

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Центр заочної, дистанційної та вечірньої форм навчання

Кафедра електроніки,
загальної та прикладної фізики

Кваліфікаційна робота магістра

**ПРОЦЕСИ В ЕЛЕКТРОННО-ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ : МЕТОДИ
ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ**

Магістрант гр. ЕП.мдн – 81к

Бессмертних Ю.І.

Науковий керівник,
канд. фіз.-мат. наук, ст.викладач

Коваль В.В.

Завідувач кафедри ЕЗПФ
д-р фіз.-мат. наук, професор

Проценко І. Ю.

Суми 2019

РЕФЕРАТ

Метою роботи є порівняльний аналіз методів та середовищ передачі даних в інформаційних системах.

Розглянуті питання стосовно інформаційних систем як комунікаційних пристроїв, які забезпечують збирання, пошук, пересилання та оброблення інформації за допомогою технічних і програмних засобів. Показано, що електронна інформаційна система складається з баз даних, в яких накопичується інформація, джерел інформації, апаратної і програмної частин та споживача інформації.

Вивчені методи передачі даних, а саме: симплексний (односпрямована) передача інформації (телебачення, радіо); напівдуплексний (прийом/передача інформації здійснюється по черзі) та дуплексний (двонаправлений) метод, кожна станція одночасно передає і приймає дані.

Проведено порівняльний аналіз середовищ передачі інформації за параметрами: пропускною здатністю, числом вузлів, коефіцієнтом загасання та ін., визначені їх переваги та недоліки. Установлено, що коаксіальний кабель простий в установці і відносно стійким до перешкод, однак досить громіздкий і ідеально підходить тільки для коротких відстаней через його високий коефіцієнт загасання. Кабель вита пара є самим гнучким і дешевим серед трьох видів кабелів, що спрощує установку і експлуатацію, але він має високу чутливість до перешкод.

Робота викладена на 37 сторінках, у тому числі включає 17 рисунків, 1 таблицю, список цитованої літератури із 16 джерел.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА, СЕРЕДОВИЩЕ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ, ПРОПУСКНА ЗДАТНІСТЬ, ЗАГАСАННЯ, ДІАПАЗОН ЧАСТОТ, АСИНХРОННА І СИНХРОННА ПЕРЕДАЧА ДАНИХ.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ. СТРУКТУРА І	
КЛАСИФІКАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ	5
1.1 Інформаційні системи: класифікація, призначення та схеми.....	5
1.2 Проблеми використання інформаційних систем.....	8
1.3 Режими і методи передачі інформації	10
1.4 Асинхронна і синхронна передача даних	12
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ І СЕРЕДОВИЩА ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ	14
2.1 Канали зв'язку, їх робочі параметри та недоліки	14
2.2 Різновиди середовищ передачі даних.....	16
2.2.1 Кабель типу «вита пара».....	17
2.2.2 Коаксіальний кабель.....	19
2.2.3 Волоконно-оптичний кабель.....	21
2.2.4 Радіохвильова передача даних.....	24
2.2.5 Супутникові та інфрачервоні системи передачі даних.....	26
РОЗДІЛ 3. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СЕРЕДОВИЩ ПЕРЕДАЧІ	
ДАНИХ	28
3.1 Пропускна здатність.....	28
3.2 Число вузлів	29
3.3 Загасання.....	31
3.4 Електромагнітні перешкоди.....	33
ВИСНОВКИ	35
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	36

ВСТУП

Інформаційні системи знайшли широке застосування в життєдіяльності людства. Це пов'язано з тим, що для існування цивілізації необхідний обмін інформацією — передача знань, як між окремими членами і колективами суспільства, так і між різними поколіннями.

З появою інформаційних систем з'явилась необхідність в методах та середовищах передачі даних. За останній етап розвитку в галузі зв'язку, максимальне поширення набули оптичні кабелі і волоконно-оптичні системи передачі, які за своїми характеристиками набагато перевершують всі традиційні кабельні системи зв'язку. Зв'язок по волоконно-оптичним кабелям, є одним з ключових напрямків науково-технічного прогресу. Кабелі та оптичні системи застосовуються не тільки для обчислювальної техніки, але ще й для організації телефонного міського, а також міжміського зв'язку, кабельного телебачення, відеотелефонії, радіосповіщення, технологічного зв'язку і т.д.

З кожним днем все більше збільшується кількість корпоративних мереж, існуючі мережі розширюються, зростає число користувачів цих мереж. Причому ростуть також і вимоги. Головними напрямками соціального і економічного розвитку країни визначена програма подальшого розвитку зв'язку, яка передбачає продовження розвитку і підвищення надійності зв'язку країни на базі новітніх досягнень науки і техніки та розвинути високоавтоматизоване виробництво волоконно-оптичних кабелів зв'язку.

Важливе місце займають кабельні лінії зв'язку, які мають хорошу захищеність каналів зв'язку від атмосферних впливів і різного роду перешкод, високу стійкість і довговічність. Дані якості особливо проявляються на сучасному етапі розвитку техніки кабельного зв'язку із застосуванням багатоканальних систем зв'язку.

Мета роботи полягає в проведенні порівняльного аналізу методів і середовищ передачі даних в інформаційних системах.

РОЗДІЛ 1

ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ. СТРУКТУРА І КЛАСИФІКАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

1.1. Інформаційні системи: класифікація, призначення та схеми

Інформаційна система — це комунікаційна система, що забезпечує збирання, пошук, пересилання та оброблення інформації за допомогою технічних і програмних засобів (рис.1.1). В сучасних умовах основним технічним засобом обробки інформації є персональний комп'ютер. Більшість сучасних інформаційних систем перетворюють не інформацію, а дані. Тому часто їх називають системами обробки даних [1].

Інформаційна система складається з баз даних, в яких накопичується інформація, джерел інформації, апаратної частини інформаційних систем, програмної частини інформаційних систем, споживача інформації.

1) Ручні інформаційні системи характеризуються відсутністю сучасних технічних засобів переробки інформації та виконанням всіх операцій людиною. Наприклад, про діяльність менеджера у фірмі, де відсутні комп'ютери, можна говорити, що він працює з ручною ІС;

2) Автоматизовані інформаційні системи (АІС) - найбільш популярний клас ІС (Рис.1.2). Вони припускають участь в процесі накопичення, обробки інформації баз даних, програмного забезпечення, людей і технічних засобів;

3) Автоматичні інформаційні системи виконують всі операції по переробці інформації без участі людини. Прикладом автоматичних інформаційних систем є деякі пошукові машини Інтернет, наприклад Google, де збір інформації по сайтах здійснюється автоматично пошуковим роботом і людський фактор не впливає на ранжирування результатів пошуку.

У свою чергу цільові функції визначаються призначенням фактографічної інформаційної системи. Залежно від них можна виділити системи:

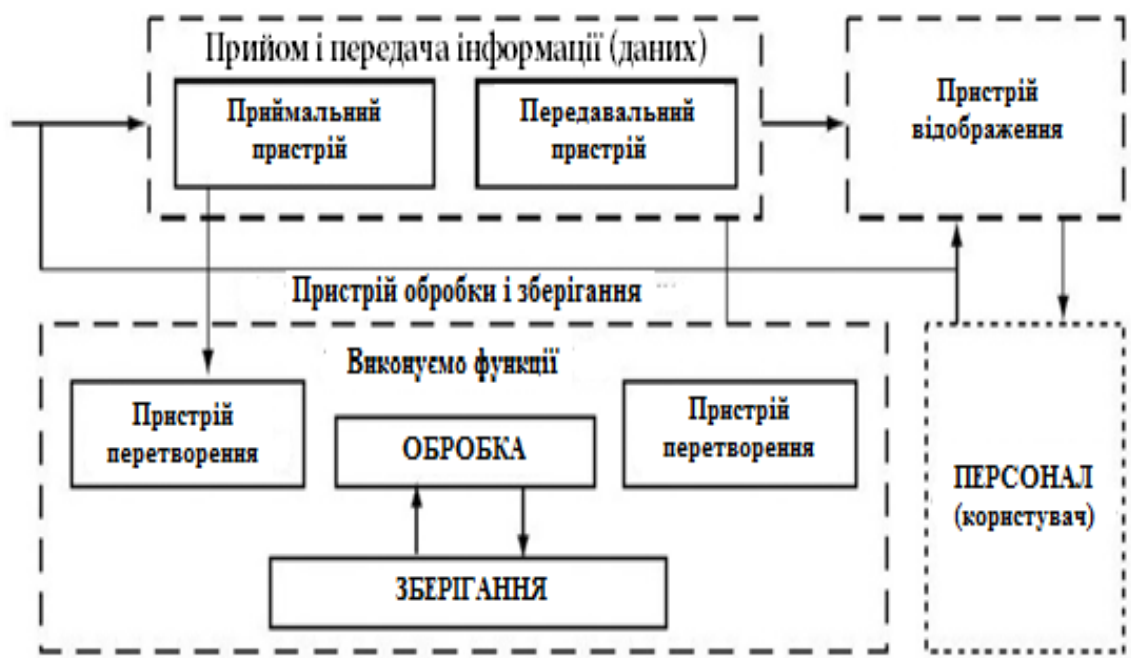


Рис.1.1 - Загальна блок-схема інформаційної системи [2]

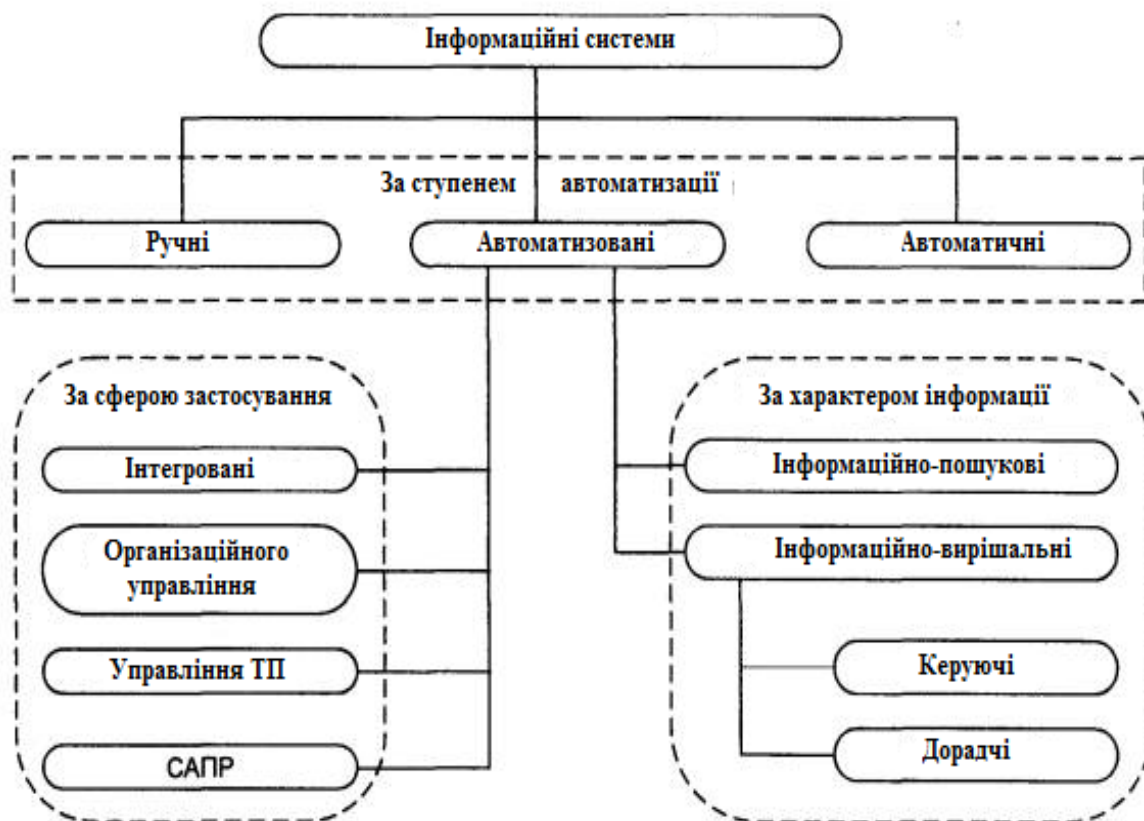


Рис.1.2 - Класифікація ІС за ступенями автоматизації [4]

1) Інформаційно - довідкові ІС. В даний час створено і успішно функціонує велика кількість інформаційно - довідкових систем різного призначення, які призначені для задоволення інформаційних запитів користувачів. Характерна особливість таких систем ,що інформація, знайдена за результатами запитів, не використовується безпосередньо в рамках цієї ж системи, а видається користувачеві, який використовує отриману інформацію для будь-яких необхідних йому цілей. Прикладом інформаційно-довідкових систем можуть служити пошукові системи Інтернет. Відповідно до запиту інформаційно-довідкова система здійснює пошук потрібних відомостей з числа тих, що зберігаються в її інформаційному фонді. Пошук, це одна з основних операцій в таких системах, тому вони є також інформаційно-пошуковими системами (ІПС).

2) Управлінські системи призначені для вирішення різного роду управлінських і техніко-економічних завдань. Зазвичай ці системи функціонують в рамках АСУ підприємства, організації, галузі (наприклад, інформаційні системи лікарень і автоматизованих складів, матеріально-технічного постачання і управління запасами, обліку кадрів і бухгалтерського обліку і т.п.). Часто ці системи обслуговують окремі служби та є автономними, тобто розпоряджаються власним інформаційним фондом, алгоритмічним і програмним забезпеченням.

3) Інформаційно - розрахункові ІС. В інформаційно-розрахункових системах інформація, що зберігається, використовується для вирішення завдань, пов'язаних з різними розрахунковими операціями. До подібних завдань відносяться статистичний облік і аналіз, прогнози родовищ і погоди, діагностика (діагноз захворювання, встановлення причини несправності обладнання або приладу). До інформаційно-розрахункових можна віднести ІС, що функціонують в рамках систем автоматизованого проектування (САПР). Останні виконують різні проектні розрахунки, вирішують завдання оптимізації параметрів елементів, схем, пристроїв в приладобудуванні та машинобудуванні, радіоелектроніці та суднобудуванні.

4) Інформаційно - логічні системи на відміну від всіх інших здатні видавати інформацію, не введену раніше в систему в безпосередньому вигляді, а отриману на підставі логічного аналізу, узагальнення, переробки відомостей, наявних в інформаційних масивах. Такі системи можуть вирішувати науково-дослідні завдання, замінюючи певною мірою працю фахівця-дослідника. Їх іноді називають інтелектуальними системами, так як при їх розробці використовуються положення теорії штучного інтелекту.

1.2. Проблеми використання інформаційних систем

Проблеми програмних помилок. Сьогодні дуже багато людей вміють писати комп'ютерні програми, але ніхто не вміє уникнути програмних помилок. Програми управляють повітряними лайнерами, ядерними реакторами, енергетичними мережами, водопостачанням і системами реанімації, допомагають хірургам і ставлять діагноз захворювання. Нижче представлена таблиця, де вказані обсяги програмних продуктів і середні значення чисел помилок на 1000 рядків коду. Потрібно пам'ятати, що крім ОС існує величезна кількість програмних додатків. Наше життя все більшою мірою залежить від роботи програм. На черзі поява переносних моніторів стану здоров'я і розробка ліків, узгоджених з генним набором конкретної людини, щоб виключити алергії. У таблиці 1.1 наведені дані по числу помилок в сучасних операційних системах. Проблема може бути вирішена шляхом переходу від мов опису алгоритму до мов опису проблеми, де вибір алгоритму покладається на комп'ютер (мінімізується людський фактор - головне джерело помилок) [3,4]. Для цього комп'ютера будуть потрібні деякі риси штучного інтелекту і повинен бути створений банк всіх відомих алгоритмів. Це зменшить на порядки число програмних помилок, також як сьогодні ми не стикаємося з помилками в програмах обчислення значень стандартних функцій (помилки звідти давно прибрані). Точно так-же будуть з часом прибрані помилки з текстів програм стандартних алгоритмів.

Таблиця 1.1

Середні значення чисел помилок на 1000 рядків коду. Із роботи [5]

Програмний продукт	Число рядків коду	Число помилок на 1000 рядків коду
Windows XP	45 млн	0,5
Linux Kernel (до тестування)	5,7 млн	~7
NASA JPL		0,003
Середнє по індустрії		15-50
Вся авіоніка США (на землі і бортова)	~1 млрд	

Дані, що зберігаються на будь-якому з носіїв можуть спотворюватися з часом через теплові шуми, природну радіоактивність, космічних частинок, а методи корекції помилок не можуть цей ефект усунути. Крім того в комп'ютерах завжди будуть міститися програмні помилки. Не слід забувати і про хакерів. Але участь комп'ютерів в нашому житті стрімко збільшується. Комп'ютери управляють автомобілями, морськими судами і літаками, моніторять здоров'я людей, управляють бізнесом, приймають самостійні рішення в самих різних сферах.

Проблеми мережевої безпеки. Все більше сторін людського життя залежить від комп'ютерів і мереж. Програми стають все більш складними і з цієї причини більш вразливими. Через мережі управляються системи енерго- і водопостачання, міський транспорт, фінансові установи тощо У 2012 році доходи кіберзлочинців перевищили доходи від наркотрафіку і цей кримінальний бізнес став залучати велику кількість висококласних програмістів. З цієї причини міське господарство може стати об'єктом атаки терористів, які перебувають за межами національних кордонів. Хакерство і SPAM істотно здорожують послуги Інтернет.

Проблеми криптографії. До сих пір не доведені теореми криптографічної міцності для всіх використовуваних крипто-алгоритмів. Прогрес в області зростання продуктивності обчислювальної техніки робить існуючі алгоритми менш ефективними (Рис.1.3).

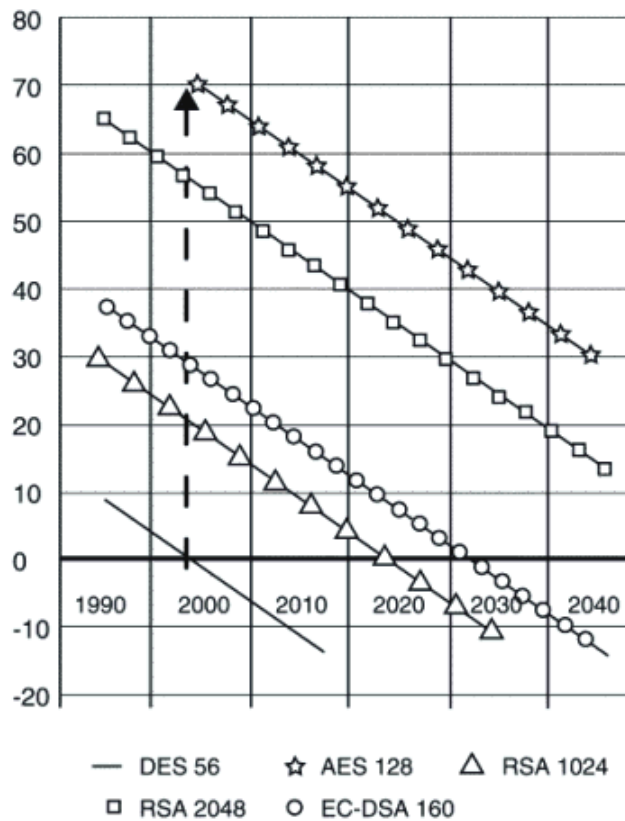


Рис.1.3 - Деградація ефективності крипто-алгоритмів. Адаптована із роботи [7]

1.3. Режими і методи передачі інформації

При обміні даними між вузлами використовуються три методи передачі даних:

1. Симплексна (односпрямована) передача (телебачення, радіо);
2. Напівдуплексна (прийом / передача інформації здійснюється по черзі);
3. Дуплексна (двунаправлена), кожна станція одночасно передає і приймає дані.

У повсякденному житті ми спілкуємося між собою в дуплексному режимі, тобто ми можемо одночасно говорити і чути співрозмовника. Таким чином, дуплекс більш звичний і природний для спілкування. Звичайний телефонний зв'язок, в тому числі і в стільникових мережах, здійснюється в дуплексному режимі. Однак дуплекс не позбавлений недоліків. Симплексний же режим,

незважаючи на деякі незручності при радіообміні, має ряд переваг в технічному плані:

1) У симплексу досить просто реалізується один з основних режимів радіообміну в мережах ПМР - груповий виклик і різні його варіації. В сучасних дуплексних мережах можлива організація так званого конференц-зв'язку, однак для оперативного зв'язку вона малоприматна, так як включення режиму вимагає певного часу.

2) Дуплексний режим менш економічний. Це викликано тим, що для збереження радіоканалу в обох напрямках передавач мобільної станції працює безперервно, в той час як розмова зазвичай відбувається у вигляді діалогу або монологу, тому в середньому 50% часу передачі сигналу в одному з напрямків не потрібно, і енергія джерела живлення витрачається неоптимально. У симплексних радіостанціях енергія джерела живлення використовується більш раціонально.

3) В умовах нестійкого зв'язку дуплекс менш надійний, тому що потрібна підтримка надійного каналу зв'язку в обох напрямках.

4) технічної точки зору реалізація дуплексного режиму значно складніша, так як потрібне застосування додаткових технічних рішень для забезпечення одночасної роботи приймача і передавача, тому дуплексні радіостанції зазвичай дорожче симплексних.

5) При організації мережі зв'язку, радіозасобам які працюють в симплексному режимі, як правило, потрібно значно менше каналів зв'язку. Тим самим симплексний режим сприяє економії ресурсів радіочастотного спектру.

6) Слід зазначити, що в окремих випадках вирішальним фактором виконання завдання може виявитися можливість передачі повідомлення від диспетчера стаціонарної радіостанції мобільним абонентам, навіть якщо з яких-небудь причин зворотній канал зв'язку неможливий. При симплексному режимі це не викличе труднощів, в дуплексі таке неможливо.

Багато мереж професійного мобільного радіозв'язку дозволяють одночасно використовувати абонентські радіостанції як в дуплексному, так і в

симплексному режимі. В цьому випадку базова станція працює в дуплексному режимі, а симплексна абонентська радіостанція - в напівдуплексному, тобто з розносом частот прийому і передачі і почерговим включенням цих режимів. З огляду на викладене, можна дати наступні загальні рекомендації: для систем зв'язку, що мають вихід на телефонну мережу, використання дуплексного режиму роботи абонентських терміналів може бути доцільним, для оперативного радіозв'язку - оптимальним варіантом є симплексний режим роботи станцій.

1.4. Асинхронна і синхронна передача даних

Паралельна і послідовна передачі даних хоча і служать одній меті - обміну даними і зв'язку між периферією (пристроями введення / виводу) і модулем обробки даних (материнською платою), але використовують різні методи і принципи обміну інформацією.

Паралельна зв'язок означає, що всі біти передаються одночасно (паралельно). При цьому тут важливим є поняття розрядності шини.

На відміну від послідовної передачі даних паралельна передача, як правило, односпрямована, тобто дані передаються тільки в одному напрямку.

На відміну від паралельної передачі даних окремі біти пересилаються (або приймаються) послідовно один за одним, при цьому можливий обмін даними в двох напрямках. Рівень напруги послідовного інтерфейсу змінюється в межах від -25 В до +25 В. Завдяки цьому відносно високому значенню напруги підвищується стійкість, і дані можуть передаватися без втрат по кабелю довжиною 50 м і більше.

Для передачі даних в інформаційних системах найбільш часто застосовується послідовна передача. Широко використовуються такі методи послідовної передачі: асинхронна та синхронна.

При асинхронній передачі кожен символ передається окремою посилкою (рис.1.4).

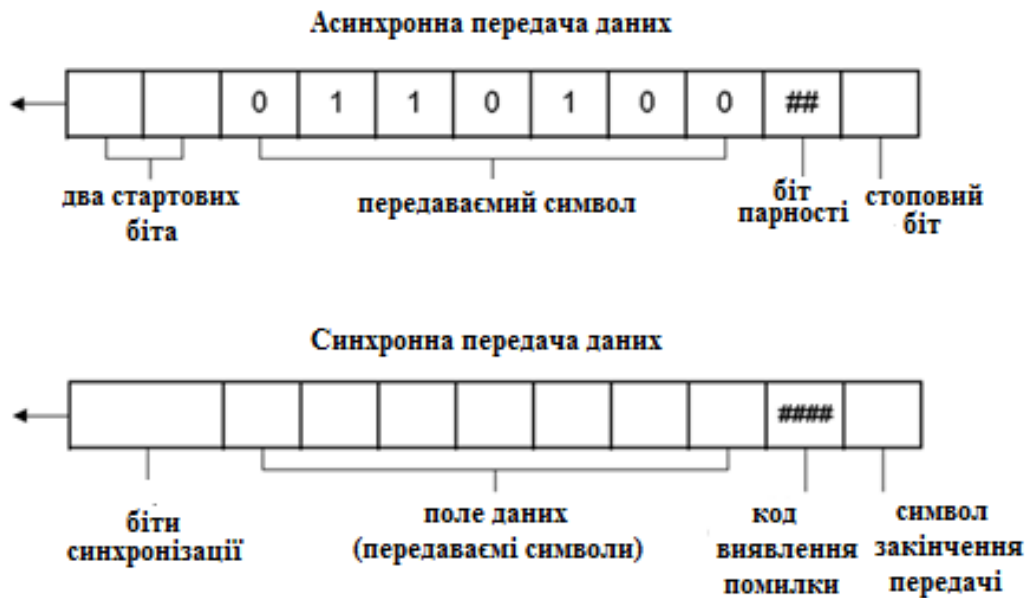


Рис 1.4 – Схема асинхронної і синхронної передачі даних [9]

Стартові біти попереджають приймач про початок передачі. Потім передається символ. Для визначення достовірності передачі використовується біт парності (біт парності = 1, якщо кількість одиниць в символі непарна, і 0 в іншому випадку. Останній біт "стоп біт" сигналізує про закінчення передачі.

Асинхронна передача використовується в системах, де обмін даними відбувається час від часу і не потрібна висока швидкість передачі даних. Деякі системи використовують біт парності як символний біт, а контроль інформації виконується на рівні протоколів обміну даними (Xmodem, Zmodem, MNP).

При використанні синхронного методу дані передаються блоками. Для синхронізації роботи приймача і передавача на початку блоку передаються біти синхронізації. Потім передаються дані, код виявлення помилки і символ закінчення передачі. При синхронній передачі дані можуть передаватися і як символи, і як потік бітів. В якості коду виявлення помилки зазвичай використовується Циклічний Ізбиточний Код Виявлення Помилки (CRC). Він обчислюється по вмісту поля даних і дозволяє однозначно визначити достовірність прийнятої інформації.

Переваги: висока ефективність та швидкість передачі даних; надійний вбудований механізм виявлення помилок.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ І СЕРЕДОВИЩА ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ

2.1. Канали зв'язку, їх робочі параметри та недоліки

Під «каналом зв'язку» (communication link) прийнято розуміти сукупність різних засобів, включаючи фізичне середовище, яке забезпечує передачу сигналів від джерела до одержувача повідомлень (рис.2.1). Причому фізичним середовищем для передачі сигналів може бути кабель в дротовому зв'язку, атмосфера в наземному радіозв'язку і т.д.

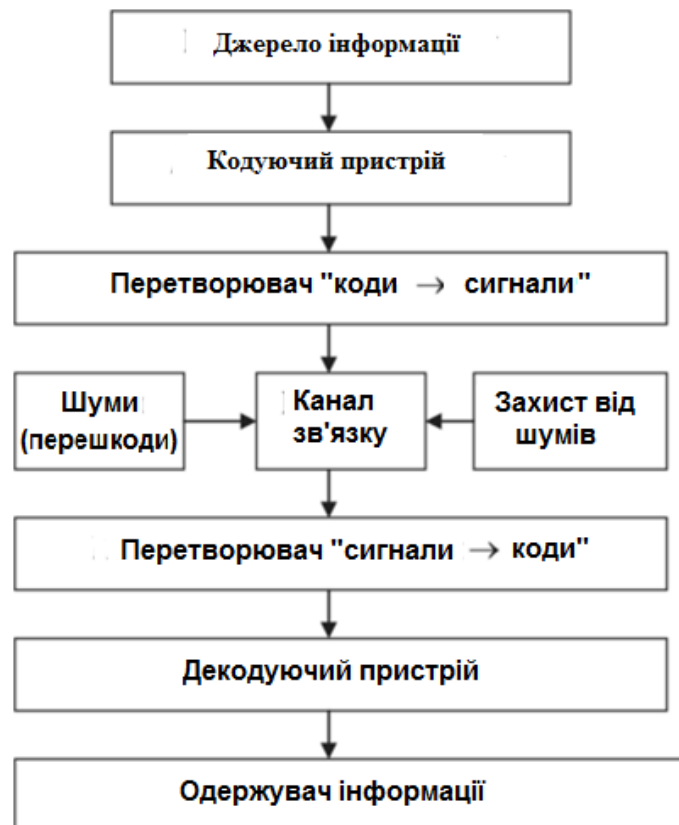


Рис.2.1 - Загальна схема роботи каналу зв'язку. Адаптовано із роботи [8]

«Наведення» від потужних споживачів електрики або атмосферних явищ, призводять до появи порушень в радіозв'язку; одночасна дія декількох близько розташованих однотипних джерел (одночасна розмова кількох осіб). До перешкод можуть призводити і внутрішні особливості даного каналу,

наприклад, фізичні неоднорідності носія; паразитні явища в шинах; процеси загасання сигналу в лінії зв'язку через велику віддаленість. Якщо рівень перешкод виявляється сравнимим з інтенсивністю несущого сигналу, то передача інформації з даного каналу виявляється взагалі неможливою. Однак і при відносно низьких рівнях шумів вони можуть викликати спотворення переданого сигналу. Існують і застосовуються методи захисту від перешкод, наприклад: екранування електричних ліній зв'язку, поліпшення вибіркової приймального пристрою тощо. Іншим способом захисту від перешкод є використання спеціальних методів кодування інформації

Після проходження повідомлення по каналу зв'язку сигнали за допомогою приймального перетворювача переводяться в послідовність кодів, які декодувальним пристроєм подаються у формі, необхідній приймачу інформації. На етапі прийому, як і при передачі, перетворювач може бути поєднаний з декодувальним пристроєм (наприклад, радіоприймач або телевізор) або існувати самостійно (наприклад, модем).

Поняття «лінія зв'язку» об'єднує всі елементи, представлені на схемі, - від джерела до приймача інформації. Характеристиками будь-якої лінії зв'язку є швидкість, з якою можлива передача повідомлення в ній, а також ступінь спотворення повідомлення в процесі передачі.

Будь-який перетворювач, робота якого заснована на використанні коливальних (електричних або механічних) може формувати і пропускати сигнали з обмеженої області частот. (Приклад з телефонним зв'язком наводився вище.) Те ж слід віднести до радіо і телевізійного зв'язку: весь частотний спектр розділений на діапазони (ДХ, СХ, КВІ, КВП, УКВ, ДМ В), в межах яких кожна станція займає свій піддіапазон, щоб не заважати мовленню інших.

Інтервал частот, що використовується даним каналом зв'язку для передачі сигналів, називається шириною смуги пропускання. Для побудови теорії важлива не сама ширина смуги пропускання, а максимальне значення частоти з цієї лінії (ν_m), оскільки саме їй визначається можлива швидкість передачі інформації по каналу.

Тривалість елементарного імпульсу може бути визначена з таких міркувань. Якщо параметр сигналу змінюється синусоїдально, то, як видно з рисунку 2.2 за один період коливання T сигнал буде мати одне максимальне значення і одне мінімальне.

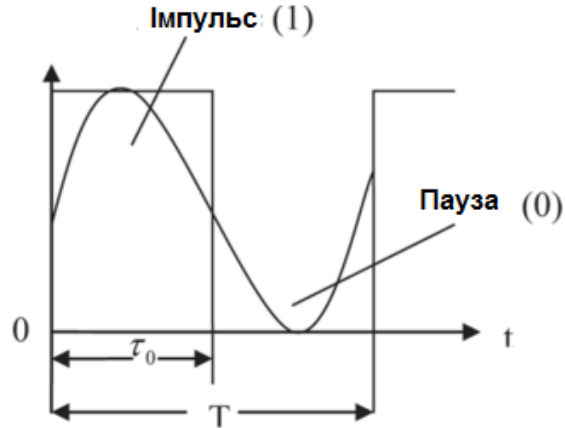


Рис.2.2 - Тривалість елементарного імпульсу [6]

2.2. Різновиди середовищ передачі даних

Середовища передачі даних розбиваються на дві великі категорії : кабельні і бездротові (рис.2.3).



Рис.2.3 - Класифікація середовищ передачі даних [10]

2.2.1 Кабель типу «вита пара»

У кабелях типу "вита пара" для передачі сигналів використовуються одна або більше пар звитих мідних провідників (рис.2.4). Даний кабель широко використовується в телекомунікаціях. Так як мідні провідники, пропускаючи електричні сигнали, тісно прилягають один до одного, кожен з них може створювати перешкоди в іншому. Така взаємодія провідників називається перехресними наводками. Для зниження перехресних і зовнішніх перешкод провідники перекручуються. Перекручення дає можливість сигналам, що випускаються провідниками, гасити один одного і оберігати кабель від зовнішніх перешкод.

Існує два типи кабелю «вита пара»:

- 1) Неекранована «вита пара» (Unshielded Twisted Pair, UTP) (рис.2.5);
- 2) Екранована «вита пара» (Shielded Twisted Pair, STP) (рис.2.6).

Кабель типу "неекранована вита пара" (UTP) містить кілька витих пар в пластмасовій оболонці. На рисунку 2.5 зображена неекранована «вита пара».

Кабель "неекранована вита пара" може складатися з чотирьох або восьми провідників. Кабель UTP з чотирма жилами називається двухпарним. Мережеві топології, що використовують UTP, вимагають застосування як мінімум двухпарного кабелю.

Оскільки кабель UTP спочатку застосовувався в телефонних системах, прокладання UTP часто нагадує установку телефонних систем. Для чотирипарного кабелю необхідний модульний роз'єм RJ-45. Для двухпарного кабелю потрібен телефонний роз'єм RJ-11. Два роз'єму (коннектора) підключаються до обох кінців з'єднувального кабелю. Один роз'єм вставляється в комп'ютер або інший пристрій, а інший - в стінну кабельну розетку. Стінна розетка з'єднує відгалужуваний кабель мережі (абонентське відведення) з основним кабелем. Основний кабель підключається до комутаційної панелі. Комутаційна панель забезпечує зв'язок за допомогою основних сполучних кабелів з іншими користувачькими і комунікаційними пристроями.

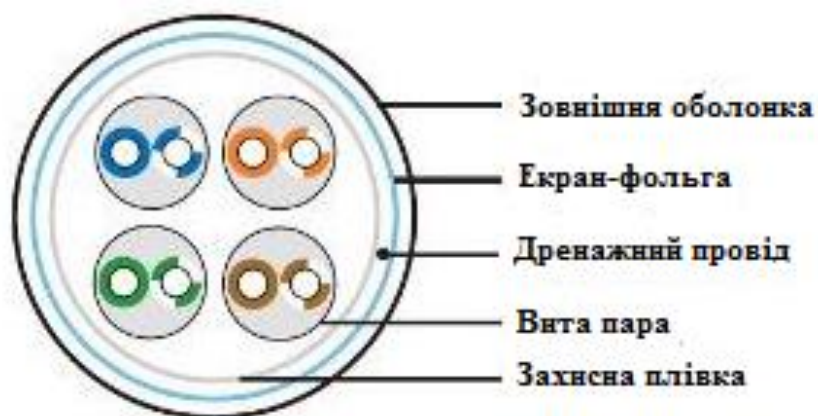


Рис.2.4 - Кабель «вита пара» [1]



Рис.2.5 - Неєкранована «вита пара» [1]



Рис.2.6 - Екранована «вита пара» [1]

Єдине в чому полягає відмінність між «екранованою вітою парою» (STP) і UTP це те, що кабель STP екранований (обернений в алюмінієву фольгу - металізовану алюмінієм поліетиленову стрічку, або сам кабель в цілому у вигляді загального екрану з фольги та / або має обплетення з мідного дроту). Даний екран захищає внутрішню оболонку кабелю. На рисунку 2.6 зображена екранована «вита пара».

2.2.2 Коаксіальний кабель

Коаксіальний кабель має два провідника із загальною центральною віссю. У центрі такого кабелю розташований суцільний мідний провідник або багатожильний провід. Він укладений в пластиковий спінений ізолюваний шар. Такий же ізолюючий шар покриває другий провідник - циліндричну оплетку, металеву фольгу або те й інше. Обшивка оберігає дріт від електромагнітних завад. Її часто називають екраном. Зовнішній шар такого кабелю утворює жорстка пластмасова оболонка, яка забезпечує захист та ізоляцію. На рисунку 2.7 зображений коаксіальний кабель.

Найбільше застосування мають кабелі середнього (2,6/9,5 мм) і малогабаритного (1,2/4,6 мм) типів. Середні коаксіальні пари призначаються для організації багатоканального зв'язку і телебачення на великі дистанції між кінцевими пунктами зв'язку. Малогабаритні коаксіальні кабелі призначені для будівництва кабельних магістралей обмеженої протяжності. Перевагою цих кабелів є простота конструкції, дешевизна і технологічність їх виготовлення.

Мережі на коаксіальному кабелі створюються шляхом об'єднання T-образних секцій в один довгий сегмент. Два вільних кінця сегмента завершуються термінаторами. Персональний комп'ютер підключаються до одного з кінців T-образної секції. Дані передаються уздовж усього сегмента і досягають всіх пристроїв, що входять в сегмент. На рисунку (рис.2.8 і рис.2.9) зображене з'єднання комп'ютерів за допомогою «товстого» і «тонкого» коаксіального кабелю.



Рис.2.7 - Коаксіальний кабель [3]

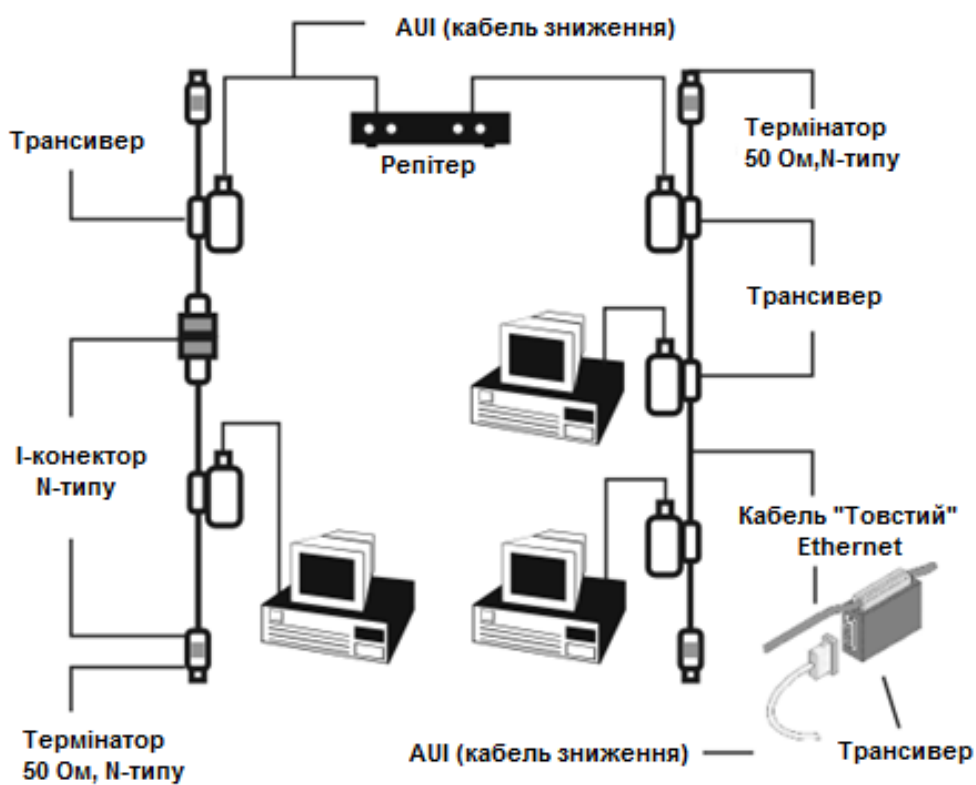


Рис.2.8 - З'єднання комп'ютерів за допомогою «товстого» коаксіального кабелю [7]

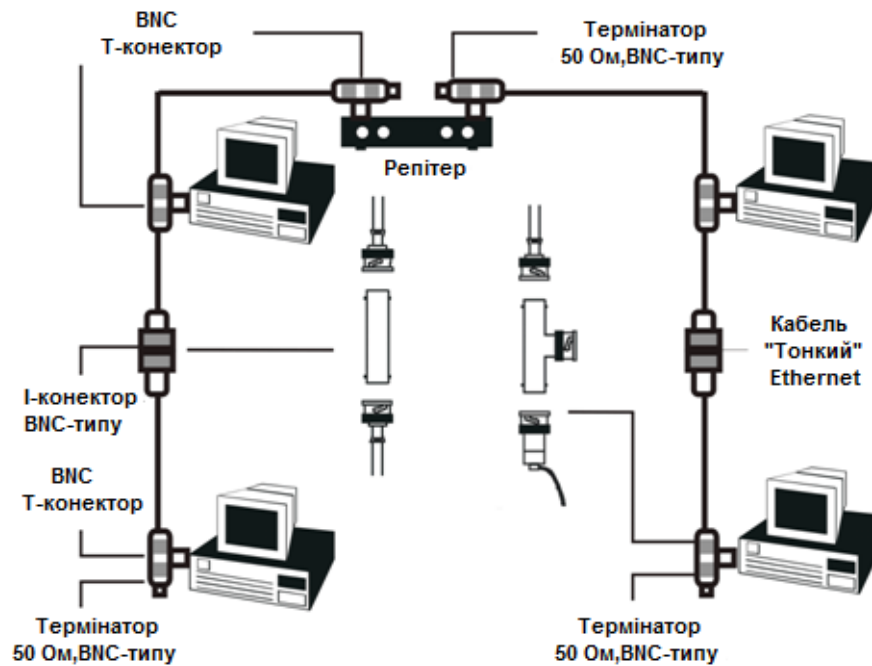


Рис.2.9 - З'єднання комп'ютерів за допомогою «тонкого» коаксіального кабелю [7]

У процесі модернізації мережі (наприклад, шляхом додавання нових ПК) відбувається розрив сегмента, що робить мережу тимчасово непрацездатною. Коаксіальний кабель може використовуватися тільки для мереж стандарту Ethernet.

2.2.3 Волоконно-оптичний кабель

Волоконно-оптичний кабель передає неелектричні, а світлові сигнали. Він набагато ефективніший, ніж інше середовище передачі даних. Коли знизиться його вартість, цей кабель стане оптимальним вибором для мереж.

Волоконно-оптичний кабель має внутрішній сердечник зі скла або пластику, який проводить світло. Внутрішній сердечник кабелю покритий оболонкою - шаром скла, що відображає світло. Оптичне волокно укладено в захисну пластикову оболонку, яка може мати різну жорсткість. На рисунку 2.10 зображений приклад волоконно-оптичного кабелю.

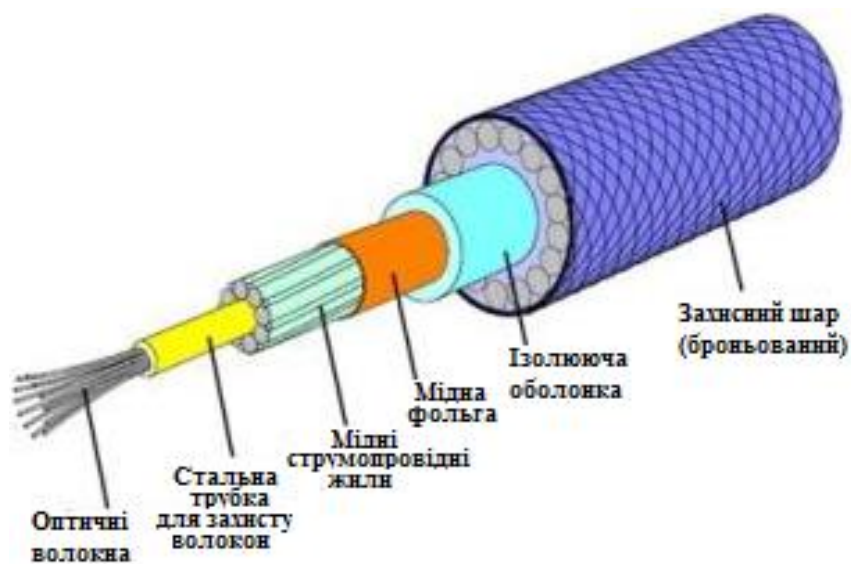


Рис.2.10 - Волоконно-оптичний кабель [8]

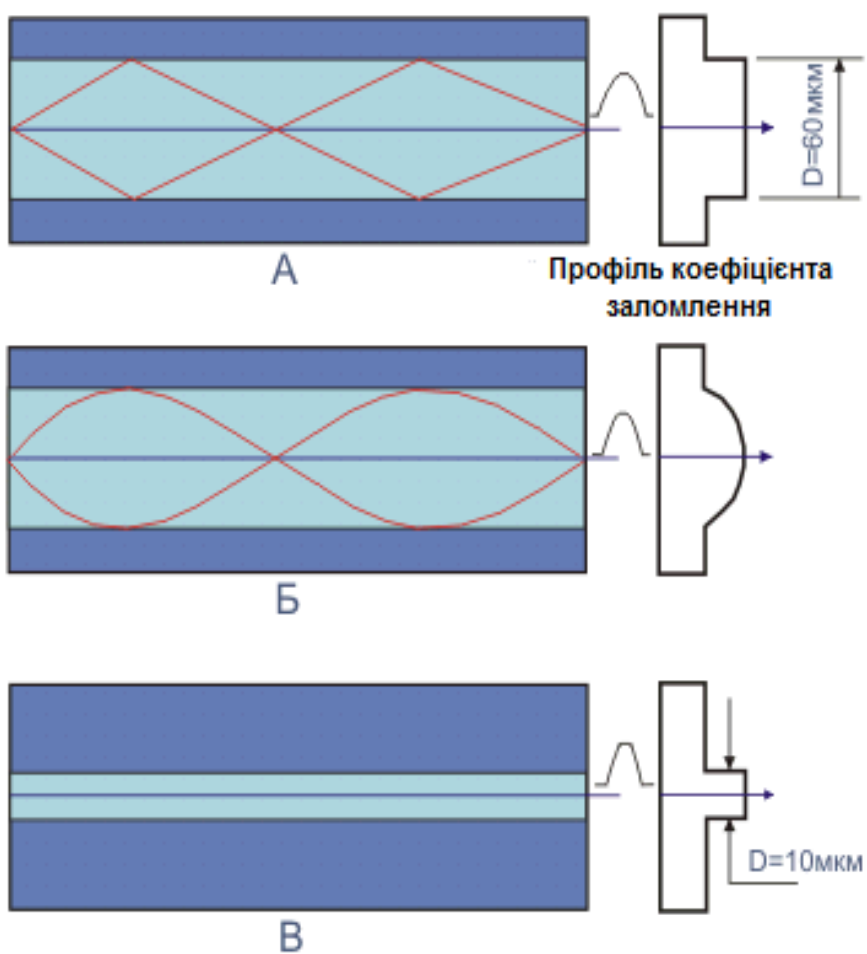


Рис.2.11 - Три вида волокна (А, Б і В) [8]

В облежених конфігураціях між внутрішньою і зовнішньою оболонкою залишено простір, заповнений гелем або іншим спеціальним матеріалом. Внутрішня захисна оболонка забезпечує необхідну жорсткість, що робить кабель стійким до розривів, а також перегріву або переохолодження. Додатковий захист дає гель, що підсилює жили і зовнішня оболонка. Кабель може містити одне світлопровідне волокно, але зазвичай їх кілька. Волоконно-оптичний кабель компактніший і легший, ніж мідний. Діаметр одного волокна приблизно відповідає людському волосу. Є кілька типів оптичних волокон, що мають різні властивості. Вони відрізняються один від одного залежністю коефіцієнта заломлення від радіуса центрального волокна. На рисунку 2.11 зображені три види волокна (А, Б і В).

Літерами А і Б відзначений мультимодовий вид волокон. Тип Б має меншу дисперсію часу поширення і з цієї причини вносить менші спотворення форми сигналу. Встановлено, що, надаючи світловим імпульсам певну форму, дисперсійні ефекти можна повністю виключити. При цьому з'являється можливість передавати імпульси на відстань в тисячі кілометрів без спотворення їх форми. Такі імпульси називаються солітонами. Буквою В позначений одномодовий вид волокна (поняття мода пов'язано з характером поширення електромагнітних хвиль). У спрощеному вигляді можна вважати, що мода - це одна з можливих траєкторій, по якій може поширюватися світло у волокні. Чим більше мод, тим більше дисперсійне перекручування форми сигналу. Одномодове волокно дозволяє отримати смугу пропускання в діапазоні 50-100 ГГц-км. Цей різновид волокна сприймає меншу частку світла на вході, за те забезпечує мінімальне спотворення сигналу і мінімальні втрати амплітуди. Слід також мати на увазі, що обладнання для роботи з одномодовим волокном значно дорожче. Число мод, що допускаються волокном, певною мірою визначає його інформаційну ємність. Модова дисперсія призводить до розпливання імпульсів і їх наїзду одне на одного. Дисперсія залежить від діаметра центральної частини волокна і довжини хвилі світла.

Типова волоконно-оптична локальна мережа містить комп'ютер або мережевий пристрій з волоконно-оптичною платою мережного інтерфейсу (NIC). Ця плата має вхідний і вихідний інтерфейс. Ці інтерфейси за допомогою спеціальних волоконно-оптичних роз'ємів з'єднуються безпосередньо з волоконно-оптичними кабелями. Протилежний кінець кабелю підключається до зв'язного пристрою або стикувального центру.

Пристрої оптичного інтерфейсу перетворюють сигнали комп'ютера в світло, що передається через оптоволокно. Коли світло проходить через кабель і досягає приймального кінця, той же інтерфейс перетворює його назад в сигнали комп'ютера. Для одномодових кабелів імпульси світла створюються діодами з лазерною накачкою (ILD), генеруючими світло високої якості. При прийомі світлового імпульсу він перетворюється в електричний сигнал P-i-N діодами (P-intrinsic-N) або фотодіодами.

2.2.4 Радіохвильова передача даних

Бездротове середовище передачі даних корисне, коли велика відстань або перешкоди ускладнюють застосування іншого носія. Існують три основні типи бездротового середовища передачі даних: радіохвилі, мікрохвильове і інфрачервоне випромінювання. Радіохвилі мають частоту від 10 кілогерц (КГц) до 1 гігагерца (ГГц). Діапазон спектра електромагнітних хвиль від 10 КГц до 1 ГГц називається радіочастотами (RF). Радіохвилі бувають наступних типів: короткі; дуже короткі частоти (VHF) - телебачення і радіо FM; ультракороткі (UHF) - радіо і телебачення.

Діяльність на більшості радіочастот регулюється. Для використання регульованої частоти потрібно отримати ліцензію у відповідних місцевих органах нагляду. Отримання ліцензії може коштувати чималих коштів, зайняти багато часу і утруднити зміну обладнання. Тим часом ліцензування гарантує, що в виділеному діапазоні буде чистий ефір.

Частоти, які застосовуються в комп'ютерних радіомережах, можна розділити на три категорії: одночастотні низької потужності; одночастотні високої потужності; з широким спектром.

Радіомережі з однією частотою і сигналом низької потужності працюють тільки на одній частоті. Дальність дії малопотужних пристроїв зазвичай обмежена 20 - 30 метрами. Хоча радіохвилі низьких частот можуть проникати через деякі матеріали, мала потужність обмежує їх поширення невеликими відкритими просторами.

Одночастотна передача великої потужності аналогічна одночастотній трансляції малої потужності, але дозволяє перекривати великі відстані. Її можна використовувати для віддаленої зовнішньої передачі. При цьому сигнал здатний долати зону прямої видимості і поширюватися за горизонт, відбиваючись від верхніх шарів атмосфери Землі. Радіомережі з однією частотою і сигналом великої потужності можуть виявитися ідеальним рішенням для організації мобільних мереж, обміну інформацією з транспортним засобом, кораблем або літаком. Швидкість передачі даних тут аналогічна одночастотним мережам з сигналом малої потужності, але інформація передається на великі відстані.

Радіообмін в широкому спектрі (передача з рознесенням сигналу по спектру) використовує ті ж частоти, що й інші види радіомереж, але замість однієї частоти тут задіяно одночасно декілька частот. Для цього можна використовувати дві схеми модуляції: пряму послідовну модуляцію і модуляцію зі стрибкоподібною зміною частоти. Пряма частотна модуляція є найбільш поширеною схемою. Вона передбачає розбиття вихідних даних на фрагменти, які транслюються потім в окремих частотах. Для запобігання або ускладнення перехоплення інформації передаються також помилкові сигнали. Передавач координує свою роботу з приймачем, якому відомі дозволені частоти. Завдяки цьому приймач може виділити фрагменти даних і виконати їх складання, ігноруючи неправдиву інформацію. Сигнал можна перехопити, але важко простежити правильну послідовність, зібрати фрагменти даних і

дізнатися, які з них справжні, щоб отримати правильне повідомлення. Таким чином, перехоплення інформації вкрай важко. Існуючі 900-мегагерцові системи з прямою послідовною модуляцією підтримують швидкості передачі даних від 2 до 6 Мбіт / с. Більш високі частоти дозволяють збільшити цю швидкість.

Модуляція зі стрибкоподібною зміною частоти передбачає швидке перемикання між декількома заздалегідь виділеними частотами. Передавач і приймач повинні бути дуже добре синхронізовані, щоб така схема працювала. За рахунок одночасної передачі на декількох частотах можна розширити смугу пропускання.

2.2.5 Супутникові та інфрачервоні системи передачі даних

Супутникові мікрохвильові системи передають сигнал між спрямованими параболічними антенами. Вони використовують гігагерцовий діапазон частот і діють в межах прямої видимості. Основна відмінність супутникових систем в тому, що одна антена знаходиться на супутнику, що висить над Землею на геостаціонарній орбіті на висоті близько 50 тис. км. Таким чином, для супутникових мікрохвильових систем досяжні найвіддаленіші місця і мобільні пристрої.

Працюють ці системи в такий спосіб: ЛЗ посилає по кабелю сигнал на антену, яка передає його на орбітальний супутник. Супутник за допомогою своєї антени транслює сигнал в інший пункт на землі або, якщо цей пункт знаходиться на протилежному боці земної кулі, на інший супутник.

Оскільки сигнал транслюється на відстань в 50000 км на супутник і знову на Землю, супутникові комунікації покривають відстань між континентами так само легко, як відстань в кілька кілометрів, однак при цьому виникають затримки між передачею і прийомом сигналу. Вони називаються затримками поширення і складають від 0.5 до 5 секунд. В інфрачервоних середовищах передачі даних для пересилання сигналу застосовується світло. Сигнал випромінюється світлодіодом (LED) або лазером (ILD), а приймається

фотодіодами. В інфрачервоних системах використовується терагерцовий діапазон електромагнітного спектра.

Інфрачервоний зв'язок передбачає наявність передавача і приймача. При підключенні до ПК зовнішнього пристрою необхідний спеціальний приймач інфрачервоних променів (трансивер, адаптер), що знаходиться в прямій зоні видимості з пристроєм. Він підключається до інфрачервоного порту комп'ютера, який повинен бути передбачений на материській платі.

Завдяки високій частоті (терагерц) інфрачервоний зв'язок забезпечує високу пропускну здатність. У той же час інфрачервоним сигналам притаманний великий недолік: вони не можуть проникати через стіни і інші об'єкти, а прийому заважають сильні джерела світла. В інфрачервоному середовищі передачі даних застосовується світло дуже вузького діапазону. Інфрачервоні промені поширюються в зоні прямої видимості або випромінюються не направлено, відбиваючись від стін і стель. Передача "точка-точка" дозволяє підвищити швидкість передачі інформації, але пристрої повинні залишатися на своїх місцях. Крім того, зменшується загасання сигналу і ускладнюється його перехоплення. Типове комп'ютерне обладнання для такої передачі аналогічне пультам дистанційного керування побутовою електронікою. Необхідно тільки точно зорієнтувати приймач і передавач.

Системи інфрачервоного зв'язку з широкомовною передачею дозволяють приймати один сигнал декільком ресиверам. Одним з важливих переваг такого рішення є мобільність. Робочі станції або інші пристрої набагато легше переміщати з місця на місце, ніж при комунікаціях.

Оскільки широкомовні інфрачервоні сигнали розфокусовані, як при передачі "точка-точка", такий тип систем дає більш низьку пропускну здатність. Зазвичай вона становить менше 1 Мбіт / с, що занадто мало для більшості мережевих додатків.

РОЗДІЛ 3

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СЕРЕДОВИЩ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ

3.1. Пропускна здатність

1) Витя пара (UTP): при використанні більшості наявних технологій кабель UTP підтримує передачу даних зі швидкістю від 1 до 155 Мбіт / с на відстань до 100 метрів. Найбільш поширена швидкість передачі 10 Мбіт / с.

2) Витя пара (STP): так як екранування зменшує вплив зовнішніх перешкод, теоретично STP дозволяє передавати 500 Мбіт / с на відстань 100 м. Між тим лише в небагатьох інсталяціях швидкість передачі даних перевищує 155 Мбіт / с. В даний час в більшості мереж STP дані передаються зі швидкістю 16 Мбіт / с.

3) Коаксіальний кабель: типова швидкість передачі даних для сучасної коаксіальної мережі становить 10 Мбіт / с.

4) Волоконно-оптичний кабель: завдяки використанню світла, який має набагато більшу частоту, ніж електричні сигнали, волоконно-оптичний кабель може забезпечувати надзвичайно високу пропускну здатність. Існуючі технології дозволяють передавати по ньому дані зі швидкістю від 100 Мбіт / с до 2 Гбіт / с.

5) Одночастотні низької потужності: швидкість передачі даних складає від 1 до 10 Мбіт / с.

6) Одночастотні високої потужності: пропускну здатність становить від 1 до 10 Мбіт / с.

7) З широким спектром: існуючі 900-мегагерцові системи з прямою послідовною модуляцією підтримують швидкості передачі даних від 2 до 6 Мбіт / с.

8) Супутникові мікрохвильові системи: зазвичай швидкість передачі даних становить від 1 до 10 Мбіт / с.

9) Інфрачервоні системи з передачею "точка-точка": швидкість передачі даних становить від 100 Кбіт / с до 16 Мбіт / с (на відстані в кілометр).

Порівняльний аналіз пропускної здатності представлено на рисунку 3.1.

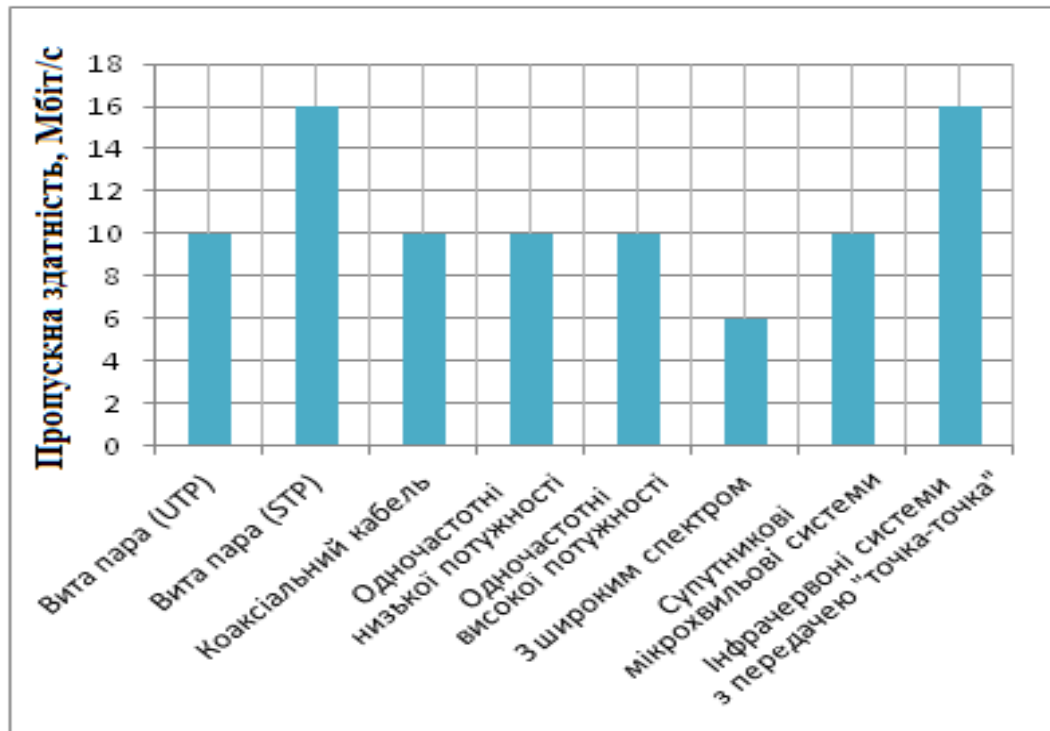


Рис.3.1 - Порівняльний аналіз пропускної здатності

В цій діаграмі не вказаний волоконно-оптичний кабель, так як його пропускна здатність набагато більша всіх порівняних.

3.2. Число вузлів

1) Витя пара (UTP): оскільки кабелем UTP можна з'єднати тільки два комп'ютери, число комп'ютерів в мережі UTP не може обмежуватись кабелем. Визначається концентратором (або концентраторами), що з'єднує ці кабелі. У мережі Ethernet верхня межа становить 75 вузлів на один домен, але фактично залежить від типу трафіку в мережі. Згідно зі специфікацією, верхня межа дорівнює 1024 вузлам, але навряд вдасться його досягти.

2) Витя пара (STP): оскільки кабелем STP можна з'єднати тільки два комп'ютери, число вузлів в мережі STP обмежує концентратором. У мережі Token Ring корисна верхня межа становить 200 вузлів на одне кільце, але він залежить від трафіку в мережі. Згідно зі специфікацією верхня межа становить 270 вузлів.

3) Коаксіальний кабель: специфікуємий максимум числа вузлів для сегмента тонкої Ethernet становить 30, а для сегмента товстої Ethernet - 100 вузлів.

4) Волоконно-оптичний кабель: оскільки волоконно-оптичним кабелем можна з'єднати тільки два комп'ютера, число вузлів визначається концентратором. У мережі Ethernet корисна верхня межа становить 75 вузлів на один домен.

5) Одночастотні низької потужності: даний тип мереж зазвичай реалізується як один домен, тому тут діють ті ж обмеження, що і в мережі Ethernet зі звичайними кабелями. Число вузлів обмежується смугою частот і непродуктивними втратами комунікацій

6) Одночастотні високої потужності: даний тип мереж зазвичай реалізується як один домен, тому тут діють ті ж обмеження, що і в мережі Ethernet зі звичайними кабелями.

7) З широким спектром: даний тип мереж зазвичай реалізується як один домен, число вузлів обмежується смугою частот і непродуктивними втратами при комунікаціях.

8) Системи інфрачервоного зв'язку з широкомовною передачею: через низькі швидкості в мережі подібного типу можна об'єднати лише невелике число комп'ютерів. Тим часом в додатках, де передаються незначні обсяги даних, можна зв'язати один з одним будь-яке число пристроїв. Таким чином, число вузлів в мережах подібного типу сильно залежить від конкретного застосування.

Порівняльний аналіз числа вузлів представлено на рисунку 3.2.

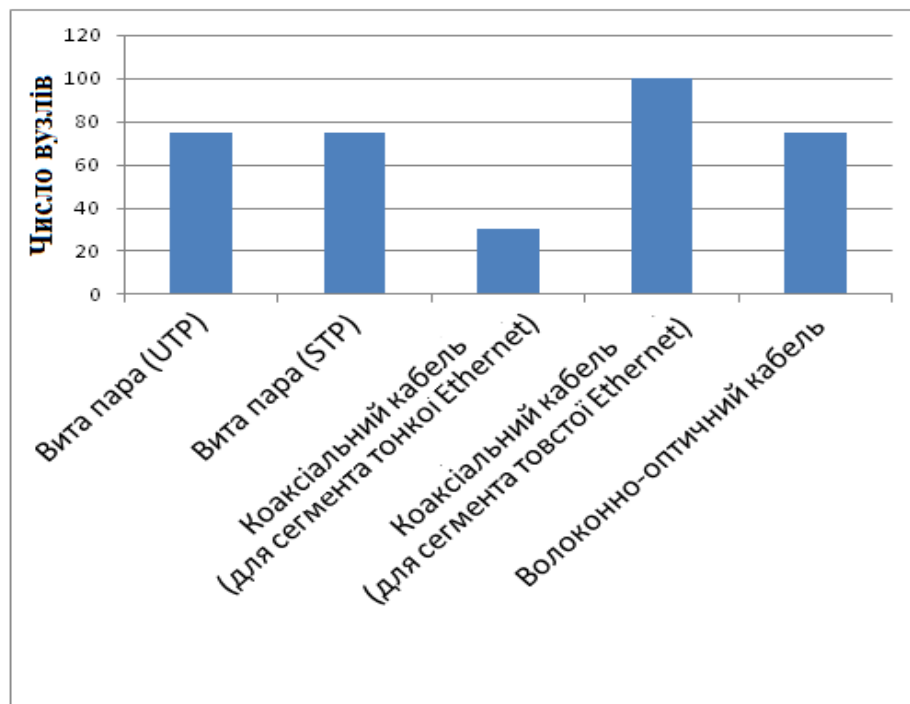


Рис.3.2 - Порівняльний аналіз числа вузлів

В дану гістограму не вийшли мережі: одночастотні низької і високої потужності, з широким спектром та системи інфрачервоного зв'язку з широкомовною передачею, тому, що в них число вузлів обмежується смугою частот і непродуктивними втратами комунікацій або ж вузли в мережах подібного типу сильно залежить від конкретного застосування.

3.3. Загасання

1) Вита пара (UTP): сигнал, що передається по мідному кабелю, зазвичай швидко згасає. Через це при використанні UTP відстань зазвичай обмежується 100 метрів.

2) Вита пара (STP): стандартне обмеження становить 100 метрів.

3) Коаксіальний кабель: через використання мідного кабелю сигнал в коаксіальному кабелі затухає, але в меншій мірі, ніж в кабелі "вита пара". Довжина кабельних сегментів обмежується двома тисячами метрів.

4) Волоконно-оптичний кабель: волоконно-оптичний кабель дає набагато менше загасання, ніж мідний, тому що світло не випромінюється поза кабелем, як електричний сигнал в мідних проводах. Волоконно-оптичні кабелі здатні

переносити сигнал на відстань, що вимірюється кілометрами. Незважаючи на мале загасання, волоконній оптиці властива інша проблема – хроматична дисперсія. Хвилі світла різної довжини скло пропускає по-різному, тому імпульс світла, проходячи через кабель, "розмазується". Виходить ефект веселки - світловий сигнал розділяється на кольорові компоненти. В одномодових кабелях передається світло однієї частоти, тому тут немає ефекту хроматичної дисперсії. Одномодовий волоконно-оптичний кабель можна використовувати для прокладки мережевих магістралей довжиною в сотні кілометрів.

5) Одночастотні низької потужності: визначається радіочастотою і потужністю сигналу. Одночастотна малопотужна передача дає велике загасання через малу потужність сигналу.

6) Одночастотні високої потужності: висока потужність зменшує загасання сигналу, а для збільшення діапазону його дії можна використовувати повторювачі. Рівень загасання досить низький.

7) З широким спектром: оскільки системи, що передають сигнал з рознесенням по спектру, працюють з малою потужністю, вони дають слабкий сигнал, схильний до загасання.

8) Супутникові мікрохвильові системи: залежить від частоти, розміру антени, потужності сигналу і атмосферних умов. Погані атмосферні умови (дощ і туман) негативно впливають на мікрохвилі високої частоти.

9) Інфрачервоні системи з передачею "точка-точка": загасання залежить від якості і "чистоти" випромінюваного світла, а також від загальних атмосферних умов і перешкод на шляху сигналу.

10) Системи інфрачервоного зв'язку з широкомовною передачею: широкомовна інфрачервона передача, як і передача "точка-точка", залежить від якості і "чистоти" випромінюваного світла, а також від загальних атмосферних умов. Оскільки пристрої можна легко перемістити, перешкоди зазвичай не становлять проблеми.

3.4. Електромагнітні перешкоди

1) Витя пара (UTP): кабель UTP сильно схильний до ЕМІ (Electromagnetic interference). Електромагнітні хвилі можуть випускатися такими зовнішніми пристроями, як електричні мотори і люмінесцентні лампи. Оскільки мідний кабель також генерує сигнали, UTP схильний перехоплювати інформацію.

2) Витя пара (STP): найсуттєвіша різниця між STP і UTP складається в зменшенні впливу ЕМІ. Екранування в значній мірі блокує перешкоди, однак, як будь-який мідний кабель, STP все одно залишається схильним до ЕМІ і перехоплення інформації.

3) Коаксіальний кабель: мідний коаксіальний кабель залишається схильним до ЕМІ і перехвату інформації.

4) Волоконно-оптичний кабель: волоконно-оптичний кабель не схильний до електромагнітних перешкод. Крім того, він не дає витоків сигналу, що значно ускладнює перехоплення інформації. Оскільки такий кабель не вимагає заземлення, тут немає проблеми зсуву електричного потенціалу землі і іскріння. Подібний тип кабелю ідеально підходить для високовольтних зон і там, де потрібна висока ступінь захисту інформації.

5) Одночастотні низької потужності: стійкість до ЕМІ низька, особливо в нижніх діапазонах частот, де створюють шуми електромотори і різні промислові пристрої. Велика можливість перехоплення інформації, хоча через обмежений радіус дії він можливий зазвичай лише в тій же будівлі, де знаходиться локальна мережа.

6) Одночастотні високої потужності: стійкість одночастотної трансляції до перешкод і перехоплення інформації невисока, як і в разі малопотужної передачі. Оскільки сигнал поширюється на велику відстань, ймовірність його перехоплення збільшується.

7) З широким спектром: стійкість до перешкод низька, але завдяки використанню різних частот для повного спотворення сигналу перешкода повинна бути багаточастотною. Схильність до перехоплення інформації низька.

8) Супутникові мікрохвильові системи: мікрохвильові сигнали схильні до дії ЕМІ, навмисних перешкод і перехоплення інформації. Крім того, на них впливають атмосферні умови.

9) Інфрачервоні системи з передачею "точка-точка": на інфрачервону передачу впливає інтенсивне світло. Добре сфокусовані промені перешкоджають перехопленню інформації, оскільки переривання сигналу відразу стає очевидним. Крім того, зона можливого перехоплення вкрай обмежена.

10) Системи інфрачервоного зв'язку з широкомовною передачею: на інфрачервону передачу впливає інтенсивне світло. Оскільки широкомовна передача охоплює велику зону, перехопити сигнал тут набагато простіше.

Одночастотні продукти з сигналом низької потужності можуть використовувати будь-яку радіочастоту, однак гігагерцові діапазони забезпечують кращу пропускну спроможність. Одночастотні високої потужності: як і в разі одночастотних мереж з сигналом малої потужності, радіомережі великої потужності можуть використовувати будь-яку радіочастоту, але для отримання високої пропускну здатності краще високочастотний гігагерцовий діапазон. З широким спектром: мережі з рознесенням сигналу по спектру зазвичай працюють на не ліцензованих частотах. У США поширені пристрої, що використовують діапазон від 902 до 928 МГц, але стають доступними і пристрої, що функціонують на частоті 2.4 ГГц. Супутникові мікрохвильові системи: супутникові системи мікрохвильових комунікацій працюють в нижньому гігагерцовому діапазоні, зазвичай від 11 до 14 ГГц. Інфрачервоні системи з передачею "точка-точка": в інфрачервоних комунікаціях використовується нижній діапазон світлових частот - від 100 ГГц до 1000 терагерц (ТГц). Системи інфрачервоного зв'язку з широкомовною передачею: в інфрачервоних комунікаціях використовується нижній діапазон світлових частот - від 100 ГГц до 1000 ТГц.

ВИСНОВКИ

1. Під час виконання кваліфікаційної роботи розглянуті питання стосовно інформаційних систем як комунікаційних пристроїв, які забезпечують збирання, пошук, пересилання та оброблення інформації за допомогою технічних і програмних засобів.

2. Показано, що електронна інформаційна система складається з баз даних, в яких накопичується інформація, джерел інформації, апаратної і програмної частин та споживача інформації. Ручні інформаційні системи характеризуються відсутністю технічних засобів переробки інформації та виконанням всіх операцій людиною. Автоматизовані інформаційні системи припускають участь в процесі накопичення, обробки інформації баз даних, програмного забезпечення, людей і технічних засобів. Електронні автоматичні інформаційні системи виконують всі операції по обробці інформації без участі людини.

3. Вивчені методи передачі даних, а саме: симплексний (односпрямована) передача інформації (телебачення, радіо); напівдуплексний (прийом/передача інформації здійснюється по черзі) та дуплексний (двонаправлений) метод, кожна станція одночасно передає і приймає дані.

4. Проведено порівняльний аналіз середовищ передачі інформації за параметрами: пропускною здатністю, числом вузлів, коефіцієнтом загасання та ін., визначені їх переваги та недоліки.

5. Установлено, що коаксіальний кабель простий в установці і відносно стійким до перешкод, однак досить громіздкий і ідеально підходить тільки для коротких відстаней через його високий коефіцієнт загасання. Кабель кручена пара є самим гнучким і дешевим серед трьох видів кабелів, що спрощує установку і експлуатацію, але він має високу чутливість до перешкод. Системи радіозв'язку і супутникові канали використовується в тих випадках, коли кабельні зв'язки застосовувати немає можливості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. <http://https://works.doklad.ru/view/D0O1rInODAA.html> [Електронний ресурс]. – Дата доступу : 10.11.2019.
2. Мещеряков С.В. Эффективные технологии создания информационных систем / Мещеряков С.В., Иванов В. – Политехника, 2005.-309с.
3. Денисенко В.В. Комп'ютерне управління технологічним процесом / Денисенко В.В.– М.: Телеком, 2013.- 608с.
4. Тули М. Справочное пособие по цифровой электронике / Тули М. - Энергоатомиздат, 2000.- 176с.
5. Ан П. Сопряжение ПК с внешними устройствами / Ан П. - М.: ДМК Пресс, 2001. – 320 с.
6. Tarek N. Saadawi, Mostafa H. Ammar, Ahmed El Hakeem, Fundamentals of Telecommunication Networks, John Wiley & Sons, 1996.
7. Майкл Дж. Мартин. Введение в сетевые технологии / Майкл Дж. Мартин – М: Лори, 2002.
8. Грабауров В.А. Информационные технологии. Учебное пособие / Грабауров В.А. – Современная школа, 2006. – 432 с.
9. Советов Б.Я. Информационные технологии. Учебник для прикладного бакалавриата / Советов Б.Я. – Юрайт, 2016. – 327с.
10. Семенко А. І. Сучасний стан створення безпроводних телекомунікаційних систем / А. І. Семенко. – Львів: Львівська політехніка, 2015 - С. 56-67.
11. Локальна мережа Token Ring [Електронний ресурс] – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <https://mydocx.ru/10-74748.html>. Дата доступу: 13.05.2019.
12. Оптичний бездротовий зв'язок та лазерна передача даних [Електронний ресурс] – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <https://itc.ua/articles/gsm-protiv-cdma-v-chem-raznitsa-2/>. Дата доступу: 13.05.2019.

13. НВЧ та способи взаємодії з ними [Електронний ресурс] – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <http://integritysys.com.ua/networks/wlan/>. Дата доступу: 14.05.2019.

14. Параметри Wi-Fi [Електронний ресурс] – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://wifi.kz/articles/radius-wi-fi-routera/>. Дата доступу: 13.05.2019.

15. Недоліки та переваги Wi-Fi [Електронний ресурс] – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://fainaidea.com/interesnoe/neobychnoe/wi-fi-alliance-gotovit-novyj-standart-zashhity-wpa-3-146036.html>. Дата доступу: 15.05.2019.

16. Розвиток супутникового зв'язку [Електронний ресурс]. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://itechua.com/technologies/51464>. Дата доступу: 13.05.2019.