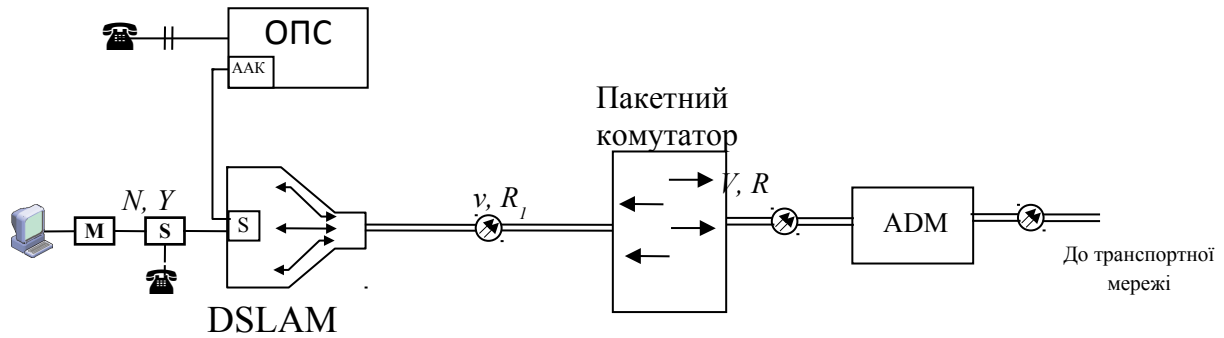


Рисунок 1 – Схема підключення вузла DSLAM

Схема підключення *DSLAM*, яка подана на рис. 1, має такі компоненти:

- 1) вузол широкопasmового абонентського доступу *DSLAM*, до якого підключаються абоненти із відповідним доступом;
- 2) опорна станція (ОПС) – здійснює комутацію вузькосmового трафіка, який надходить від сплітерів *DSLAM*;
- 3) пакетний комутатор – виконує комутацію пакетів, які надходять від *DSLAM* (саме вплив на його пропускну здатність й досліджується);
- 4) мультиплексор вводу/виводу (ADM) – для коректного вводу та виводу інформації в/з транспортної мережі.

Введемо такі позначення:

$N$  – абонентська ємність *DSLAM*;  $Y$  – інтенсивність навантаження, створюваного різними мультисервісними послугами;  $v$  – кількість умовних (не фізичних) вихідних портів, еквівалентних за пропускну здатністю входним;  $R_l$  – розрахункова пропускну здатність вихідного тракту від *DSLAM*.

Параметри  $V$  та  $R$  від пакетного комутатора показують відповідно максимальне число умовних портів та пропускну спроможність у напрямку до транспортної мережі.

Тут під віртуальним портом розуміється певна частина смуги пропускання, еквівалентна за пропускну здатністю входному (абонентському) порту.

В якості *DSLAM* візьмемо конкретне існуюче обладнання [5], наприклад, *microBAN* ЦСК SI2000 v.6, *miniBAN* ЦСК SI2000 v.6, *hBAN* ЦСК SI2000 v.6 та *BAN* ЦСК SI2000 v.6.

У табл. 1 наведено тип *DSLAM* та навантаження, що створюються абонентами, і кількість умовних портів, які необхідні для цього навантаження.

Таблиця 1 – Кількість умовних портів *DSLAM* та навантаження, створюване користувачами

DSLAM	Кількість абонентських портів	Навантаження, створюване користувачами, Ерл	Кількість умовних портів, $v$
microBAN	8	1,511	6
miniBAN	24	4,534	12
hBAN	96	17,076	30
BAN	240	42,158	60

Пропускну здатність вихідного напрямку до транспортної мережі розраховується за формулою [6]:

$$R = v \cdot r_c, \tag{1}$$

де  $v$  – кількість віртуальних портів, яка залежить від обсягу абонентського трафіку та якості передавання;  $r_c$  – швидкість одного віртуального порту, яка [7]:

– для розподілу Релея:

$$r_c = \sqrt{-2 \cdot \sigma^2 \ln P_p}, \tag{2}$$

– для нормального розподілу:

$$r_c = x \cdot \sigma + r_m, \quad (3)$$

–для рівномірного розподілу:

$$r_c = r_p \cdot (1 - P_p), \quad (4)$$

де  $\sigma$  – дисперсія швидкості передавання інформації;  $r_m$  – середня швидкість передавання інформації;  $r_p$  – максимальна швидкість передавання інформації;  $P_p$  – частка втрат пакетів.

Оскільки значення  $r_m$  розраховується як середнє арифметичне мінімальної та максимальної швидкостей, то для заданого набору послуг  $r_m = 750$  кбіт/с.

Для дослідження пропускної здатності вузла доступу задамо набір з послуг, які, як очікується, будуть користуватися попитом. Оберемо такі послуги: 1) електронна пошта; 2) IP-телефонія; 3) обмін файлами; 4) дистанційне навчання. Цей перелік послуг [7] буде залишатися незмінним для усіх розрахунків стосовно усіх одиниць обладнання. Параметри послуг наведені у табл. 2.

Таблиця 2 – Питоме навантаження широкосмугових послуг

Послуга	Середнє питоме навантаження у ГНН (сумарне), Ерл	
	діловий сектор	кварт. сектор
Електронна пошта	0,25	0,017
IP-телефонія	0,1	0,04
Обмін файлами	0,025	0,008
Дистанційне навчання	0,055	0,055

Виконаємо розрахунки пропускної здатності вузла доступу, результати яких подано в табл. 3.

Таблиця 3 – Пропускна здатність вузла широкосмугового доступу

DSLAM	Кількість абонентських портів	Пропускна здатність вузла, Мбіт/с		
		Розподіл Релея	Нормальний закон розподілу	Рівномірний закон розподілу
microBAN	8	8,7	7,986	8,988
miniBAN	24	17,4	15,97	17,976
hBAN	96	43,5	39,93	44,94
BAN	240	87	79,86	88,08

Результати виконаних розрахунків подано на рис 2. Стовпчик ліворуч кожної групи показує результати при застосуванні розподілу Релея, всередині – величини пропускної здатності для нормального закону розподілу та праворуч – результати при застосуванні рівномірного закону розподілу ймовірності.

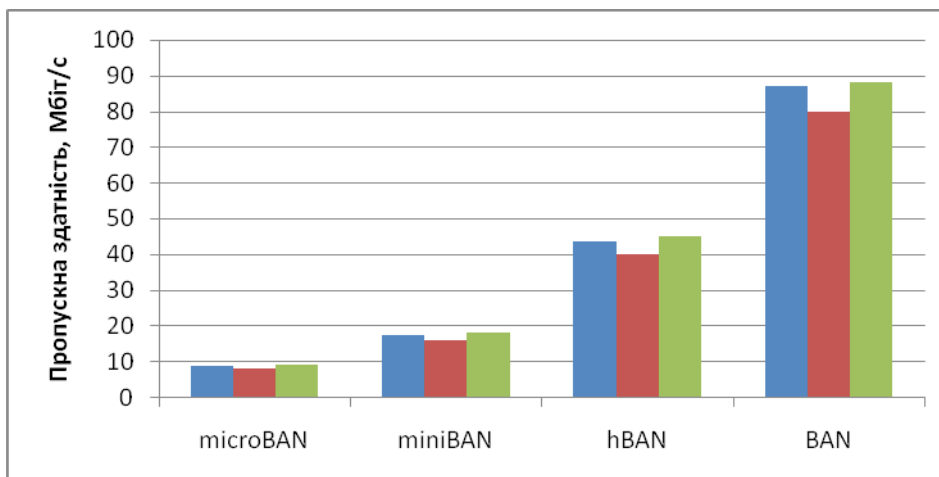


Рисунок 2 – Залежність пропускної здатності вузла доступу від виду розподілу швидкості передавання інформації (закони Релея, нормальний та рівномірний)

З рис. 2 видно, що при застосуванні нормального закону розподілу резервується менший обсяг пропускної здатності, ніж при застосуванні інших законів розподілу. Це обумовлюється тим, що нормальний закон розподілу передбачає коливання швидкості у більш широкому діапазоні.

Оцінимо ефективність використання умовних портів. Для цього знайдемо співвідношення навантаження, яке обслуговує мультисервісний абонентський концентратор та кількістю умовних портів. Результати розрахунків наведено в табл. 4.

Таблиця 4 – Ефективність використання умовних портів

DSLAM	Ефективність використання умовних портів
microBAN	0,252
miniBAN	0,378
hBAN	0,569
BAN	0,703

Для порівняння відобразимо графічно значення з табл. 4 на діаграмі рис 3.



Рисунок 3 – Ефективність використання умовних портів

У висновках можна відзначити, що за результатами поданих досліджень встановлено:

– застосування нормального закону розподілу для апроксимації зміни швидкості передавання інформації дозволяє знизити вимоги до пропускної здатності порівняно з розподілом Релея та рівномірним законом розподілу;

– ефективність використання умовних портів (пропускної здатності) збільшується з збільшенням навантаження (джерел навантаження). Тобто, надання телекомунікаційних послуг більшим абонентським групам є більш доцільним з точки зору ефективного використання обладнання.

#### Література

1. Крылов В.В. Теория телетрафика и её приложения / Крылов В.В., Самохвалова С.С. – СПб.: БХВ, Петербург, 2005. – 288 с.: ил.
2. Шнепс М.А. Системы распределения информации. Методы расчета: справ. пособие. / Шнепс М.А. – М.: Связь, 1979. – 344 с., ил.
3. Телекоммуникационные системы и сети. Том 3. Мультисервисные сети. [Величко В.В., Субботин Е.А., Шувалов В.П., Ярославцев А.Ф.]. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 592 с.
4. Ершов В.А. Метод расчета пропускной способности звена Ш-ЦСИС с технологией АТМ при мультисервисном обслуживании. / В.А. Ершов, Э.Б. Ершова, В.В. Ковалев // Электросвязь. – 2000. – № 3. – С. 20-23.
5. Хардигов В.В. Решения ADSL и gSHDSL. <http://www.monis.com.ua>. – 2003. – 40 с.

6. ВБН В.2.2-33-2007 Споруди станційні місцевих телефонних мереж. Міністерство транспорту і зв'язку України.– К., 2007. – 98 с.
7. КСТ 1.6.00-2006 Методика проектування мереж мультисервісного абонентського доступу на базі мідних кабелів.– К., 2006.– 63 с.