

# ПРОБЛЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ СКЛАДОВОЇ СИСТЕМ ДИСТАНЦІЙНОЇ ОСВІТИ

Воропаєва В.Я.

Донецький національний технічний університет, ФКІТА, vita@fcita.dn.ua

*The main purpose of this paper is to inform about the activities within Donetsk National Technical University in the area of implications of modern telecommunication technologies for distance education systems. There are discussing problems of organization of telecommunication network for individual and corporative users of distance education systems.*

Стан розвитку дистанційної освіти (ДО) в Україні на сьогоднішній день не відповідає вимогам до інформаційного суспільства, що прагне інтегруватися в європейське і світове співтовариство. По-перше, Україна відстає від розвинутих країн у застосуванні технологій ДО при підготовці, перепідготовці і підвищенні кваліфікації фахівців різних галузей і рівнів через відсутність нормативно-правової бази, яка б регламентувала і забезпечувала діяльність навчальних закладів у напрямку впровадження ДО. По-друге, відчувається брак методичних розробок, що враховують особливості процесу інтерактивного навчання [1]. І, на решті, має місце істотне відставання телекомунікаційних мереж, що відзначаються недостатньою пропускну здатністю, невисокою надійністю зв'язку і його низькою якістю.

Незважаючи на зазначені проблеми, кількість студентів і слухачів, що здатні і бажають учитися за допомогою дистанційних технологій, уже зараз досить велика і зростає дуже швидко. Тому задача створення систем дистанційної освіти (СДО), зокрема дослідження проблем організації телекомунікаційної складової СДО, є досить актуальною.

Для вирішення законодавчої і методичної проблем останнім часом здійснюються певні кроки на рівні загальнодержавних заходів. Спільним наказом Міністерства освіти і науки України, Академії педагогічних наук України та Української Академії державного управління при Президентові України 12 червня 2002 року створений навчально-науково-виробничий комплекс "Академія дистанційної освіти". Фахівцями обговорюється проект положення Міністерства Освіти і Науки України про ДО як державну політику, спрямовану на створення і розвиток системи дистанційної освіти в Україні. Головним центром СДО пропонується зробити Український центр дистанційної освіти, а регіональні центри базуватимуться на вищих навчальних закладах, що виступають регіональними вузлами мережі УРАН [1]. Але проблема технічної підтримки доступу слухачів до інформаційного ресурсу регіональних центрів вирішується здебільшого власними силами і, на жаль, без дотримання науково обґрунтованих рекомендацій.

Вирішення цієї задачі вимагає різних підходів, залежно від того, якому типу користувачів (індивідуальному чи корпоративному) треба забезпечити доступ до СДО і яка телекомунікаційна інфраструктура є в наявності. У випадку індивідуального віддаленого користувача має місце значно менший спектр служб, використовується менша пропускна здатність і більш низька швидкість вважається критичною. Корпоративний доступ характеризується великою кількістю користувачів, що працюють одночасно, а отже великими вимогами до пропускну здатності і швидкості передачі даних [2].

В статті розглядаються служби, що можуть використовуватися в ДО, сучасні мережні технології організації телекомунікаційної складової СДО (Ethernet, ISDN, HDSL, ATM). Представлено методики розрахунку трафіку, що генерується вузлами мережі, досліджено вплив різних типів трафіку на вимоги до характеристики мережі.

У залежності від способів зв'язку між термінальним устаткуванням та сервером СДО і відповідно до можливих додатків, усі служби поділяються на інтерактивні і розподільні, кожна з яких, у свою чергу, включає кілька класів служб [3].

Серед інтерактивних служб розрізняють діалогові, обміну повідомленнями (з накопиченням), та інформаційного пошуку (за запитом). Діалогові служби, як правило, надають послуги для передачі інформації між користувачами практично в реальному масштабі часу (відеоконференцзв'язок, телефонія). При цьому потік інформації може направлятися в обидва боки, бути симетричним й асиметричним. Служби обміну повідомленнями (з накопиченням) призначені для непрямого зв'язку між користувачами за допомогою проміжного збереження повідомлень. Проміжне збереження може здійснюватися в центральних пристроях, що автоматично направляють убік приймача повідомлення відповідно до заданих користувачем умов. Повідомлення також можуть зберігатися в електронних поштових скриньках, чи в системах обробки повідомлень з використанням функцій редагування, обробки і переробки. Прикладом такої служби є високошвидкісна передача даних. Служби інформаційного пошуку (служби за запитом) дають можливість користувачу одержувати інформацію з різних банків даних.

Розподільні служби бувають з індивідуальним керуванням з боку користувача і без індивідуального керування з боку користувача (програми звукового і телевізійного віщання). Розподільні служби при наявності чи відсутності керування наданням інформації з боку користувача можуть розподіляти інформацію від одного центрального джерела необмеженому числу абонентів, що мають права на прийом. У розподільних службах при керуванні наданням інформації з боку користувача повинний бути реалізований особливий механізм вибору і доступу, при якому користувач може одержувати потрібну інформацію цілком у зручний для себе час. Розподільні служби без індивідуального керування наданням інформації з боку користувача розподіляють безупинний потік повідомлень, що користувач може прийняти чи не прийняти, однак, він не може впливати ні на зміст, ні на час передачі.

Залежно від типу користувача СДО (корпоративного чи індивідуального) різновиди названих служб використовуються (див.табл.1) рідко, часто або постійно.

Таблиця 1 – Оцінка використання служб у СДО

Вид служби	Корпоративне рішення	Індивідуальне рішення
Відеотелефонія	часто	рідко
Відеоконференцзв'язок	постійно	рідко
Високошвидкісна передача документів (зображень)	постійно	часто
Високошвидкісна передача даних	постійно	часто
Пошук відео	рідко	рідко
Пошук документів і зображень	постійно	постійно
Пошук пакетів програм	постійно	часто
Телебачення	часто	рідко

Приведені в таблиці 1 служби для різних типів користувачів можуть бути надані з більшою або меншою ефективністю та якістю в різних мережевих технологіях.

Технологія ISDN (Integrated Services Digital Network) реалізує можливість передачі по аналоговим телефонним мережам загального користування даних та голосу в цифровій формі. Принципова різниця ISDN від існуючої аналогової мережі полягає в тому, що технологія ISDN дозволяє організовувати комутовані цифрові канали безпосередньо від користувача до користувача. Окрім телефонної мережі загального користування та

можливості передачі комп'ютерної інформації, ISDN підтримує такі прикладні послуги, як факсимільний зв'язок, телексий зв'язок та ін. Одним з головних принципів мереж ISDN є надання користувачу стандартного інтерфейсу. Технологія надає два типи інтерфейсів користувача – початковий (BRI) і основний (PRI). BRI складається з двох каналів по 64 Кбіт/с та одного каналу службової інформації з пропускну здатністю 16 Кбіт/с. Таким чином в кожному напрямку загальна швидкість передачі даних складає 144 Кбіт/с. Такої швидкості цілком достатньо для будь-якого індивідуального користувача СДО. Основний інтерфейс розраховано на користувачів з підвищеними вимогами до пропускну здібності мережі – корпоративних абонентів. Такий інтерфейс підтримує швидкість передачі 2048 Кбіт/с 1544 Кбіт/с.

До недоліків технології ISDN можна віднести проблеми сумісності ISDN-обладнання різних виробників, складність модернізації центральних комутаторів, необхідність побудови нової цифрової інфраструктури та великі фінансові вкладення на реорганізацію телефонної мережі загального користування, а також порівняну складність замовлення сервісу. Розглянуті особливості технології ISDN дозволяють зробити висновок, що при наявності такої мережі в ВНЗ її доцільно використовувати для доступу до СДО. Однак, побудова мережі доступу до вузла ДО на основі ISDN «з нуля» не є фінансово вигідною.

Прийнятною альтернативою ISDN для індивідуальних користувачів є технології xDSL (Digital Subscriber Line), що дозволяють вести передачу зі швидкістю, що на порядок перевищує швидкість в технології ISDN. При цьому передача даних не заважає веденню звичайної телефонної розмови, що безумовно є однією з переваг цих технологій. Однак, реалізація таких з'єднань потребує наявності спеціальних xDSL модемів[4].

HDSL (High-data-rate DSL) реалізується двома модемами, з'єднаними однією або декількома кабельними парами. При цьому забезпечується симетрична дуплексна передача цифрових потоків Е1. Технологія дозволяє значно збільшити довжину регенераційної ділянки і пред'являє менш жорсткі вимоги до перехідного згасання в кабелях. Для передачі сигналу використовується одна, дві чи три пари телефонного кабелю. Сьогодні технологія HDSL найбільш поширена.

Технологія SDSL (Single Line DSL) забезпечує симетричну передачу даних зі швидкостями Е1, але має дві суттєві відмінності. По-перше, використовується тільки одна вита пара, а по-друге, максимальна відстань передачі обмежена 3 км. В межах цієї відстані технологія SDSL забезпечує роботу системи організації відеоконференції, коли потрібно підтримувати однакові потоки передачі даних в обидва напрямки.

Інша популярна технологія ADSL (Asymmetrical DSL) забезпечує асиметричну передачу даних. Така технологія найбільш ефективна, коли користувач посилає в мережу значно менше інформації, ніж отримує. ADSL забезпечує швидкість передачі від користувача в мережу не більш 1,5 Мбіт/с, а в зворотному напрямку в межах від 1,5 Мбіт/с до 8 Мбіт/с. Максимальна довжина лінії зв'язку складає приблизно 5,5 км.

Таким чином, технології xDSL найбільш підходять для підключення індивідуальних або обмеженої кількості корпоративних користувачів. Ця технологія може використовувати в якості ліній зв'язку вже існуючі телефонні канали і її устаткування значно дешевше устаткування будь-якої іншої сучасної телекомунікаційної технології. Але топологія мереж, побудованих на базі xDSL обмежено зв'язками типу “точка – точка”.

Для підтримання більш складних зв'язків між вузлами широко застосовується технологія Ethernet, перевагами якої є забезпечення прийнятною швидкістю передачі при великому виборі обладнання різних виробників, простоті встановлення, розмаїтті фізичних ліній зв'язку, відносній дешевизні. Для лабораторій, що знаходяться поблизу від сервера ДО можлива організація мережі доступу на 100-мегабітному Ethernet. Установа, що розташована в межах однієї будівлі, може використовувати в якості мережі доступу технологію Fast Ethernet, пропускну здібність якої дає можливість організувати відеоконференції для

достатньо великої кількості користувачів. Організація передачі за допомогою технології Ethernet високоякісного відео є неможливою бо відсутня гарантія якості обслуговування. Інші, необхідні для ДО види трафіку, технологія Ethernet використовувати дозволяє. При цьому “вузьким місцем” мережі, як правило, є комутатори та канал зв’язку із сервером.

Найкращу якість надання послуг та підтримку всіх потрібних для індивідуальних та корпоративних користувачів СДО служб забезпечує технологія асинхронного режиму передачі (Asynchronous Transfer Mode, ATM), яка надає можливість передачі в рамках однієї транспортної системи комп’ютерного та мультимедійного трафіку, що чутливий до затримок, причому для кожного виду трафіку якість обслуговування буде відповідати його потребі.

Технологія поєднує в собі два підходи – комутацію пакетів та комутацію каналів. В ATM використовується 20-байтна адресація вузлів та ідентифікація кожного віртуального каналу (ідентифікатор каналу використовується тільки на час з’єднання). Замовлення якості обслуговування реалізується за допомогою класів обслуговування, які характеризують потрібні послуги з передачі даних через мережі ATM.

З точки зору ДО технологія ATM виглядає найбільш привабливою при організації мережі доступу до вузла ДО великої територіально рознесеної корпорації, яка використовує весь спектр методів ДО. Це пов’язано з тим, що ATM найбільш пристосована до передачі різноманітного трафіку, що генерується при ДО. Але високі вимоги до каналів зв’язку та висока вартість технології перешкоджають широкому використанню ATM в існуючих корпоративних мережах. В умовах практично відсутності фінансування на ці потреби ВНЗ України не можуть собі дозволити таке дороге задоволення і відмовляються від застосування технології ATM на користь більш дешевих та розповсюджених HDSL та Ethernet.

Для вибору оптимальної телекомунікаційної складової систем дистанційної освіти та визначення необхідної пропускної здатності каналів зв’язку слід розглянути навантаження, що створюють в мережі користувачі СДО.

Фізична природа випадкових процесів передачі бітового трафіку в системах ДО значною мірою обумовлена нерегулярністю генерації інформації джерелом – сервером або клієнтом СДО. Періоди пауз чергуються з періодами активності. Обробка великих обсягів інформації в сучасних територіально розподілених інформаційних системах і різний темп її напрямку від верхніх рівнів до передавального транспортного середовища дозволяють проводити аналогії з фізичними кінематичними процесами [5]. Дана обставина дозволяє ввести в розгляд для кожної  $k$ -ої служби (трафіку) випадковий процес  $v^{(k)}(t)$  передачі

кількості бітової інформації і його першої похідної – бітової швидкості  $b^{(k)}(t) = \frac{dv^{(k)}(t)}{dt}$ , що

теж є випадковим процесом.

Генерування інформації джерелом (сервером або клієнтом ДО) у самому загальному виді може бути представлено за допомогою стохастического процесу  $b^{(k)}(t)$ . Процес передачі інформації продовжується протягом відрізка часу  $T$ .

Стохастический процес можна характеризувати:

- максимальною (піковою) швидкістю передачі джерела  $k$ -ої служби:

$$B_{\max}^{(k)} = \max b^{(k)}(t) \quad (1)$$

- середньою швидкістю передачі джерела  $k$ -ої служби:

$$B_{cp}^{(k)} = \frac{1}{T} \int_0^T b^{(k)} dt \quad (2)$$

- співвідношенням між піковою і середньою швидкістю джерела  $k$ -ої служби, тобто коефіцієнтом пачечності чи пачечністю:

$$k_{II}^{(k)} = \frac{B_{\max}^{(k)}}{B_{cp}^{(k)}} \quad (3)$$

- середньою тривалістю піка  $T_p^{(k)}$
- середньою тривалістю паузи, що залежить від тривалості сеансу  $T_C$  і числа викликів  $n$  у годину найбільшого навантаження (ГНН).

$$T_p = \frac{3600 - (n \cdot T_C)}{n} \quad (4)$$

Значення, розраховані за формулами (1) – (4), дають можливість досить повно охарактеризувати відповідний вид трафіку при моделюванні.

Найбільш вимогливими до показників якості телекомунікаційних мереж є корпоративні абоненти. Тому кількісну оцінку цих показників було проведено саме для цього класу абонентів. Отримані результати використовувались як вихідні дані при моделюванні мережі доступу до сервера ДО емпіричного ВНЗ, що складається з декількох корпусів, у кожному з яких до сервера мають доступ кілька робочих класів (лабораторій).

За даними моделювання зроблено висновки, що мережу для лабораторій доцільно будувати на Ethernet 10Base-T, якщо мережа використовується практично тільки для цілей дистанційної освіти, і на Ethernet 100Base-TX, якщо трафік ДО складає порівняно невелику частину від усього масиву мережних додатків. Для з'єднання центрального комутатора серверної з комутаторами лабораторій, розташованих у тім же корпусі, можна застосувати Ethernet 100Base-TX. Зв'язки між корпусами рекомендується будувати на цифрових каналах xDSL.

Таким чином, в статті розглянуто особливості застосування різних мережових технологій для організації телекомунікаційної складової систем дистанційної освіти. Докладно представлена класифікація різних служб, що використовуються в СДО, а також відповідних видів трафіку, приведена оцінка різних служб у застосуванні до корпоративного й індивідуального користувачів СДО. Запропоновано методики розрахунку трафіку, що генерується вузлами мережі та приведено результати моделювання телекомунікаційної складової СДО.

#### Література

1. І.Катерняк. Електронне навчання та дистанційна освіта - UDL System, [www.udl.org.ua](http://www.udl.org.ua).
2. Воропаєва В.Я., Пономаренко О.Г. Використання сучасних інформаційних технологій для організації дистанційного лабораторного практикуму // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Обчислювальна техніка та інформатизація. Випуск 47. - Донецьк-2002. С. 215-220.
3. Bielawski L. & Lewand R. (1991). Intelligent Systems Design - Integrating Expert Systems, Hypermedia, and Database Technologies. John Wiley & Sons, New York.
4. Евдокименко Е. Оборудование DSL - журнал "Сети" 4 2002
5. А.Н. Назаров. Модели и методы расчета структурно-сетевых параметров сетей АТМ. – М.: Горячая линия – Телеком, 2002. – 256с.