

УДК 621.391

Жебка В. В., аспірантка (Державний університет телекомунікації. 0987284613. Viktoria-90-G@mail.ru.)

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ATM ТА FRAME RELAY У СУЧАСНИХ СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ

Жебка В. В. Використання технологій ATM та Frame Relay у сучасних системах передачі інформації. Розглянуто технології ATM та Frame Relay. Досліджено їх основні характеристики. Встановлено переваги та недоліки застосування технологій ATM та Frame Relay. Встановлено фактори, які впливають на доцільність використання вказаних технологій в сучасних системах передачі інформації. Визначено застосування та шляхи реалізації кожної з технологій окремо. Визначено оптимальний спосіб їх застосування, який полягає у інтегрованому використанні обох вказаних технологій.

Ключові слова: системи передачі інформації, ATM, Frame Relay, комутація пакетів

Жебка В. В. Использование технологии ATM и Frame Relay в современных системах передачи информации. Рассмотрены технологии ATM и Frame Relay. Исследованы их основные характеристики. Установлено преимущества и недостатки применения технологий ATM и Frame Relay. Установлены факторы, которые влияют на целесообразность использования указанных технологий в современных системах передачи информации. Определено применение и пути реализации каждой из технологий отдельно. Определен оптимальный способ их применения, который состоит в интегрированном использовании обеих технологий.

Ключевые слова: системы передачи информации, ATM, Frame Relay, коммутация пакетов

Zhebka V. V. The use of ATM technology and Frame Relay in the modern system of information transfer. The ATM technologies and Frame Relay have been considered in this article. Their main characteristics have been researched. The advantages and disadvantages of ATM technologies and Frame Relay have been established. The factors that affect the feasibility of using the mentioned technologies in modern systems of information transfer have been defined. We determined the optimal way to use them, which is the integrated use of both technologies mentioned

Keywords: information transfer systems, ATM, Frame Relay, packet switching

Вступ. Сучасні мережі загального користування будуються для забезпечення комунікаційними послугами організацій та людей, які знаходяться на відстані. Основна задача мереж – забезпечення надійного, швидкого, якісного зв'язку з найменшими затримками та вартістю. Очевидно, що в еволюції сучасних мереж суттєву роль буде відігравати ATM (Asynchronous Transfer Mode – асинхронний метод доставки), оскільки володіє суттєвою перевагою перед існуючими технологіями передачі даних в локальних та глобальних мережах, дозволяючи реалізувати на більш високих швидкостях передачу відеоінформації, комп'ютерних даних і телефонні канали одночасно по одній фізичній лінії.

Швидкість доступу до мереж ATM починається з 2 Мбіт/с і на даний момент в реальних умовах достатньо мало компаній можуть використовувати додатки, які будуть достатньо повно використовувати широку полосу пропускання. Тому на даний момент найбільш ефективним є протокол передачі даних Frame Relay (FR), який розрахований на швидкість від 64 кбіт/с і вище. Найбільш вдалим способом побудови глобальної мережі є інтегроване використання цих протоколів, тобто магістральна мережа будується на основі протоколу ATM з дуже високими міжвузловими швидкостями і протоколом Frame Relay, як технологію забезпечення доступу для клієнтів з відносно низькими швидкостями доступу.

Мета статті: дослідити основні характеристики технологій ATM та Frame Relay та показати можливості застосування вказаних технологій.

Технологія Frame Relay. Мережа Frame Relay є мережею з комутацією кадрів або мережею з ретрансляцією кадрів, орієнтованою на використання цифрових ліній зв'язку [1]. Детально технологію Frame Relay розглянуто в [2, 3].

Протокол Frame Relay все більше виходить на ринок телекомунікацій. Основні чинники, які вплинули на вибір вказаного протоколу, такі: *економічний* показник; *можливість* взаємодії з локальними мережами; *фактор* надання смуги пропускання по запиті; *потреба* у великих швидкостях; *значне* збільшення продуктивності кінцевих пристроїв користувачів; наявність чистих від помилок високошвидкісних каналів зв'язку.

Потреба у великих швидкостях передачі викликана переходом від текстових додатків до графічних, розповсюдженням локальних мереж, розвитком засобів мультимедіа, тощо.

Технологія Frame Relay потребує максимальної завадозахищеності каналів зв'язку. Вона потребує лише 8 функцій в кожному мережному вузлі при обробці кадрів, в той час як при обробці пакетів вузол мережі X.25 повинен виконати 29 різних функцій обробки.

В мережах Frame Relay застосовуються високоякісні канали передачі, тому можлива передача трафіка чутливого до затримок (голосових та мультимедійних даних). В магістральних каналах Frame Relay використовуються волоконно-оптичні кабелі, а в каналах доступу може застосовуватися високоякісна вита пара.

На рис.1 представлена структурна схема мережі Frame Relay, де зображені основні елементи: DTE (data terminal equipment) – апаратура передачі даних (маршрутизатори, мости, ПК); DCE (data circuit-terminating equipment) – кінцеві прилади каналу передачі даних (телекомунікаційні прилади, які забезпечують доступ до мережі).



Рис. 1. Структурна схема мережі Frame Relay [4]

Frame Relay передає кадри по встановленому віртуальному з'єднанні за протоколами фізичного і каналного рівня. У Frame Relay функції мережного рівня переміщені на каналний рівень, тому необхідність в мережному рівні відпала. На каналному рівні у Frame Relay відбувається мультиплексування потоку даних в кадри.

Кожен кадр каналного рівня містить заголовок, в якому знаходиться номер логічного з'єднання, який використовується для маршрутизації та комутації трафіку. Frame Relay здійснює мультиплексування в одному каналі зв'язку декілька потоків даних. Кадри при передачі через комутатор не піддаються перетворенню, тому мережа дістала назву ретрансляції кадрів. Таким чином мережа комутує кадри, а не пакети. Швидкість передачі даних до 44 Мбіт/с, але без гарантії цілісності даних і достовірності їх доставки.

Заголовок кадру має мінімум інформації для маршрутизації і управління потоком даних. Основа заголовка приходить на DLCI (Data Link Connection Identifier) – 10-бітний ідентифікатор лінії даних.

DLCI дозволяє виконувати маршрутизацію кадрів в два етапи: *перевірка* цілісності і дійсності кадру; *знаходження* DLCI в таблиці маршрутів і підключення кадру у відповідний канал, який вказаний в таблиці маршрутизації.

Frame Relay орієнтована на цифрові канали передачі даних хорошої якості. Тому в ній відсутня перевірка виконання з'єднання між вузлами і контроль достовірності даних на каналному рівні. Кадри передаються без перетворення і контролю. За рахунок цього мережа Frame Relay має високу продуктивність. При знаходженні помилок повторна передача кадрів не виконується, а пошкодженні кадри забраковують.

В мережі Frame Relay використовуються два типи віртуальних каналів: постійні (PVC) і комутовані (SVC) віртуальні канали (PVC – Permanent Virtual Circuit, постійне віртуальне з'єднання), (SVC – Switch Virtual Circuit, комутоване віртуальне з'єднання).

Передача даних через комутовані віртуальні канали здійснюється наступним чином:

1. Встановлення виклику – утворюється комутуючий логічний канал між двома DTE.
2. Передача даних по встановленому логічному каналу.
3. Режим очікування – віртуальний канал встановлений, але обмін не відбувається.
4. Завершення виклику – використовується для завершення сеансу, здійснюється розрив конкретного віртуального з'єднання.

Передача через попередньо встановлені постійні віртуальні канали:

1. Передача даних по встановленому логічному каналу.
2. Режим очікування, коли комутований віртуальний ланцюг встановлений, але обмін даними не відбувається.

Дуже часто мережу Frame Relay можна представити у вигляді звичайної мережі виділених каналів, так як на даний момент мережа Frame Relay надає послуги, використовуючи PVC, які встановлює оператор мережі за допомогою системи управління.

Постійне віртуальне з'єднання утворюється між маршрутизаторами або локальними мережами, тому нове PVC потрібне лише у випадку встановлення нового маршруту. Основна відмінність PVC Frame Relay – можливість більш ефективно, порівняно з мережами виділених ліній, використовувати пропускну здатність, динамічно проводити маршрутизацію, резервування, що врешті здешевить сервіс для кінцевого користувача.

При включенні клієнта в мережу Frame Relay основними параметрами слід вважати: швидкість доступу до мережі; розкладка постійних віртуальних з'єднань; – гарантована швидкість передачі (CIR – Committed Information Rate) корисної інформації користувача для кожного PVC, за яку і платить реально користувач.

Швидкість доступу (AR) може бути більше гарантованої, проте її використання знаходиться під знаком питання, тому що якість сервіса (QoS), яке надається користувачеві, гарантує лише передачу інформації в межах CIR (або B_c – коефіцієнт гарантовано переданих даних). Проте можлива і передача зверх цієї кількості, але при цьому кадри, передані в режимі B_e – кількість даних, які перевищують B_c і встановленого також мережею, будуть помічені низьким пріоритетом і у випадку перевантаження мережі будуть видалені із мережі. Дані вище B_c+B_e або взагалі не будуть прийняті, або будуть мати також низький пріоритет.

Ця технологія не підвищує пропускну здатність мережі і каналів зв'язку, вона лише вводить деякі переваги використання високошвидкісної передачі, наприклад, введення технології Frame Relay не обмежує смугу пропускання, а навпаки забезпечує потрібну смугу для підтримки роботи додатка.

Технологія Frame Relay ґрунтується на розвитку науково-технічного прогресу в сфері персональних комп'ютерів, так як кінцеві пристрої користувачів повинні бути достатньо інтелектуальні для забезпечення вимірювання параметрів потоку в цілях зниження трафіку, який може пройти через мережу (що раніше виконувалося пристроями мережі). Також кінцевий пристрій повинен відповідно реагувати на перевантаження мережі, повідомлення про які також є однією з основних ідей Frame Relay.

Сучасні засоби зв'язку вимагають від нових технологій можливості передачі мовного трафіку, проте ціллю Frame Relay була передача лише трафіку даних і вона не була розроблена для додатків, які використовують постійну швидкість бітів, що асоціюється з великою кількістю мовного трафіку. *По-перше*, вона розроблялася з метою підтримки асинхронних додатків з пульсуючим трафіком; *по-друге*, немає повної впевненості в тому, що можлива втрата кадру не призведе до збільшенню шумів при цифро-аналоговому перетворенні; і *по-третє*, немає механізму забезпечення синхронізуючими сигналами передаючого та приймального додатків, що необхідно при використанні мовного трафіку.

Проте сучасні пристрої зв'язку дозволяють інтегровану передачу мови, а також відео і даних по мережам Frame Relay. При цьому обмежується розмір кадрів, які передаються, а також забезпечується метод видалення черги на приймальному кінці. Але ще не до кінця з'ясовано, яким чином буде працювати технологія Frame Relay при передачі голосового трафіку по достатньо завантаженій мережі.

Дуже важливо в таких мережах, як Frame Relay – мережах, які надають послугу смуги пропускання по запиту, забезпечити роботу мережі без перевантаження або ж дуже важливо мати механізм боротьби з перевантаженням, тобто необхідно забезпечити достатньо високий рівень контролю трафіку. З метою зниження трафіку можна використовувати передачу службових повідомлень методом “piggybacking”, при якому ці символи додаються до

вихідному трафіку. Також повинен бути механізм, який не буде дозволяти певному користувачу монополізувати пропускну здатність мережі під час перевантаження.

В якості обладнання Frame Relay використовуються продукти фірм Cisco Systems, Memotec, Motorola ISG, Netrix, RAD Data Communications, Telemetics та інші.

Перевагами мережі Frame Relay є: *висока надійність* роботи мережі; забезпечення передачі чутливого до часових затримок трафіку (голос, відеозображення).

Недоліками мережі Frame Relay є: *висока вартість* якісних каналів зв'язку; *не забезпечується* достовірність доставки кадрів [4].

Технологія АТМ. АТМ (англ. Asynchronous Transfer Mode – асинхронний спосіб передачі даних) – мережева високопродуктивна технологія комутації та мультиплексування, заснована на передачі даних у вигляді мікропакетів (англ. cell) фіксованого розміру. АТМ працює зі всіма типами мережного трафіку – дані, голос, відео і телевізійні сигнали, розрізаючи пакети, які надходять на 53-байтові комірки, із яких 48 байт використовується для передачі потрібного типу інформації, а решта 5 байт відводяться на заголовок (управляюча інформація, яка дозволяє вирішувати питання визначення типу трафіку і його пріоритету, цілісність комірки і її маршрутизацію) [5]. Комірка АТМ є базовою одиницею інформації, яка передається.

Направляючий комутаторами, цей трафік може передаватися приватними чи загальнодоступними мережами. Комутатори можуть відправляти дані по будь-якому із загальнодоступних фізичних шляхів, що значно підвищує швидкість передачі. Подібно до технології переприймання кадрів Frame Relay, протоколи АТМ орієнтовані на попереднє встановлення з'єднання підтримуючи як PVC- SVC-з'єднання) [6]. При цьому у користувача формується ілюзія виділеного каналу, який з'єднує дві кінцеві точки, так звані віртуальні з'єднання (virtual circuit). У випадку публічних АТМ мереж користувачі звільняються від необхідності платити за виділені лінії, які часто просто простояють. Крім того, фіксована довжина комірки дозволяє випускати надшвидкі комутатори, а невеликий розмір комірок гарантує, що кадри, які надають голосову та відеоінформацію, будуть формувати рівномірний трафік і завдяки цьому, передаватися в реальному часі.

Велика кількість компаній, департаментів та університетів уже виявили, що без технології АТМ не обійтися в багатьох спеціалізованих додатках, які потребують високої пропускну здатності. Нафтові компанії використовують АТМ для роботи з сейсмічними картами; автомобілебудівні компанії застосовують його в системах автоматизованого проектування; в госпіталах за допомогою цієї технології передаються відцифровані рентгенівські зображення. Але частіше за все мова йде про високошвидкісні магістралі для корпоративної мережі або для відносно невеликих робочих груп, які надають настільки високі вимоги до пропускну можливості мережі, що їх не в змозі задовольнити більшість традиційних мережних технологій.

Для передачі даних по мережі АТМ утворюється віртуальне з'єднання, яке визначається сукупністю ідентифікатора віртуального шляху та ідентифікатора віртуального каналу. Ідентифікатор дозволяє маршрутизувати комірку для доставки в пункт призначення, тобто комутація комірки відбувається на основі ідентифікатора віртуального шляху та ідентифікатора віртуального каналу, які визначають віртуальне з'єднання. Декілька віртуальних шляхів визначають віртуальний канал.

Віртуальний канал представляє собою з'єднання, яке встановлене між двома кінцевими вузлами на час їх взаємодії, а віртуальний шлях – це шлях між двома комутаторами. При створенні віртуального каналу, комутатори визначають, який віртуальний шлях використовувати для досягнення пункту призначення. По одному і тому ж віртуальному шляху може передаватися одночасно трафік багатьох віртуальних каналів.

Кожен канал або шлях має свій асоціативний індикатор. Всі канали єдиного шляху повинні мати різні ідентифікатори, але можуть мати однакові в різних віртуальних шляхах. Індивідуальний канал тому буде однозначно визначений номером віртуального шляху і номером віртуального каналу.

Існує 4 шляхи встановлення віртуальних каналів та шляхів:

1. Віртуальний канал/шлях може бути зарезервованим мережею як у випадку постійного чи напівпостійного з'єднання.
2. Нове з'єднання може бути встановлене через напівсигнальну процедуру по напівсигнальному віртуальному каналу.
3. З'єднання встановлюється з використанням сигнальної процедури “користувач-мережа”.
4. Нове з'єднання віртуальних каналів може бути встановлене по існуючому віртуальному шляху між двома користувацькими інтерфейсами мережі з допомогою сигнальної процедури “користувач-користувач”.

Фізичний рівень АТМ визначає способи передачі в залежності від середовища. Стандарти АТМ для фізичного рівня встановлюють, яким чином біти повинні проходити через середовище передавання і як біти перетворювати в комірки. На фізичному рівні АТМ використовує цифрові канали передачі даних з різними протоколами, а в якості лінії зв'язку використовують: кабелі “вита пара”, екранована “вита пара”, оптоволоконний кабель.

Фізичний рівень може мати достатньо різні форми, але однакові цілі для накопичення і організації АТМ комірок, які спускаються з АТМ рівня, транспортування їх по фізичному середовищу, а також виконувати зворотній процес. Він повинен мати інтерфейс з В-ISDN і забезпечувати багато інших функцій. Він також повинен виконувати контроль помилок.

Інтерфейс фізичного рівня АТМ підтримує передачу зі швидкістю 155,520 Мбіт/с або 622,080 Мбіт/с. Фізичне середовище може бути оптичне з можливістю розширення 0-50000 м або коаксіальною з розширенням 0-100 м [7].

АТМ мережам необхідні можливості управління трафіком для того, щоб справлятися з різними класами сервісу і з потенційними помилками в мережі в будь-який час.

Процедури контролю трафіку для мереж АТМ в даний момент повністю не стандартизовані, проте цілями цих процедур є: *досягнення* високої ефективності АТМ мереж; *відповідність* вимогам якості сервісу користувача.

Загальні характеристики АТМ:

1. Лінії зв'язку – оптичні, локальні і довгі. Довгі лінії можуть бути виділеними (орендованими) та комутованими.
2. Забезпечення паралельної передачі. Кожний вузол може мати виділене з'єднання з будь-яким іншим вузлом.
3. Робота завжди на максимальній швидкості.
4. Використання пакетів фіксованої довжини - по 53 байти.
5. Корекція помилок і маршрутизації на апаратному рівні (частково завдяки фіксованому розміру комірок).
6. Одночасна передача даних, відеоінформації та голосу. Фіксований розмір комірок забезпечує рівномірний голосовий потік.
7. Легкість балансування завантаження. Комутація пакетів дозволяє при необхідності підвищення пропускної можливості встановити множину віртуальних ланцюгів між передатчиком та приймачем.

Переваги мережі АТМ: *забезпечення* високої швидкості передачі інформації; *усунення* відмінностей між локальними і глобальними мережами (перетворення їх в єдину інтегровану мережу; *забезпечення* передачі різноманітного трафіку (цифрових, голосових і мультимедійних даних) одними і тими ж системами і лініями зв'язку.

Недоліки: *висока* вартість обладнання (тому технологія АТМ відстає у впровадженні за рахунок наявності дешевших технологій); *високі* вимоги до якості ліній передачі даних [8].

Застосування мереж Frame Relay. Послуги Frame Relay звичайно надають ті оператори, які працюють і з мережами X.25. Більша частина виробників випускає зараз комутатори, які можуть працювати як за протоколами X.25, так і за протоколами Frame Relay.

Технологія Frame Relay починає займати значну нішу в територіальних мережах з комутацією пакетів. Вона представляє швидкі базові транспортні послуги доставки кадрів без гарантій, тобто якщо кадр втрачається, то мережа Frame Relay не робить жодних зусиль

для його відновлення. Отже, корисна пропускна здатність прикладних протоколів при роботі через мережі Frame Relay буде залежати від якості каналів і від методів відновлення пакетів на рівнях стеку над протоколами Frame Relay. Тому мережі Frame Relay слід застосовувати при наявності на магістральних каналах волоконно-оптичних кабелів високої якості.

На величину затримки Frame Relay гарантії не дає. Це обмежує використання Frame Relay при передачі голосу. Передача відеоряду також не задовольняє всім вимогам, оскільки пропускної можливості в 2 Мбіт/с виявляється недостатньо. Проте багато виробників обладнання для мереж Frame Relay підтримують в своїх рішеннях передачу голосу. Для цього кадрам, які переносять заміри голосу, надаються пріоритети. Магістральні комутатори повинні обслуговувати такі кадри в першу чергу. Мережа Frame Relay, по якій передаються кадри з замірами голосу, повинна бути недовантажена, щоб не утворювалася черга.

Для якісної передачі мови необхідно, щоб кадри, які передають заміри голосу, були невеликими за розмірами, оскільки на якість буде впливати затримка на упакування кадру.

Застосування мереж АТМ. АТМ комбінує мультиплексування і комутацію пакетів в одному універсальному методі передачі даних. Він підтримує передачу даних в локальних мережах, а також передачу голосової і відеоінформації. Так як комірки мають невеликий розмір, вони обробляються швидко. Затримка на перемикання пакетів невелика. Головний недолік мереж з технологією АТМ складається в їхній повній несумісності з жодною з наявних мереж. Плавний перехід на АТМ у принципі неможливий, потрібно міняти відразу все устаткування, а вартість його поки що дуже висока. Правда, роботи із забезпечення сумісності ведуться, знижується й вартість устаткування.

Технологія АТМ ще в недалекому минулому вважалася перспективною й універсальною, здатною потіснити звичні локальні мережі. Однак у даний момент внаслідок успішного розвитку традиційних локальних мереж застосування АТМ обмежене тільки глобальними й магістральними мережами.

Висновок. Технології АТМ та Frame Relay є двома прогресивними технологіями, які займають значну нішу в сучасних системах передачі інформації. Вони ґрунтуються на науково-технічному прогресі, в результаті якого відбувається постійний їх розвиток та вдосконалення. Кожна з розглянутих технологій має як свої переваги, так і недоліки, тому неможна однозначно визначити яка технологія краща, а яка гірша для використання. Найкращий спосіб вирішення цього питання – побудова мережі з інтегрованим використання обох технологій, тобто магістральна мережа будується на основі протоколу АТМ з дуже високими міжвузловими швидкостями і протоколом Frame Relay, як технологію забезпечення доступу для клієнтів з відносно низькими швидкостями доступу.

Література

1. Вікіпедія [Електронний ресурс] // – http://ru.wikipedia.org/wiki/Frame_relay
2. Кузнецов С. Б. Построение сети передачи данных на основе протокола Frame Relay / С. Б. Кузнецов, В. В. Каплан // Сети. – 1996. – Октябрь (6). – С. 46-50.
3. Бакланов И. Г. ISDN Frame Relay. Технология и практика измерений / И. Г. Бакланов. – Москва : Экто-Трендз, 1999. – 264 с.
4. Сети Frame Relay. Обучение в интернет [Електронний ресурс] // – http://www.lessonstva.info/edu/telecom-glob/m2t2_2glob.html
5. Назаров А. Н. АТМ: технологии высокоскоростных сетей / А. Н. Назаров, М. В. Симонов. – Москва : Экто-Трендз, 1998. – 234 с.
6. Handel R., Huber M. N., Schroder S. ATM Networks. Concepts, Protocol Applications // Addison-Wesley, 1994. – 288с.
7. Asynchronous Transfer Mode: solution for boardband ISDN / Martin de Prycker. - 2nd ed. - Ellis Horwood Limited, 1993.
8. Сети АТМ. Обучение в интернет [Електронний ресурс] // – http://www.lessonstva.info/edu/telecom-glob/m2t2_3glob.html