Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України

Тернопільський національний педагогічний університет

імені Володимира Гнатюка

Кафедра інформатики та

методики її викладання

**Методи мультиплексування даних на фізичному рівні моделі OSI**

Виконав: студент фізико-математичного факультету групи І-24 Волос Олександр

Науковий керівник: Олексюк В.П.

Тернопіль – 2014

Зміст

[**ВСТУП** 3](#_Toc403079211)

[РОЗДІЛ 1. Мультиплексування і демультиплексування 6](#_Toc403079217)

[РОЗДІЛ 2. Методи мультиплексування даних 8](#_Toc403079218)

[РОЗДІЛ 2.1 ЧАСТОТНИЙ ПОДІЛ КАНАЛІВ 10](#_Toc403079219)

[РОЗДІЛ 2.2 ЧАС МУЛЬТИПЛЕКСУВАНЯ 11](#_Toc403079220)

[РОЗДІЛ 2.3 ЗАКОДОВАНИЙ ПОДІЛ МНОЖИНОГО ДОСТУПУ 12](#_Toc403079221)

[ВИСНОВКИ 13](#_Toc403079222)

[СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 14](#_Toc403079223)

**ВСТУП**

**Актуальність теми:** Методи мультиплексування були розроблені для досягнення оптимального використання ліній і частот в електроніці і методів передачі даних доступні в якості шляху передачі доступні. В результаті, може бути знижена вартість і збільшена надійність, як, наприклад, потрібно менше з'єднання і взаємозв'язку.

Мультиплексування сучасними провайдерами ШПД обумовлено економічними і технологічними особливостями мереж передачі даних.

Економічні особливості передачі даних полягають у наступному. При введенні в одну точку підключення 100 Мбіт/сек смуги провайдер в стані підключити в порядку 100 клієнтів із заявленою швидкістю в 100 Мбіт/сек, без втрати видимого відчуття швидкості Інтернету. Розглянемо докладніше: припустимо, вартість 100 Мбіт/сек дорівнює 20 000 грн. Не кожна фірма чи приватна особа здатна оплачувати постійний доступ по такій ціні. Якщо провайдер призначить ціну в 400 грн. за доступ до такої смузі, і продасть цей доступ 50-100 користувачам, він отримає прибуток, а користувачі - доступну послугу. Що стосується швидкості доступу для користувачів. Припустимо, 10 з 100 користувачів одночасно скачують "важкий" контент з мережі. У кожного провайдера стоїть система розподілу навантаження, тобто роздобути весь канал в 100 Мбіт/сек у користувача не вийде. Система обмежить ваш канал за певною формулою, але навіть при швидкості скачування в 10 Мбіт/сек завантаження файлу розміром в 30 Мбайт займе не більше 30 секунд. Далі ваша навантаження на канал зведеться до перегляду сторінок і користуванню поштою. Якщо масштабувати ситуацію і прийняти, що у провайдера таких каналів зв'язку і, відповідно, користувачів більше в сотні й тисячі разів, можна уявити, що в кожний певний проміжок часу, кожен користувач фізично не здатний запитувати стільки інформації, щоб завантажити канал. Тому швидкість може

незначно знижуватися в "години пік" і залишатися на заявленому рівні в решту часу.

### Область застосування

### Телеграфія

Multiplexing виникла в [телеграфії](http://en.wikipedia.org/wiki/Multiplexing#Telegraphy) в 1870 році, і в даний час широко застосовуються в зв'язку. В [телефонії](http://en.wikipedia.org/wiki/Multiplexing#Telephony), [Джорджу Оуену](http://en.wikipedia.org/wiki/George_Owen_Squier) Скуиру приписують розробку мультиплексування телефонних носіїв в 1910 році.

Найраніше комунікаційних технологій з використанням електричних проводів, за допомогою мультиплексування був [електричний телеграф](http://en.wikipedia.org/wiki/Electric_telegraph). Перші експерименти дозволили двом окремим повідомленям подорожувати в протилежних напрямках одночасно. У 1874 році, [квадруплекс телеграф](http://en.wikipedia.org/wiki/Quadruplex_telegraph) , розроблений [Томасом Едісоном](http://en.wikipedia.org/wiki/Thomas_Edison) передавалися два повідомлення в кожному напрямку одночасно, в цілому чотири повідомлень транзитом в той же провід одночасно. Кілька робітників розслідували [акустичний телеграф](http://en.wikipedia.org/wiki/Acoustic_telegraphy), що призвело до [винаходу телефону](http://en.wikipedia.org/wiki/Invention_of_the_telephone).

### Обробка відео

В [відео](http://en.wikipedia.org/wiki/Video) редагування і обробки, мультиплексування відноситься до процесу чергування аудіо та відео в одному когерентного MPEG транспортного потоку ( [мультиплексування з тимчасовим поділом](http://en.wikipedia.org/wiki/Time-division_multiplexing) ).

В [цифровому відео](http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_video) транспортний потік, як правило, має особливість [формат контейнера](http://en.wikipedia.org/wiki/Container_format_%28digital%29), який може включати в себе [метадані,](http://en.wikipedia.org/wiki/Metadata) та іншу інформацію, таку як [субтитри](http://en.wikipedia.org/wiki/Subtitle_%28captioning%29). Аудіо та відео потоки можуть мати змінний бітрейт. Програмне забезпечення, яке виробляє такий транспортний потік або контейнер, що зазвичай називають [статистичний мультиплексор](http://en.wikipedia.org/wiki/Statistical_multiplexor) або мультиплексор. Демультиплексор є програмне забезпечення, яке витягує або іншим чином робить доступним для окремої обробки компоненти такого потоку або контейнера.

### Цифрове мовлення

В [цифровому телебаченні](http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_television) і [цифрових радіо](http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_radio) систем кілька потоків даних із змінною швидкістю передачі мультиплексируются разом з фіксованим бітрейтом транспортного потоку за допомогою [статистичного мультиплексування](http://en.wikipedia.org/wiki/Statistical_multiplexing) . Це дає можливість передавати кілька відео і аудіо каналів одночасно по одній і тій же частотному каналі, разом з різними службами.

В цифрових телевізійних систем, це може включати декілька [телебачення стандартної чіткості](http://en.wikipedia.org/wiki/Standard_definition_television) (SDTV) програм (особливо на [DVB-T](http://en.wikipedia.org/wiki/DVB-T) , [DVB-S2](http://en.wikipedia.org/wiki/DVB-S2) , [ISDB](http://en.wikipedia.org/wiki/ISDB) і ATSC-C), або один [HDTV](http://en.wikipedia.org/wiki/HDTV) , можливо з одного каналу SDTV компаньйона по одному 6 до 8 МГц шириною телеканалу. Пристрій, який виконує це називається [статистичний мультиплексор](http://en.wikipedia.org/wiki/Statistical_multiplexer).

### Аналогового мовлення

В [FM мовлення](http://en.wikipedia.org/wiki/FM_broadcasting)х та інших [аналогових](http://en.wikipedia.org/wiki/Analog_signal) [радіо](http://en.wikipedia.org/wiki/Radio) масової інформації, мультиплексування це термін, як правило, дано у процесі додавання [поднесущих](http://en.wikipedia.org/wiki/Subcarrier) аудіодіапазон, перш ніж вона надходить в [передавач](http://en.wikipedia.org/wiki/Transmitter), де [модуляція](http://en.wikipedia.org/wiki/Modulation) відбувається. (Справді, стерео мультиплексний сигнал може бути сформований з використанням мультиплексування з тимчасовим поділом, шляхом перемикання між двома (лівий канал і правий канал) вхідними сигналами в ультразвуковій частоті, а потім фільтрації вищих гармонік.) Мультиплексування в цьому сенсі іноді називають MPX , який в свою чергу також старий термін для [стереофонічного](http://en.wikipedia.org/wiki/Stereophonic) FM, бачили на[стерео-системи](http://en.wikipedia.org/wiki/Stereo_system) з 1960 року.

РОЗДІЛ 1. Мультиплексування і демультиплексування

В [області телекомунікації](http://en.wikipedia.org/wiki/Telecommunications) і [комп'ютерних мереж](http://en.wikipedia.org/wiki/Computer_networks) мультиплексування являє собою метод, за допомогою якого безліч сигналів аналогових або цифрових повідомлень потоки даних об'єднані в один сигнал по [загальному середовищі](http://en.wikipedia.org/wiki/Shared_medium). Мета полягає в тому, щоб розділити дорогий ресурс. Наприклад, в області телекомунікації, кілька [телефонних дзвінків](http://en.wikipedia.org/wiki/Telephone_call) може бути здійснена з використанням одного дроту.

Мультиплексированний сигнал передається по [каналу зв'язку](http://en.wikipedia.org/wiki/Communication_channel) , який може бути середньої фізичної передачі (наприклад, кабель). Мультиплексування ділить ємність каналу високого рівня зв'язку в декількох низькорівневих логічних каналів, по одному на кожен сигнал повідомлення або потоку даних, що підлягає передачі. Зворотний процес, відомий як демультиплексирования, може витягувати вихідні канали на стороні приймача.

Пристрій, який виконує мультиплексування називають [мультиплексор](http://en.wikipedia.org/wiki/Multiplexer) (MUX), а також пристрій, який виконує зворотний процес називається [демультиплексор](http://en.wikipedia.org/wiki/Demultiplexer) (Demux або DMX).

На мал. 1 зображено приклад з низькою швидкістю передачі даних мультиплексовані по одному каналу з високою швидкістю передачі даних.



Рис. 1.1

Зворотні мультиплексування (IMUX) має протилежні цілі, як мультиплексування, а саме розбити один потік даних на кілька потоків, передавати їх одночасно по декількох каналах зв'язку, і відтворити первісний потік даних.

Перш ніж виконати перекидання даних на визначені для них інтерфейси, комутатор повинен зрозуміти, до якого потоку вони відносяться. Це завдання повинне вирішуватися незалежно від того, чи поступає на вхід комутатора тільки один потік в «чистому» вигляді, або «змішаний» потік, що є результатом агрегації декількох потоків

У останньому випадку до завдання розпізнавання додається завдання демультиплексування - розділення сумарного агрегованого потоку на декілька потоків, що становлять,як правило, операцію комутації супроводжує також зворотна операція - мультиплексування (multiplexing), при якій з декількох окремих потоків утворюється загальний агрегований потік, який можна передавати поодинці фізичному каналу зв’язку.

Мультиплексування є способом забезпечення доступності наявних фізичних каналів одночасно для декількох сеансів зв’язку між абонентами мереж.

РОЗДІЛ 2. Методи мультиплексування даних

Технології мультиплексування може бути розділена на кілька типів, всі з яких мають значні варіації: [простір ущільненням каналів](http://en.wikipedia.org/wiki/Space-division_multiplexing) (СДМ), [Частотний поділ каналів](http://en.wikipedia.org/wiki/Frequency-division_multiplexing) (FDM), [мультиплексування з тимчасовим поділом](http://en.wikipedia.org/wiki/Time-division_multiplexing)(TDM), і [мультиплексування з кодовим поділом](http://en.wikipedia.org/wiki/Code_division_multiplexing) (CDM) , і т. д.

Кілька [змінна швидкість передачі](http://en.wikipedia.org/wiki/Variable_bit_rate) цифрових [бітові потоки](http://en.wikipedia.org/wiki/Bit_stream) можуть бути передані ефективно по одній фіксованій [смузі пропускання](http://en.wikipedia.org/wiki/Bandwidth_%28signal_processing%29) каналу за допомогою [статистичного мультиплексування](http://en.wikipedia.org/wiki/Statistical_multiplexing). Це [асинхронний](http://en.wikipedia.org/wiki/Asynchronous) режим мультиплексування в часовій області, яка є формою тимчасового мультиплексування.

Цифрових потоків біт можуть бути передані по аналоговому каналу за допомогою технології мультиплексування з кодовим поділом, таких як [стрибкоподібної перебудови частоти з розширенням спектра](http://en.wikipedia.org/wiki/Frequency-hopping_spread_spectrum) (FHSS) і [прямим розширенням спектра послідовності](http://en.wikipedia.org/wiki/Direct-sequence_spread_spectrum) (DSSS).

В [бездротового зв'язку](http://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_communication) , мультиплексування також можна здійснити за допомогою змінного [поляризації](http://en.wikipedia.org/wiki/Polarization_%28waves%29) ( [горизонтальна](http://en.wikipedia.org/wiki/Horizontal_plane) / [вертикальна](http://en.wikipedia.org/wiki/Vertical_direction) або [за годинниковою стрілкою](http://en.wikipedia.org/wiki/Clockwise) / [проти годинникової стрілки](http://en.wikipedia.org/wiki/Counterclockwise) ) на кожного [сусіднього каналу](http://en.wikipedia.org/wiki/Adjacent_channel) і супутника, або через [фазированной антеною решітки з безліччю антен](http://en.wikipedia.org/wiki/Phased_array) в поєднанні з [безліччю виходів зв'язки з багатьма входами і](http://en.wikipedia.org/wiki/Multiple-input_multiple-output_communications) (MIMO) схемою.

Щоб детальніше зрозуміти як мультиплексування проходить на практиці розглянемо мал. 2, де показаний фрагмент мережі, що складається з трьох комутаторів.

Перш ніж виконати перекидання даних на визначені для них інтерфейси, комутатор повинен зрозуміти, до якого потоку вони відносяться.

 Комутатор 1 має п’ять мережевих інтерфейсів. Розглянемо, що відбувається на інтерфейсі Інт.1. Сюди поступають дані з трьох інтерфейсів - Інт.3, Інт.4 і Інт.5. Все їх треба передати в загальний фізичний канал, тобто виконати операцію мультиплексування.

Існує безліч способів мультиплексування потоків в одному фізичному каналі, найважливішим з них є розділення часу. При цьому способі кожен потік час від часу (з фіксованим або випадковим періодом) отримує фізичний канал в своє розпорядження і передає в цей час по ньому свої дані. Дуже поширено також частотне розділення каналу, коли кожен потік передає дані у виділеному йому частотному діапазоні.



Технологія мультиплексування повинна дозволяти одержувачеві такого сумарного потоку виконувати зворотну операцію - розділення (демультиплексування) даних на складові потоки. На інтерфейсі Інт.3 комутатор виконує демультиплексування потоку на три складових підпотоку. Один з них він передає на інтерфейс Інт.1, інший - на Інт.2, а третій - на Інт.5. А ось на інтерфейсі Інт.2 немає необхідності виконувати мультиплексування або демультиплексування - цей інтерфейс виділений одному потоку в монопольне використання. Взагалі на кожному інтерфейсі можуть одночасно виконуватися обидва завдання - мультиплексування і демультиплексування.

## РОЗДІЛ 2.1 ЧАСТОТНИЙ ПОДІЛ КАНАЛІВ

Техніка частотного мультиплексування каналів (FDM) була розроблена для телефонних мереж, але застосовується вона і для інших видів мереж, наприклад мереж кабельного телебачення.

Розділення каналів здійснюється по частотах. Так як радіоканал володіє певним спектром, то в сумі всіх передавальних пристроїв і виходить сучасна радіо зв'язок. Наприклад: спектр сигналу для мобільного телефону 8 МГц. Якщо мобільний оператор дає абоненту частоту 880 МГц, то наступний абонент може займати частоту 880 + 8 = 888 МГц. Таким чином, якщо оператор мобільного зв'язку має ліцензійну частоту 800-900 МГц, то він здатний забезпечити близько 12 каналів, з частотним поділом. Частотний поділ каналів (FDM): спектр кожного вхідного сигналу зміщується в окремій діапазоні частот. FDM досягає об'єднання декількох сигналів в одному середовищі, посилаючи сигнали в декількох діапазонах частот різні за одного середовища. Частотний поділ каналів застосовується в технології X-DSL. По телефонних дротах передаються сигнали різної частоти: телефонна розмова-0,3-3,4 кГц а для передачі даних використовується смуга від 28 до 1300 кГц.

Дуже важливо фільтрувати сигнали. Інакше будуть відбуватися накладення сигналів, через що зв'язок може сильно погіршитися. На рис.2.1 наведено приклад мультиплексування методом частотного поділу каналів



Рис. 2.1

## РОЗДІЛ 2.2 ЧАС МУЛЬТИПЛЕКСУВАНЯ

Мультиплексування з тимчасовим поділом ( TDM ) являє собою метод передачі і прийому незалежних сигналів по загальному шляху сигналу за допомогою синхронізованих перемикачів на кожному кінці лінії передачі так, щоб кожен сигнал з'являється на лінії тільки частина часу в шаховому порядку, Ця форма сигналу [мультиплексування](http://en.wikipedia.org/wiki/Multiplexing) була розроблена в [області телекомунікацій](http://en.wikipedia.org/wiki/Telecommunications) для [телеграфної](http://en.wikipedia.org/wiki/Telegraphy) системи в кінці 1800-х, але знайшла своє найбільш загальне застосування в [цифровій](http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_data) телефонії в другій половині 20-го століття.

Мультиплексування з тимчасовим поділом використовується в основному для [цифрових](http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_data) сигналів, але може бути застосоване в [аналоговому](http://en.wikipedia.org/wiki/Pulse-amplitude_modulation)  [мультиплексування](http://en.wikipedia.org/wiki/Multiplexing) , в якому два або більше сигналів або [бітові потоки](http://en.wikipedia.org/wiki/Bit_stream) передаються одночасно. У тимчасовій області розділена на кілька повторюваних тимчасових інтервалів фіксованої довжини, по одному для кожного підканалу. Зразок байт даних або блок підканалу 1 передається в тимчасовому інтервалі 1, підканалу 2 протягом тимчасового інтервалу 2, і т.д. Один TDM складається з одного тимчасового інтервалу в підканалу плюс каналу синхронізації, а іноді й корекції помилок каналу перед синхронізацією. Після останнього підканалу, виправлення помилок і синхронізації, цикл починається знову з нового кадру, починаючи з другого зразка, байт або даних блоку від південнішого каналу 1, і т.д.

Основні застосування :

* бездротові TDMA-мережі, Wi-Fi, WiMAX;
* канальна комутація в PDH і SONET / SDH;
* пакетна комутація в ATM, Frame Relay, Ethernet, FDDI;
* комутація в телефонних мережах;
* послідовні шини: PCIe, USB.

## РОЗДІЛ 2.3 ЗАКОДОВАНИЙ ПОДІЛ МНОЖИНОГО ДОСТУПУ

Являє собою [метод доступу до каналу](http://en.wikipedia.org/wiki/Channel_access_method) використовують різні [радіо](http://en.wikipedia.org/wiki/Radio) комунікаційних технологій.

CDMA є прикладом [множинного доступу](http://en.wikipedia.org/wiki/Multiple_access), яка є, де кілька передавачів може відправити інформацію одночасно по одному каналу зв'язку. Це дозволяє декільком користувачам спільно використовувати смугу частот. Щоб дозволити це має бути досягнуто без невиправданого втручання між користувачами, CDMA працює [з розширеним спектром](http://en.wikipedia.org/wiki/Spread-spectrum) технологій і спеціальну схему кодування (де кожен передавач присвоюється код).

CDMA використовується в якості методу доступу в багатьох [мобільних телефонів стандартів](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_mobile_phone_standards), таких як [CDMAOne](http://en.wikipedia.org/wiki/IS-95), [CDMA2000](http://en.wikipedia.org/wiki/CDMA2000) ( [3G](http://en.wikipedia.org/wiki/3G) еволюція CDMAOne), і[WCDMA](http://en.wikipedia.org/wiki/WCDMA) (3G стандарту використовують [GSM](http://en.wikipedia.org/wiki/GSM) носіїв), які часто називають просто CDMA .

Використання:

* [Qualcomm](http://en.wikipedia.org/wiki/Qualcomm) стандарт [IS-95](http://en.wikipedia.org/wiki/IS-95) , продається як CDMAOne.
* Стандарт Qualcomm [IS-2000](http://en.wikipedia.org/wiki/IS-2000) , відомий як CDMA2000, використовується декількома виробниками мобільних телефонів, в тому числі [Глобалстар](http://en.wikipedia.org/wiki/Globalstar) [супутникового телефонного](http://en.wikipedia.org/wiki/Satellite_phone)мережі.
* [UMTS](http://en.wikipedia.org/wiki/UMTS) мобільний телефон стандарту 3G, який використовує [W-CDMA](http://en.wikipedia.org/wiki/W-CDMA) .
* CDMA був використаний в OmniTRACS супутникової системи для транспортних [логістики](http://en.wikipedia.org/wiki/Logistics) .

# ВИСНОВКИ

Отже, методи мультиплексування були розроблені для досягнення оптимального використання ліній і частот в електроніці і методів передачі даних доступні в якості шляху передачі доступні. В результаті, може бути знижена вартість і збільшена надійність.Комутатори, а також з'єднують їх канали повинні забезпечувати одночасну передачу даних декількох абонентських каналів. Для цього вони повинні бути високошвидкісними і підтримувати яку-небудь техніку мультиплексування абонентських каналів.

В даний час для мультиплексування абонентських каналів використовуються дві техніки:

* техніка частотного мультиплексування (Frequency Division Multiplexing, FDM);
* техніка мультиплексування з поділом часу (Time Division Multiplexing, TDM)

Операції мультиплексування/демультиплексування мають таке ж важливе значення в будь-якій мережі, як і операції комутації, тому що без них довелося б всі комутатори зв’язувати великою кількістю паралельних каналів, що звело б нанівець всі переваги неполносвязной мережі

Мультиплексування посилає сигнали або декілька потоків інформації на носії, в той же час у вигляді єдиного, комплексного [сигналу](http://searchnetworking.techtarget.com/definition/signal), а потім відновлюється окремі сигнали на приймальному кінці. В [аналогової](http://searchcio-midmarket.techtarget.com/definition/analog) передачі, сигнали, як правило, мультиплексовані з використанням частотно-поділом каналів (FDM), в яких носій [смуги пропускання](http://searchenterprisewan.techtarget.com/definition/bandwidth) ділиться на подканалов різних частотних ширини, кожен з яких несе сигнал, водночас паралельно. В [цифровий](http://searchcio-midmarket.techtarget.com/definition/digital) передачі, сигнали, як правило, мультиплексовані з використанням мультиплексування з тимчасовим поділом (TDM), в якому множинні сигнали передаються по одній і тій же каналу в чергуються тимчасових інтервалів. В деяких [волоконно-оптичних](http://searchtelecom.techtarget.com/definition/optical-fiber)мереж, декілька сигналів здійснюється разом як окремий [довжин хвиль](http://searchnetworking.techtarget.com/definition/wavelength) з світла в режимі мультиплексування сигналу, використовуючи щільну хвильового мультиплексування

# СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Танэбаум Э. [Компьютерные сети. / Эндрю Танэбаум.— Спб.:Питер, 2003.— 992с.](http://elrn.fizmat.tnpu.edu.ua/pluginfile.php/1091/mod_page/content/1/liter/TanenbaumKomputernyeSeti.djvu)
2. Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: [Учебник для вузов. 2- е изд] / В.Г.Олифер, Н.А.Олифер. - Спб.: Питер, 2004.- 864с.
3. Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: [Учебник для вузов. 3- е изд] / В.Г.Олифер, Н.А.Олифер. - Спб.: Питер, 2004.- 864с.