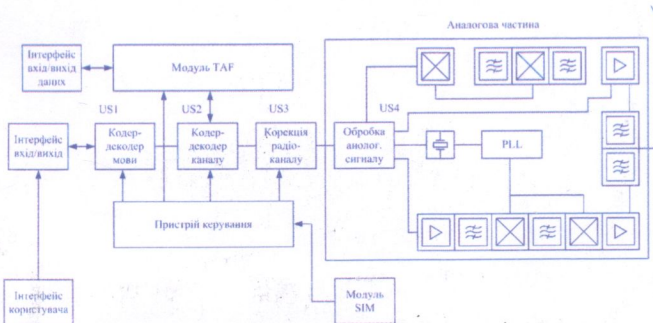
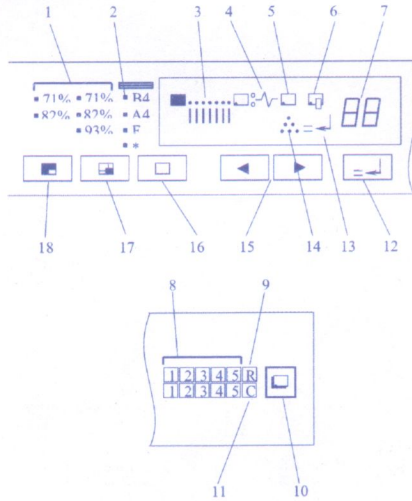


Г. Г. Бортник, В. М. Кичак, О. В. Стальченко

ЗАСОБИ ОРГТЕХНІКИ



Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

Г. Г. Бортник, В. М. Кичак, О. В. Стальченко

ЗАСОБИ ОРГТЕХНІКИ

Навчальний посібник

Вінниця
ВНТУ
2010

УДК 621.391

ББК 32.98

Б 83

Рецензенти:

Л. Н. Беркман, доктор технічних наук, професор

І. П. Лісовий, доктор технічних наук, професор

О. М. Шинкарук, доктор технічних наук, доцент

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямом підготовки «Телекомунікації». Лист № 1/11-1645 від 11.03.2010 р.

Бортник, Г. Г.

Б 83 Засоби оргтехніки : навчальний посібник / Г. Г. Бортник, В. М. Кичак, О. В. Стальченко. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 198 с.

ISBN 978-966-641-382-9

У навчальному посібнику наведено опис різних типів сучасних засобів оргтехніки, що використовуються в організаціях та на підприємствах електров'язку. Розглянуто основні технології друкування, копіювання та сканування. Викладено особливості та принципи побудови інтерфейсів для засобів оргтехніки. Наведено та проаналізовано основні структури засобів рухомого зв'язку, а саме безшнурової телефонії, стільникового та пейджингового зв'язку. Призначений для студентів спеціальності «Телекомунікаційні системи та мережі».

УДК 621.391

ББК 32.98

ISBN 978-966-641-382-9

© Г. Бортник, В. Кичак, О. Стальченко, 2010

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 ПОКОЛІННЯ АПАРАТНО-ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ОБРОБКИ ТЕКСТІВ.....	8
1.1 Друкарські машинки	8
1.2 Друкарські автомати	16
1.3 Еволюція програмного забезпечення для обробки текстів.....	17
1.4 Сучасний стан програмно-технічних засобів обробки текстів.....	31
2 ДРУКУВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ	43
2.1 Класифікація друкувальних пристроїв (ДП)	43
2.2 Особливості архітектури ДП	46
2.3 Матричні ДП	49
2.4 Струменеві ДП	51
2.5 Лазерні ДП	56
2.6 Рядкові ДП	63
2.7 Нові технології ДП	68
2.8 Термотрансферні ДП	72
2.9 Програмні засоби для верстання.....	75
3 КСЕРОКОПІЮВАЛЬНІ АПАРАТИ	82
4 ІНТЕРФЕЙСИ ЗАСОБІВ ОРГТЕХНІКИ	91
4.1 Визначення та класифікація інтерфейсів	91
4.2 Паралельні інтерфейси	92
4.3 Послідовні інтерфейси	99
4.4 Шина USB	106
4.5 Рекомендації щодо вибору інтерфейсу для засобів оргтехніки	115
5 СКАНЕРИ	117
5.1 Класифікація сканерів	117

5.2 Особливості сканування	117
5.3 Характеристики та параметри сканерів	119
5.4 Програмне забезпечення сканерів	121
5.5 Нові технології сканування	123
5.6 Світлодіодні сканери	130
5.7 Характеристики та параметри сучасних сканерів.....	131
6 БЕЗШНУРОВІ ТЕЛЕФОНИ	135
6.1 Особливості безшнурового телефону	135
6.2 Безшнуровий доступ стандарту СЕРТ	140
6.3 Безшнуровий доступ стандарту DECT	141
6.4 Автоматичні визначники номера в безшнурових телефонах	142
6.5 Автовідповідачі в безшнурових телефонах	146
7 ЗАСОБИ СТІЛЬНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ	151
7.1 Етапи розвитку засобів стільникового зв'язку	151
7.2 Аналогові засоби стільникового зв'язку	152
7.3 Цифрові засоби стільникового зв'язку	163
7.4 Рухомі станції стільникового зв'язку	170
8 ЗАСОБИ ПЕЙДЖИНГОВОГО ЗВ'ЯЗКУ	179
8.1 Етапи розвитку пейджингового зв'язку	179
8.2 Особливості реалізації пейджера	180
8.3 Особливості організації пейджингового зв'язку	181
8.4 Структури пейджингових мереж	183
8.5 Служби надання послуг пейджингового зв'язку.....	186
8.6 Устаткування пейджингової мережі	188
8.7 Основні пейджингові протоколи	190
ЛІТЕРАТУРА.....	197

ВСТУП

Навчальний посібник написаний відповідно до навчальної програми дисципліни «Засоби оргтехніки». Ця програма передбачає вивчення засобів складання та виготовлення, копіювання та розмноження, оброблення, зберігання, пошуку та транспортування документів, а також засобів рухомого зв'язку. В навчальному посібнику розглядається широка номенклатура сучасних вітчизняних і закордонних засобів організаційної техніки (оргтехніки), призначених для механізації і автоматизації управлінської та інженерної діяльності в установах, організаціях, на підприємствах. З кожному виду засобів оргтехніки подаються їх загальні характеристики, принцип дії, сутність виконуваних ними технологічних процесів, їх призначення та застосування.

Високі темпи науково-технічного прогресу, зростаючі масштаби виробництва, поглиблення спеціалізації та розширення кооперації виробництва різко збільшують об'єм оброблюваної інформації, ускладнюють функції менеджерів підприємств електрозв'язку і збільшують обсяги управлінських робіт. Для виконання зростаючих об'ємів цих робіт без збільшення чисельності робітників сфери управління телекомунікаційними компаніями необхідне постійне зростання ефективності праці даної категорії робітників. Це може бути досягнуто за рахунок широкого впровадження методів наукової організації праці, механізації і автоматизації робіт управлінського та інженерно-технічного персоналу підприємств електрозв'язку. Причому останній чинник відіграє вирішальну роль в підвищенні ефективності праці управлінських та інженерно-технічних працівників телекомунікаційної галузі.

Механізація і автоматизація інженерної та управлінської праці в телекомунікаційній галузі здійснюється за двома основними напрямками. Перший – впровадження обчислювальної техніки, розробка і впровадження автоматизованих систем керування; другий – впровадження засобів організаційної техніки. Комп'ютери використовуються для автоматизації наукових та інженерних розрахунків, автоматизовані системи керування – для автоматизованої оброблення управлінської інформації за допомогою економіко-математичних методів на базі комп'ютерів. Засоби оргтехніки служать для механізації процесів складання та виготовлення, копіювання та розмноження, обробки, зберігання, пошуку і транспортування документів, передавання інформації та інших процесів, направлених на документаційно-інформаційне забезпечення управлінської та інженерної праці в галузі телекомунікацій.

Обидва вказаних напрямки доповнюють один одного. Найбільший ефект досягається при сукупному застосуванні комп'ютерів і комплексу засобів оргтехніки.

Однак механізація процесів управління на основі автоматизованих систем керування не завжди економічно доцільна через високу вартість її створення та експлуатації. Нерідко механізація інженерної та управлінської праці в галузі телекомунікацій доцільна лише на базі застосування засобів оргтехніки.

З розширенням номенклатури засобів оргтехніки та їх технічних можливостей удосконалювались і розвивались методи їх застосування: від механізації окремих операцій до комплексної механізації управлінських процесів. Комплексна система механізації може підвищити продуктивність управлінської праці в середньому на 15%, а для окремих категорій роботи до двох і більше разів.

За допомогою засобів оргтехніки можна здійснювати:

- механізацію виконання окремих операцій;
- механізацію виконання груп операцій і окремих видів робіт;
- комплексну механізацію і автоматизацію всіх основних процесів управлінської діяльності та створення сприятливих умов праці для управлінських та інженерно-технічних робітників підприємств електрозв'язку.

Існують дві основні форми використання засобів оргтехніки: децентралізована та централізована. В ряді випадків використовується змішана форма з різним ступенем домінування однієї з форм. При децентралізованому методі засоби оргтехніки можуть використовуватись індивідуально кожним співробітником на своєму робочому місці, якщо вони необхідні для постійного використання, колективно групою співробітників однієї робочої кімнати, ділянки, підрозділу, якщо дані засоби необхідні для виконання епізодичних операцій.

Широке комплексне впровадження засобів оргтехніки дозволяє значно підвищити ефективність інженерної та управлінської праці телекомунікаційної галузі.

Даний посібник містить вісім розділів, у яких наведено методи побудови та особливості експлуатації засобів оргтехніки з точки зору їх використання при проектуванні та виробництві телекомунікаційної апаратури, так і з точки зору їх впровадження на підприємствах, котрі надають послуги електрозв'язку. У кінці кожного розділу для кращого засвоєння матеріалу наведено контрольні запитання, а наприкінці посібника – список рекомендованої літератури.

У першому розділі розглядаються електромеханічні та електронні друкарські машинки та автомати.

Другий розділ присвячено друкувальним пристроям матричного, струменевого та лазерного типу, методам покращення характеристик друкувальних пристроїв та особливостям побудови кольорових друкувальних пристроїв.

Третій розділ знайомить читача з ксерокопіювальною технікою та характеристиками і особливостями ксерокопіювальних апаратів.

У четвертому розділі наведено основні інтерфейси, які застосовуються у сучасних засобах оргтехніки, а також подано рекомендації щодо оптимального вибору типу інтерфейсу.

П'ятий розділ дає можливість глибше ознайомитись з технологіями сканування та конструкцією сканера і особливостями програмного забезпечення для роботи зі сканерами.

З кожним роком спостерігається значне розширення областей застосування засобів рухомого зв'язку. Тому в трьох останніх розділах описано принцип функціонування та особливості засобів зв'язку з рухомими об'єктами. А саме, в шостому розділі розглядаються особливості безшнурової телефонії, наведено основні стандарти безшнурових телефонних апаратів та методи розширення функціональних можливостей таких пристроїв.

Сьомий розділ присвячено аналізу можливостей засобів стільникового зв'язку. Обґрунтовано технічні та економічні показники застосування аналогових та цифрових стандартів стільникового зв'язку. Наведено структури рухомих станцій стільникового зв'язку.

У восьмому розділі розглядаються варіанти застосування існуючих систем пейджингового зв'язку у побудові локальних (відомчих) та глобальних мереж персонального радіовиклику.

Автори використали досвід викладання дисциплін підготовки бакалаврів, спеціалістів і магістрів в Інституті радіотехніки, зв'язку та приладобудування Вінницького національного технічного університету за напрямом «Телекомунікації» для спеціальностей «Телекомунікаційні системи та мережі» і «Технології та засоби телекомунікацій».

1 ПОКОЛІННЯ АПАРАТНО-ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ОБРОБКИ ТЕКСТІВ

1.1 Друкарські машинки

Одним із найбільш поширених засобів упорядкування текстової документації у минулому сторіччі були друкарські машинки.

Друкарські машинки (ДМ) можна класифікувати за трьома головними критеріями: габаритами, типом приводу і типом літероносія. За габаритами ДМ поділяються на портативні та канцелярські. Існують також спеціалізовані ДМ, що не включені в запропоновану класифікацію.

Портативні ДМ призначені для індивідуального користування як у побуті, так і в установах. Як правило, вони мають неповну клавіатуру (менше 44 клавіші), довжину рядка не більше 305 мм, масу до 6 кг і швидкість друкування до 500 знаків/хв. Формат текстових документів для машинок цього типу, не більше А4.

Канцелярські ДМ призначені для централізованого використання в машинописних бюро підприємств і установ. Для цих ДМ характерна наявність повної клавіатури (не менше 44 клавіш), довжина рядка не менше 305 мм.

За типом приводу сучасні друкарські машинки можна розділити на механічні, електромеханічні й електронні. Слід зазначити, що всі механічні ДМ мають важільно-сегментний літероносій.

Сучасні портативні і канцелярські електромеханічні ДМ випускаються як із важільно-сегментним літероносієм, так і з монолітним сферичного типу.

Найбільш прогресивними на сьогоднішній день є електронні ДМ, що забезпечують високу автоматизацію упорядкування текстів документів.

Перші машинки на базі досягнень мікроелектроніки випустили в 1978 р. американські фірми Qux і IBM. У 1981 р. електронні ДМ випускалися майже усіма зарубіжними фірмами-виробниками друкарських машинок.

Впровадження мікроелектроніки у виробництво ДМ дозволило в короткий термін випробувати різноманітні конструкції літероносіїв, принципи друку (матричний, термодрук, струменевий друк), наблизити ДМ за функціональною оснащеністю до текстових комп'ютерів. На електронних ДМ окремі операції з упорядкування й опрацювання текстових документів провадяться автоматично та напівавтоматично: роздрукування, редагування, коригування, підкреслення, центрування, перенесення, вирівнювання полів і т. і. Електронні ДМ оснащуються однорядковими дисплеями або підключаються до повнорядкових дисплеїв.

Технічне удосконалювання канцелярських електронних ДМ спрямоване на збільшення ємності пам'яті, швидкості друку, часу

збереження інформації при вимиканні машинки від мережі. Вони оснащуються додатковими пристроями: дисплеями, інтерфейсами для під'єднання до іншого конторського устаткування та підключення до мереж зв'язку. Основним недоліком електронних ДМ є їх висока вартість у порівнянні з електромеханічними ДМ.

За допомогою набірно-друкарської машини (НДМ) на спеціальних формувальних матеріалах (фользі, восківках, папері, плівках) виготовляються друкарські форми або фотоформи для відтворення тексту з різноманітною шириною букв і знаків.

Головні вимоги, які висуваються до НДМ це висока якість друку; чіткий шрифт; можливість набору тексту з вирівняним правим полем; можливість друкування текстів зі зміною шрифтів (рис. 1.1).

Для забезпечення високої якості друку в НДМ використовують спеціальні барвні карбоновані стрічки однократного користування шириною 8 мм. Ці стрічки діаметром 100 мм на відміну від звичайних стрічок перемотуються тільки в одну сторону (кожна ділянка стрічки використовується тільки для друкування одного знаку).



<i>Стандарт розміщення</i>		<i>Пропорціональне розміщення</i>	<i>Ширина пристрою</i>
	iiiii ooooo wwwww mmmmm		2 units
		iiiii ooooo wwwww mmmmm	3 units
			4 units
			5 units

Рисунок 1.1 – Приклади набору тексту з постійним кроком у рядку

У звичайних ДМ застосовують шрифт однакової ширини з постійними проміжками між знаками, у НДМ - шрифт різної ширини, який наближається за якістю до типографських шрифтів. Для забезпечення набору знаків із різною шириною в НДМ використовується диференційований крок у рядку. При постійному кроці друкування знаки в різних рядках тексту лежать на одній вертикалі, при диференційованому - зміщені один відносно одного.

При друкуванні тексту на звичайних канцелярських машинках навіть досвідченою друкаркою утворюється нерівний правий край. Це пояснюється тим, що друкарці доводиться враховувати правила перенесення

слів. Для забезпечення набору оригіналів документів із рівним правим краєм НДМ оснащуються спеціальним механізмом вилучення рядків.

Набір із вилученням рядка по правому краю виконується при подвійному наборі тексту. При попередньому наборі оператор установлює поля, що обмежують ширину набору. НДМ оснащені пристроєм сигналізації при входженні в зону вилучення (три - шість знаків до кінця рядка), що здійснює перенесення слів у межах ширини рядка. При наборі кожного рядка спеціальний пристрій фіксує число умовних одиниць, на яке набраний рядок виявився менше або більше заданої ширини тексту. Оператор при друкуванні тексту на неавтоматизованих НДМ, зчитуючи дані з покажчика, друкує їх на полях тексту. В результаті початкового набору одержують розрахунковий оригінал, за яким здійснюють набір оригіналу для репродукції.

Перед остаточним набором кожного рядка оператор установлює покажчик механізму вилучення рядка на те число, що було отримане при початковому наборі рядка. При повторному наборі машина автоматично «вилучає» рядок, тобто закінчує його на заданій лінії, забезпечуючи рівне праве поле. Вилучення рядка в НДМ провадиться за рахунок зміни інтервалів між словами або за рахунок зміни меж букв.

У НДМ із великим ступенем автоматизації при попередньому наборі вмонтований обчислювальний пристрій підсумовує ширину знаків і меж, що друкуються, визначаючи момент входу в зону вилучення. Після закінчення рядка визначається число пропусків між словами та залишок згідно з виразом

$$P_{ост} = F - \left(\sum_{i=1}^n \delta_i + kt_{норм} \right),$$

де F - формат рядка;

$t_{норм}$ - ширина нормального пропуску між словами;

k - число пропусків між словами в рядку;

δ_i - ширина знаків, що набираються в умовних одиницях;

i - число відбитих знаків.

На основі цього виразу встановлюються нетипові пропуски між словами для повторного переддрукування з вилученням рядка.

Введення в НДМ блока електронної пам'яті дозволяє істотно розширити її можливості з автоматизації набору.

Процес друкування на ДМ складається з таких операцій:

- знаходження на клавіатурі потрібної клавіші і вмикання за її допомогою друкувального механізму;

- контакт літери через копіювальну стрічку з поверхнею паперу і перенесення на папір частини фарби зі стрічки;

- відносне взаємне пересування закладки паперу та літери на ширину

друкарського знаку.

Контакт рельєфного зображення шрифтового знаку з папером здійснюється двома способами:

- ударом літери по лицьовій стороні аркуша паперу через копіювальну стрічку (рисунок 1.2, а);
- ударом молоточка по зворотній стороні аркуша паперу, що знаходиться між літерою і молоточком (рисунок 1.2, б).

Зображення (відбитки) знаків на папері утворюються таким чином. При друкуванні першим способом рельєфне зображення шрифтового знаку (літери) 1 ударає через копіювальну стрічку 3 по лицьовій стороні аркуша паперу 2, що знаходиться на гнучкій поверхні папероопорного вала 4.

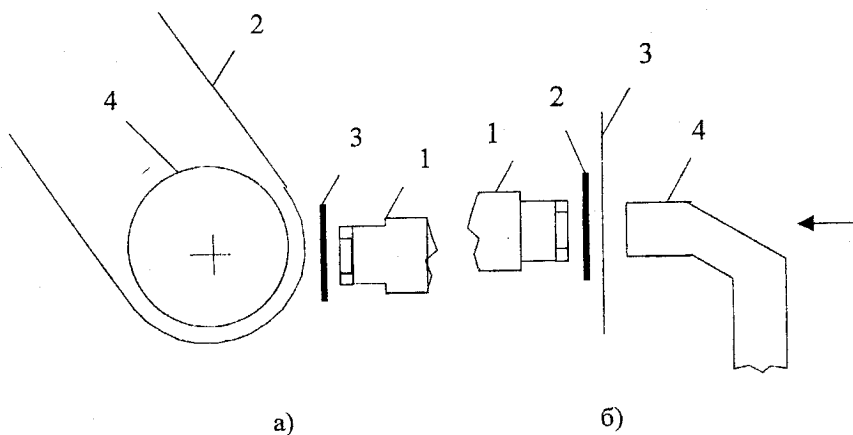


Рисунок 1.2 - Схема друкування на друкарських машинах

При друкуванні другим способом молоточок 4 ударає своєю гнучкою робочою поверхнею по зворотній стороні аркуша паперу 2, з лицьової сторони якого знаходиться копіювальна стрічка 3 та літера 1 з рельєфним зображенням шрифтового знаку. Переважна більшість типів сучасних ДМ побудована за схемою, зображеною на рисунку 1.2, а.

В залежності від шрифтоносія всі ДМ поділяються на важільні та безважільні. У свою чергу безважільні ДМ поділяються на три типи: з шрифтоносієм у вигляді кулькоподібної шрифтової головки, у вигляді півциліндричної шрифтової пластини та у вигляді плоского шрифтового диска.

У ДМ важільного типу шрифтові знаки розташовані на рухомих важелях. На кожному важелі розміщуються звичайно по два шрифтових знаки, які відділені один від одного на регістрову відстань. При переході, наприклад, із друкування малими літерами на друкування великими

відбувається перемикання регістра, для чого піднімається опорний вал або опускається шрифтовий важіль на розмір регістрової відстані. Сучасні ДМ важільного типу мають, як правило, від 44 до 46 важелів, що несуть від 88 до 92 шрифтових знаків. У механічних друкарських машинках клавіатура керування нерозривно з'єднана кінематичним ланцюгом із літерними важелями. Необхідна енергія удару при друкуванні передається через клавішу за допомогою пальця оператора. В електричних ДМ необхідна енергія удару передається за допомогою електроприводу. Клавіатура в цих ДМ служить тільки для вибору знаків і замикання кінематичного ланцюга. ДМ важільного типу в наш час мають найбільше поширення у світі, проте вони мають істотні недоліки: неможливість швидкої зміни шрифту, відносно низька швидкість друкування (до 10 ударів на секунду), великі інерційні навантаження при пересуванні каретки.

ДМ з кулькоподібною (сферичною) шрифтовою головкою позбавлені недоліків машин підйомного типу. Шрифт у машинках цього типу розташовується в чотирьох горизонтальних рядах на поверхні кулькоподібної головки. Такі ДМ мають великий набір легкозмінюваних шрифтових головок з різноманітними шрифтами. Швидкість друкування для таких ДМ досягає 1000 знаків на хвилину. Завдяки відсутності каретки, що пересувається, й інерційних навантажень вдається значно знизити масу цих машинок. ДМ даного типу працюють від електроприводу. Через відсутність каретки, що пересувається, можна використовувати неперервні фальцьовані та рулонні багатоаркушеві матеріали.

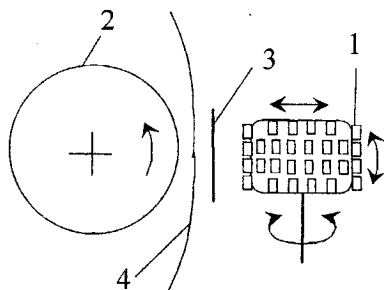


Рисунок 1.3 - Схема одержання відбитка на ДМ з кулькоподібною шрифтовою головкою

При натисканні на клавішу такої ДМ (рисунок 1.3) шрифтова головка 1 здійснює такі рухи: повертання навколо вертикальної осі та повертання за годинниковою або проти годинникової стрілки відносно осі обертання опорного вала 2 для того, щоб потрібна літера виявилася в робочому стані біля точки друкування. Потім головка потрібною літерою вдаряє по

копіювальній стрічці 3 і паперу 4, в результаті чого утворюється відбиток літери. Після цього шрифтова головка пересувається вправо вздовж осі опорного вала на один крок для створення такого відбитку. Після закінчення друкування рядка головка повертається в ліве крайнє положення.

В робочому положенні знаходиться тільки одна половина шрифтової головки, друга половина літер вводиться в робочий стан шляхом перемикання регістра. На одній половині сфери розташовуються малі літери та деякі спеціальні знаки, а на іншій – великі букви, цифри та деякі математичні знаки. Для заміни однієї шрифтової головки на іншу потрібно усього декілька секунд. Розроблено вітчизняну модель ДМ з кулькоподібною шрифтовою головкою - «Ятрань-С».

ДМ з півциліндричними шрифтовими пластинами також мають можливість швидкої зміни шрифтів. Шрифт у цих машин розташовується на опуклій стороні поверхні металевих пластин у трьох горизонтальних рядах (рис. 1.4, а, б). Верхній ряд – малі літери, середній – великі літери, нижній – цифри та математичні символи. Відмінною рисою ДМ цього типу є спосіб одержання відбитку: по паперу вдаряє не шрифтова пластина, а спеціальний молоточок у той момент, коли обрана літера зупиняється проти нього в нерухомому стані. Опорний вал відсутній в цих ДМ. Закладений папір пересувається під час друкування за допомогою каретки.

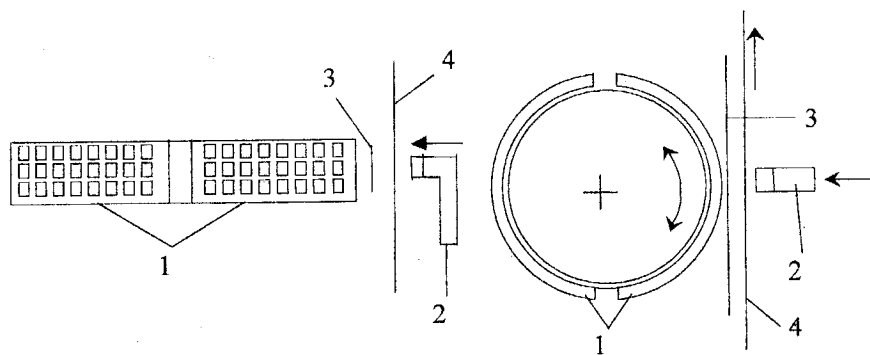


Рисунок 1.4 - Схема одержання відтиску на ДМ з півциліндричною шрифтовою пластиною

При виборі потрібного шрифтового знаку та натисканні на клавішу шрифтова пластина 1 повертається навколо своєї вертикальної осі на певний кут і зупиняється. В цей момент відбувається удар молоточка 2 по зворотній стороні паперу 4, відбувається контакт шрифтової літери з папером через копіювальну стрічку 3 і утворюється відтиск знаку на папері. ДМ цього типу крім одного постійного регістра для написання

рядкових знаків мають ще два реєстри: один – для друкування великих букв, інший – для цифр і різноманітних символів. Перемикання реєстра здійснюється за рахунок підняття шрифтової пластини вгору на один-два ряди при натисканні на спеціальну клавішу. Одночасно в ДМ встановлюються дві півциліндричні шрифтові пластини, що мають два комплекти шрифтів. Такі ДМ застосовуються як набірно-друкарські. Для звичайних канцелярських робіт вони не застосовуються через неможливість одержання якісних копій, тому що наступні, починаючи з другої копії, мають ореол контуру молоточка навколо знаків.

Будь-яка ДМ має, як правило, такі вузли:

- клавіатуру керування з друкувальним механізмом;
- стрічковий механізм підйому та транспортування стрічки;
- каретку з механізмом крокового переміщення й табуляції з паперопорним валом.

Сукупність окремих клавіш утворює клавіатуру керування або клавіатурне поле. Продуктивність роботи на ДМ залежить від раціонального з погляду ергономіки взаємного розташування клавіш. На клавіатурному полі їх розташовують в залежності від частоти використання букв. Найбільш використовувані букви та знаки алфавіту розміщують у центрі клавіатури для друкування вказівним і середнім пальцями лівої та правої руки. З країв клавіатури зліва та справа розташовуються менш використовувані знаки для безіменного пальця та мизинця. Розташування клавіш на клавіатурі вітчизняних ДМ регламентовано ГОСТ 6431-75.

В залежності від типу ДМ мають від 44 до 46 клавіш. Найбільш зручний кут нахилу клавіатури $9 - 12^\circ$ мають електричні друкарські машини, у механічних цей кут складає $25 - 30^\circ$.

Друкувальний механізм призначений для послідовного нанесення відбитків знаків на папір. Конструкції механізмів мають принципові відмінності між собою тільки в ДМ з різними типами шрифтоносіїв.

Перехід з друкування великих знаків на малі та навпаки здійснюється за допомогою механізму перемикання реєстра. Каретка служить для установа, закріплення та пересування паперу вздовж рядка та на новий рядок. Для переміщення на один крок вліво або вправо та для фіксації нерухомості каретки при ударі літерою по паперу служить механізм крокового переміщення каретки. Крок вимірюється відстанню між центрами сусідніх знаків. Звичайні канцелярські ДМ мають постійний крок для всіх літер, а набірно-друкарські - змінний (диференційований) в залежності від природної ширини букви. Пересування каретки вліво відбувається від привода пружини, що зводиться щораз при повертанні її вправо. В механічних ДМ це відбувається вручну, а в електричних - від електропривода.

Для прискореного переміщення каретки в потрібне положення при

друкуванні цифрових таблиць використовується механізм табуляції. Табулятори можуть бути однорозрядні та десяткові. Останні дозволяють швидко встановити необхідну графу в таблиці та місце кожного розряду числа: одиниць, тисяч, мільйонів.

До всіх типів ДМ висуваються такі вимоги: висока швидкість і якість друкування, можливість одночасного виготовлення максимальної кількості копій, мінімальні трудовозатрати оператора.

Технічна швидкість друкарських машин визначається кількістю ударів за хвилину, що може зробити друкарський механізм. Технічна швидкість машини повинна перевищувати максимально можливу швидкість друку оператора. Сучасні ДМ мають технічну швидкість 600 і більше ударів за хвилину.

Якість друкування ДМ визначають такі вимоги:
чіткість і контрастність відбитих знаків;
рівномірність насичення фарбою всіх знаків, а також елементів кожного знаку;
прямолінійність відбитого рядка;
естетичне креслення знаків.

Виконання цих вимог залежить від таких чинників: ступеня зносу очка літер; типу фарбувальної стрічки; сорту або якості машинописного та копіювального паперу; розмірів і креслення шрифту.

Існує декілька видів креслення (гарнітур) і розмірів шрифтів (табл. 1.1). Найбільш вживаними шрифтами є «Піка» і «Еліта».

Таблиця 1.1 – Види та розміри шрифтів

Тип шрифту	Висота великої літери, мм	Висота малої літери, мм	Крок, мм
Мікро	2,1	1,5	1,5
Еліта	2,3	1,6	2,0-2,2
Піка	2,6	1,9	2,5-2,6
Медіум	3,2	2,1	2,6
Плакат	4,5	3,1	3,0

Рівномірність фарбування всіх знаків на відбитку залежить від рівномірності сили удару при друкуванні, що забезпечує питомий тиск, який виникає при ударі літери по закладеному паперу, тому що площа поверхні очка різноманітних літер неоднакова. Наприклад, площа поверхні букв ж, ш, щ, и, ю в декілька разів перевищує площу розділових знаків. В електричних ДМ сучасних моделей передбачене автоматичне диференційоване регулювання сили удару кожної літери в залежності від її площі. В механічних ДМ таке регулювання, як правило, можна здійснювати тільки вручну шляхом натискання на клавіші з різною силою.

Кількість одночасно виготовлених копій на ДМ прямо пропорційна силі удару літери по закладеному паперу. Механічні ДМ дозволяють

одержувати 4 - 5 копій на папері середньої щільності. На електричних ДМ можна одержати в 1,5 ...2 рази більше копії, ніж на механічних, завдяки можливості регулювання загальної сили удару літер. На кількість копій при друкуванні впливає якість застосовуваного паперу, його щільність та білизна. Більшу кількість копій можна одержати на папері з меншою щільністю та кращою білизною.

Трудозатрати оператора електричних ДМ у декілька десятків разів нижчі, ніж оператора механічних ДМ, а продуктивність вища на 20-25%.

1.2 Друкарські автомати

Друкарський автомат є електричною ДМ, яка оснащена спеціальними механізмами, які забезпечують автоматичний друк тексту з попередньо виготовленої кодової програми. Друкарський автомат містить такі основні вузли: електричну ДМ, кодувальний блок, пристрій зчитування, накопичувач на жорсткому магнітному диску (НЖМД), пульт керування.

Принцип дії друкарського автомата такий. Спочатку готується кодована програма заданого тексту. Для цього оператор вручну на друкарському автоматі виконує друкування тексту. Одночасно з цим процесом кодувальний блок, з'єднаний з клавіатурою друкарської машинки, перетворює кожний віддрукований знак в машинний код і фіксує його в НЖМД. Таким чином створюється машинописний екземпляр даного тексту та його закодована копія (програма) у вигляді файлу на магнітному чи оптичному диску і т. і.

У цій програмі окрім букв, цифр і розділових знаків фіксуються і всі сигнали команд керування друкарським автоматом: початок і закінчення тексту, перехід каретки, абзацний відступ, друкування врозрядку, зупинка друку після закінчення сторінок і ін. В такій програмі міститься і зміст документа, і команди керування, які застосовував оператор при виготовленні тексту. З програми, закладеної в пристрій зчитування друкарського автомата, відбувається автоматичне друкування тексту з максимально можливою технічною швидкістю (600 – 900 знаків за хв.). Пристрій зчитування розшифровує код закладеної програми тексту та передає команди на друкарський автомат та інші його механізми. Друкарський автомат з автоматичного режиму живлення може бути переведений оператором на ручний режим для внесення в текст відповідних змін і доповнень.

Керування роботою друкарського автомата здійснюється за допомогою пульта керування автомата, а також клавіатури електричної ДМ, на якій розташовані органи керування, які нічим не відрізняються від органів керування звичайних електричних ДМ. На пульті керування друкарським автоматом, як правило, знаходиться клавіатура керування пристроями кодування, зчитування та програмування. Сучасні друкарські

автомати, як правило, комплектуються двома пристроями кодування і двома пристроями зчитування. Крім того, в більшості сучасних моделей друкарських автоматів передбачається можливість підключення додаткових пристроїв кодування та зчитування. Все це дозволяє готувати програми по черзі на декількох носіях, а також зчитувати інформацію з декількох носіїв.

Автоматичне керування пристроями кодування та зчитування здійснюється програмою з ІЖМД, які кожен раз вводяться в машину. Пристрої, які програмують роботу друкарського автомата, дозволяють вмикати та вимикати пристрої кодування та зчитування в потрібній комбінації та послідовності. Можна, наприклад, з'єднавши між собою пристрої зчитування та кодування, виготовити копію програми, переписавши код з одного носія інформації на інший. При цьому друкарський пристрій може бути вимкнений. При коригуванні програми до з'єднаних між собою пристроїв кодування та зчитування підключається на автоматичний режим роботи електрична ДМ. З'єднавши пристрій кодування з двома пристроями зчитування, можна отримати з двох різних програм одну програму комбінованого тексту.

1.3 Еволюція програмного забезпечення для обробки текстів

В системах обробки даних внутрішнє подання символів базується на деякій системі кодування: кодовій таблиці. В ДП використовується кодова таблиця ASCII (American Standard Code for Information Interchange – Американський стандарт кодів для обміну інформацією). Стандарт ASCII (таблиця 1.2) регламентує лише коди від 0_{16} до $7F_{16}$ (0_{10} - 127_{10}). Друга половина кодової таблиці призначена для символів національних алфавітів, псевдографіки та інших спеціальних символів.

Перші дві колонки відведено для кодів керування, які використовуються для передачі службової інформації. Наступні дві колонки мають цифри та знаки. Далі розміщуються за алфавітом латинські букви (спочатку великі, потім малі).

Кодові таблиці, розроблені на основі стандарту ASCII, називаються розширенням ASCII. Серед розширень ASCII найбільш розповсюджена кодова таблиця фірми IBM – MATIII; в багатьох джерелах під назвою “кодова таблиця фірми IBM” мається на увазі саме вона. Коди з $0B_{16}$ по $0DF_{16}$ (17610 - 22310) в цій таблиці – символи псевдографіки призначені для побудови різноманітних таблиць і найпростіших графічних зображень. Крім цієї таблиці фірма IBM використовує кодову таблицю MATRIX. В кодах з $0A_{16}$ по $0DF_{16}$ (16010 - 22310) розміщені спеціальні символи псевдографіки (що відрізняються від широкорозповсюджених).

Таблиця 1.2 - Кодова таблиця ASCII

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	
0	NUL	DLE		0	@	P	'	p									0
1	SON	DC1	!	1	A	Q	a	q									1
2	STX	DC2	"	2	B	R	b	r									2
3	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s									3
4	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t									4
5	EHQ	NAK	%	5	E	U	e	u									5
6	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v									6
7	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w									7
8	BS	CAN	(	8	H	X	h	x									8
9	HT	EM	)	9	I	Y	i	y									9
A	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z									A
B	VT	ESC	+	;	K	[	k	{									B
C	FF	FS	,	<	L	\	l	|									C
D	CR	GS	-	=	M	]	m	}									D
E	S0	RS	.	>	N	^	n	~									E
F	SI	US	/	?	O	_	o	DEL									F
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	

Тут розміщуються символи національних алфавітів, псевдографіка, інші спеціальні символи

В пристроях фірми Epson використовується власна кодова таблиця (таблиця 1.3).

Таблиця 1.3 – Кодова таблиця фірми Epson

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	
0			SP	0	@	P	'	p			<i>SP</i>	<i>0</i>	<i>@</i>	<i>P</i>	<i>'</i>	<i>p</i>	0
1			!	1	A	Q	a	q			<i>!</i>	<i>1</i>	<i>A</i>	<i>Q</i>	<i>a</i>	<i>q</i>	1
2			"	2	B	R	b	r			<i>"</i>	<i>2</i>	<i>B</i>	<i>R</i>	<i>b</i>	<i>r</i>	2
3			#	3	C	S	c	s			<i>#</i>	<i>3</i>	<i>C</i>	<i>S</i>	<i>c</i>	<i>s</i>	3
4			\$	4	D	T	d	t			<i>\$</i>	<i>4</i>	<i>D</i>	<i>T</i>	<i>d</i>	<i>t</i>	4
5			%	5	E	U	e	u			<i>%</i>	<i>5</i>	<i>E</i>	<i>U</i>	<i>e</i>	<i>u</i>	5
6			&	6	F	V	f	v			<i>&</i>	<i>6</i>	<i>F</i>	<i>V</i>	<i>f</i>	<i>v</i>	6
7			'	7	G	W	g	w			<i>'</i>	<i>7</i>	<i>G</i>	<i>W</i>	<i>g</i>	<i>w</i>	7
8			(	8	H	X	h	x			<i>(</i>	<i>8</i>	<i>H</i>	<i>X</i>	<i>h</i>	<i>x</i>	8
9			)	9	I	Y	i	y			<i>)</i>	<i>9</i>	<i>I</i>	<i>Y</i>	<i>i</i>	<i>y</i>	9
A			*	:	J	Z	j	z			<i>*</i>	<i>:</i>	<i>J</i>	<i>Z</i>	<i>j</i>	<i>z</i>	A
B			+	;	K	[	k	{			<i>+</i>	<i>;</i>	<i>K</i>	<i>[</i>	<i>k</i>	<i>{</i>	B
C			,	<	L	\	l	|			<i>,</i>	<i><</i>	<i>L</i>	<i>\</i>	<i>l</i>	<i>|</i>	C
D			-	=	M	]	m	}			<i>-</i>	<i>=</i>	<i>M</i>	<i>]</i>	<i>m</i>	<i>}</i>	D
E			.	>	N	^	n	~			<i>.</i>	<i>></i>	<i>N</i>	<i>^</i>	<i>n</i>	<i>~</i>	E
F			/	?	O	_	o	DEL			<i>/</i>	<i>?</i>	<i>O</i>	<i>_</i>	<i>o</i>	<i>DEL</i>	F
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	

В другій половині цієї кодової таблиці розміщуються ті ж символи, що і в першій, але в курсивному вигляді. На території колишнього СРСР найбільш розповсюджено чотири кодові таблиці, що містять символи кирилиці.

Основна кодова таблиця (таблиця 1.4) містить символи кирилиці в кодах з 0B0₁₆ по 0F1₁₆ (176₁₀-241₁₀). В кодових таблицях, розповсюджених за кордоном, ця частина таблиці відведена під символи псевдографіки. Тому основна кодова таблиця обмежує сумісність з імпортованими програмами, що використовують ці символи для побудови різноманітних рамок, таблиць та інших графічних зображень, виконаних в текстовому режимі. Ця таблиця використовується в русифікованих FX-800 і FX-1000.

Розглянемо альтернативну кодову таблицю. Символи кирилиці в цій таблиці розміщено в кодах з 080₁₆ по 0AF₁₆ і з 0E0₁₆ по 0F1₁₆ (128₁₀-175₁₀ і 241₁₀-241₁₀). Символи псевдографіки розміщуються так само, як і в закордонних кодових таблицях (з 0B0₁₆ до 0DF₁₆ (176₁₀-223₁₀)). Символи з кодами 0E0₁₆ по 0FF₁₆ (224₁₀-255₁₀) збігаються з такими ж символами основної кодової таблиці. Існує і модифікована альтернативна кодова таблиця, де символи в кодах з 0F2₁₆ по 0FF₁₆ (242₁₀-255₁₀) збігаються з кодовою таблицею фірми IBM.

Таблиця 1.4 – Основна кодова таблиця

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	
0			SP	0	@	P	'	p	±	Г	Г	А	Р	а	р	Ё	0
1		!	1	A	Q	a	q	Ш	Щ	Г	Г	Б	С	б	с	ё	1
2		"	2	B	R	b	r			Д	Д	В	Т	в	т	/	2
3		#	3	C	S	c	s	џ	џ	Л	Л	Г	У	г	у	\	3
4		\$	4	D	T	d	t	||	=	-	-	Д	Ф	д	ф	/	4
5		%	5	E	U	e	u	п	п			Е	Х	е	х	\	5
6		&	6	F	V	f	v	џ	џ	Т	Т	Ж	Ц	ж	ц	→	6
7		'	7	G	W	g	w	Г	Г	З	З	Ч	Ч	ч	ч	←	7
8		(	8	H	X	h	x	Ц	Ц	±	±	И	Ш	и	ш	↓	8
9		)	9	I	Y	i	y	Ъ	Ъ	†	†	Й	Щ	й	щ	↑	9
A		*	:	J	Z	j	z	Г	Г	+	+	К	Ъ	к	ъ	÷	A
B		+	;	K	[	k	{	Ш	Ш	■	■	Л	Ь	л	ь	±	B
C		,	<	L	\	l	|	џ	џ	■	■	М	Ы	м	ы	№	C
D		-	=	M	]	m	}	Г	Г	■	■	Н	Э	н	э	■	D
E		.	>	N	^	n	~	Г	Г	■	■	О	Ю	о	ю	■	E
F		/	?	O	_	o	DEL	Г	Г	■	■	П	Я	п	я	■	F
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	

Альтернативна кодова таблиця широко розповсюджена в русифікованих закордонних ПЕОМ. В більшості русифікованих прикладних програм, в програмах, що розробляються в Росії, а також в текстовій документації використовують альтернативну кодову таблицю для кодування символів.

Розглянемо кодову таблицю КОИ-8 (таблиця 1.5). Ця таблиця регламентується ГОСТ 19768 - 74, зміна № 2. Розміщення символів частково збігається з основною кодовою таблицею. Відмінність полягає в тому, що КОИ-8 не містить символів псевдографіки. Недоліки: символи

«Ё» та «ё» розміщені не за алфавітом; символ «Ё» знаходиться в області кодів псевдографіки основної кодової таблиці; обмежена сумісність з імпортованими програмами, що використовують псевдографіку.

Більшість вітчизняних пристроїв використовують старий варіант кодової таблиці КОІ-8. Символи кирилиці в цій таблиці розміщено не в алфавітному порядку в кодах з 0C0₁₆ по 0FF₁₆ (192₁₀-255₁₀), що робить неможливим сортування за алфавітом російських слів в прикладних програмах, які використовують традиційні алгоритми сортування слів за алфавітом.

Таблиця 1.5 - Кодова таблиця КОІ-8

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	
0				0	@	P	'	p				A	P	a	p		0
1			!	1	A	Q	a	q			Ё	Б	С	б	с	Ё	1
2			“	2	B	R	b	r				В	Т	в	т		2
3			#	3	C	S	c	s				Г	У	г	у		3
4			\$	4	D	T	d	t				Д	Ф	д	ф		4
5			%	5	E	U	e	u				Е	Х	е	х		5
6			&	6	F	V	f	v				Ж	Ц	ж	ц		6
7			'	7	G	W	g	w				З	Ч	з	ч		7
8			(	8	H	X	h	x				И	Ш	и	ш		8
9			)	9	I	Y	i	y				Й	Щ	й	щ		9
A			*	:	J	Z	j	z				К	Ъ	к	ъ		A
B			+	;	K	Г	k	{				Л	Ь	л	ь		B
C			,	<	L	\	l	|				М	Ы	м	ы		C
D			-	=	M	]	m	}				Н	Э	н	э		D
E				>	N	^	n	~				О	Ю	о	ю		E
F			/	?	O		o					П	Я	п	я		F
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	

Вибираючи ДП, необхідно звертати увагу на кодову таблицю, що використовується в цьому пристрої. Вона повинна збігатися з кодовою таблицею, яка використовується в ПЕОМ, інакше необхідно передбачити деякі заходи щодо забезпечення сумісності по кодових таблицях ПЕОМ та ДП (наприклад, використовувати драйвери для ДП).

Слід також звернути увагу, що деякі прикладні програми, особливо текстові процесори, що використовують режим роботи WYSIWYG, можуть мати свою вбудовану кодову таблицю, за якою здійснюється виведення тексту на друк. Наприклад, текстовий редактор ЛЕКСИКОМ може працювати на ПЕОМ з основною кодовою таблицею в графічному режимі, а для друку в чорновому режимі використовує альтернативну кодову таблицю.

В будь-якому сучасному матричному ударному або безударному знакосинтезуючому ДП формування знаку здійснюється за допомогою окремих точок, які створюють образ символу на паперовому носії. Шрифт

не може бути отриманий за допомогою алгоритмічного перетворення будь-якого іншого шрифту й записується в окремому знакогенераторі. Різноманітні алгоритмічні перетворення шрифту називають похідними цього шрифту або режимами друку. Наприклад, подвійний удар – це режим друку з подвійним ударом.

Знакогенератор (ЗГ) це набір даних, до складу яких входить сукупність нулів та одиниць, що записані у певному порядку. Кожному символу відповідає свій набір біт. Для проектування ЗГ використовується сітка, за допомогою якої синтезуються символи, що входять до нього. Чим дрібніша сітка для описання символу, тим вища якість отриманого на папері зображення. Це пояснюється тим, що висота і ширина букви є постійними величинами і не залежать від розміру сітки, що використовується для опису символів, тобто при дрібній сітці відстань між центрами сусідніх по вертикалі та по горизонталі точок падає. Зменшення цієї відстані забезпечується в ДП повторним проходженням по кожному з рядків, причому кожний наступний прохід супроводжується зміщенням паперу на відстань меншу, ніж відстань між центрами голок.

Збільшення щільності друку по горизонталі забезпечується зниженням швидкості руху друкувальної головки. За рахунок більш щільного розміщення точок, зображення символу виходить кращої якості. На зображенні, побудованому за допомогою дрібних сіток, практично не помітно, що символ сформовано з окремих точок, хоча швидкість виведення інформації знижується.

Слід відмітити що в пристроях з лазерними та струменевими принципами друкування методика отримання символів різної якості інша. В пристроях такого типу найдрібніша з доступних сіток (з максимальною доступною роздільністю) є основною. При використанні сіток з більш грубим діленням при друкуванні утворюються символи з меншою деталізацією. В такому режимі друкування використовуються допустимі для друкування вертикальні та горизонтальні точки. При цьому в безударних ДП не змінюється продуктивність роботи, але економиться тонер (для лазерних ДП) або чорнила (для струменевих ДП).

В залежності від зовнішнього вигляду зображення символів виділяються три ступеня якості друкування: чорнова (звичайної якості), якісна (NLQ, близька до друкарської машинки) і високоякісна (LQ, близька до типографської). На рисунку 1.5 наведено розкладання символу "H" на сітці 9×12 (цей символ подано на сітці чорнової якості). Часто для якісного друкування в одному пристрої використовують декілька ЗГ. Перехід від одного ЗГ до іншого відбувається з допомогою команд керування або органів керування.

Кожному ЗГ відповідає, як мінімум, один шрифт. Для збільшення різноманітності режимів оформлення текстів використовуються програмні перетворення змісту ЗГ, а саме різноманітні режими друку: чорновий,

пропорційний, індекси, подвійна висота, з лініями підкреслювання та надкреслювання, фазовий, з подвійним ударом і т. і. Класифікація шрифтів та їх похідних наведена на рисунку 1.6. Більшість видів перетворення можна здійснити послідовно, збільшуючи різноманітність оформлення текстів.

		ξ													ξ					
		ξ													ξ					
		ξ													ξ					
		ξ	ξ	ξ	ξ	ξ	ξ	ξ	ξ	ξ	ξ	ξ	ξ	ξ						
		ξ													ξ					
		ξ													ξ					
		ξ													ξ					

Рисунок 1.5 – Розкладання символу “Н” на сітці 9×12

Знакогенератори ДП можуть бути вбудованими і завантажувальними. Вбудованими називаються ЗГ, що розміщуються в ПЗП та їх зміст не може змінюватися. Завантажувальними знакогенераторами називаються ЗГ, зміст яких задається користувачем за допомогою команди керування завантаженням ЗГ. Вони розміщуються в оперативній пам'яті ДП, а їх зміст може змінюватися як в цілому, так і довільними частинами. Найчастіше в матричних ДП нараховується від 3 до 7 ЗГ і 1-2 таких, що завантажуються. Крім того, існують зовнішні джерела шрифтів. Різноманітні засоби оформлення тексту можуть бути отримані за рахунок набору власних ЗГ, програмних перетворень цих ЗГ і виведення в графічному режимі з використанням зовнішніх джерел.

Класифікація знакогенераторів ДП наведена на рисунку 1.7.

Знакогенератори можуть бути трьох типів в залежності від місця їх розміщення: розміщені в ПЗП принтера, на касеті або на дискеті. Вбудовані знакогенератори першого типу розміщуються у відведеній для їх збереження області постійної пам'яті ДП. Набір вбудованих знакогенераторів ДП описує множину основних шрифтів всіх видів якості друкування, які підтримує пристрій.

Основним вбудованим ЗГ в ударному ДП є ЗГ чорнового шрифту. Ним оснащуються всі ДП. Швидкість виведення тесту в чорновому режимі (він характеризується використанням одного зі ЗГ чорнового шрифту) найбільш висока зі всіх можливих за рахунок невеликого розміру сітки для

подання знаків. ЗГ чорнового режиму мають декілька різновидів чорнового шрифту прямих символів, часто курсивних, а інколи й окремий шрифт для індексів.

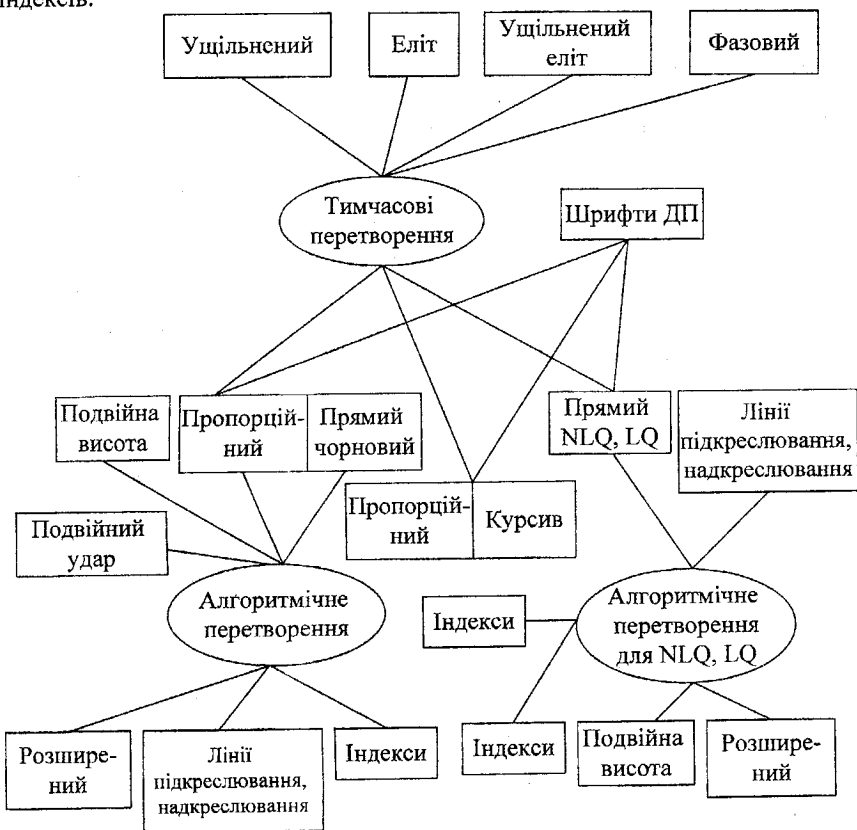


Рисунок 1.6 – Класифікація шрифтів ДП

Розглянемо знакогенератори режиму якісного друкування. В ДП налічується від одного (FX-80 фірми Epson) до восьми (FR-10 фірми Star) різноманітних вбудованих ЗГ якісних символів.

Третій тип вбудованих ЗГ – це ЗГ, що зберігаються на жорсткому диску, який входить до складу принтера. Запуск цих ЗГ відбувається за командою від джерела інформації або з панелі оператора.

Користувач може використовувати не тільки ЗГ, розміщені в ДП, але й ті, що є в різноманітних текстових процесорах, які використовуються в ПЕОМ. В цьому випадку виведення на ДП відбувається з допомогою графічних можливостей принтера.

Розглянемо виведення тексту в графічному режимі з використанням зовнішніх джерел шрифтів. При такому способі друку джерело інформації не тільки готує текст для введення, але й переводить кожний символ тексту в його точковий образ за допомогою наявних у ньому орієнтованих на ДП ЗГ. Отриманий шрифт не є у повному розумінні слова “власним” шрифтом ДП. Його формуванням займається програма, що функціонує в ПЕОМ. Підсумковий вигляд знаку при такому способі формування обмежений тільки максимальною роздільною здатністю ДП. Крім того, при такому режимі роботи зовсім неважливо, які ЗГ та кодові таблиці входять до складу ДП.

Системи обробки текстів потребують широкої різноманітності шрифтів. Вони використовують як “власні” засоби ДП, так і виведення в графічному режимі. Оскільки подібні системи найбільш часто використовують можливості ДП, то аналіз різних способів організації взаємодії ДП і системи обробки тексту викликає безсумнівний інтерес.

Використання вбудованих шрифтів і перетворень ДП забезпечує високу швидкість виведення інформації, хоча й потребує узгодження кодової таблиці, що використовується в прикладній програмі та в ДП. Множина доступних шрифтів у цьому випадку обмежується набором, що існує в ДП.

Перевагами виведення інформації за допомогою зовнішніх засобів є незалежність від кодових таблиць ПЕОМ, від набору вбудованих шрифтів ДП, широкі можливості шрифтового оформлення, а також слабка залежність від типу використовуваних команд керування. Рядки в ДП надходять у вигляді повністю сформованих графічних зображень з максимальною для пристрою щільністю. Для кожного рядка виконується інколи до чотирьох-шести проходів, причому в режимі однонаправленого друкування на половині швидкості (це залежить від типу ДП). Швидкість друкування при цьому знижується, але можливість отримання шрифту будь-якої бажаної якості та зовнішнього вигляду приводить до широкого розповсюдження цього методу.

Таким чином, для виведення символів на друк система обробки тексту може використовувати знакогенератори ДП, досягаючи високої швидкості виведення, або свої власні знакогенератори, забезпечуючи високу якість друкування тексту. Компроміс між швидкістю та якістю в різних редакторах здійснюється шляхом застосування обох способів виведення інформації на вибір користувача. Розглянемо розповсюджені редактори тексту з точки зору зв'язку з ДП.

До систем обробки тексту відноситься цілий ряд програмних засобів: прості редактори тексту, потужні текстові процесори, системи верстки тексту та інші програми, що призначені для обробки тексту.

Прості редактори є редакторами тексту, що мають лише найнеобхідніші засоби роботи з текстом. Текстові процесори мають

потужний набір функцій редагування тексту, а також забезпечують якісну тверду копію документа.

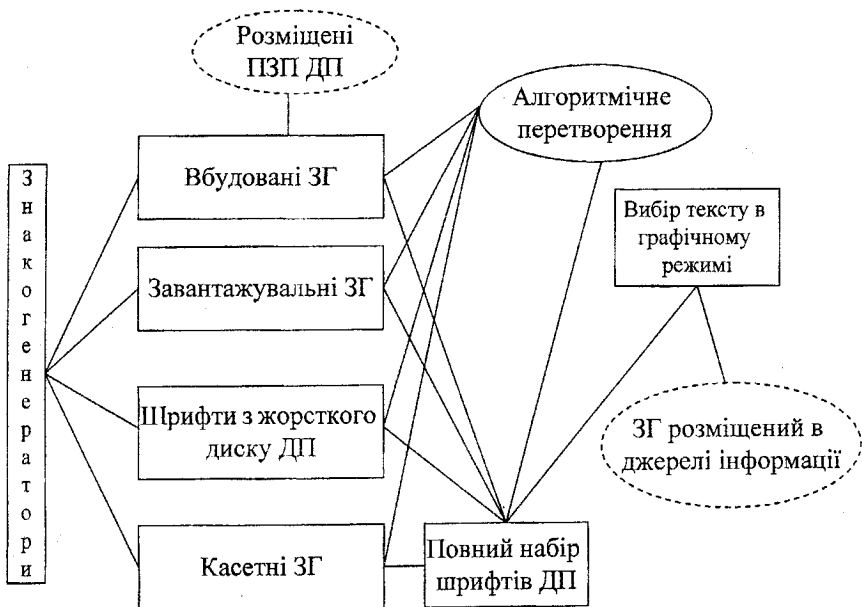


Рисунок 1.7 – Знакогенератори ДП

Системи верстки тексту призначені для підготовки оригінал-макета друкованої продукції, інколи їх називають настільними типографіями. Вони мають потужні засоби форматування та розміщення тексту, обробки графіки, а також підтримують високоякісний друк. Прикладом можуть служити Legend, The Office Publisher, PageMaker і Ventura Publisher, що орієнтовані на професійних видавців. Текстові процесори такого класу мають багатий набір власних вбудованих шрифтів. Ці засоби досить дорогі та складні для вивчення користувачем.

Системи обробки тексту поділяються на два класи: відкриті та закриті (рисунок 1.8). Відкриті системи дозволяють користувачеві легко керувати процесом друкування засобами самої системи. Вони характеризуються широкими можливостями створення та редагування шрифтів. Редактори відкритого класу використовують драйвери принтерів для забезпечення сумісності з різноманітними ДП. Деякі редактори дозволяють самому користувачеві створювати драйвери принтерів. Системи закритого типу використовують лише стандартні можливості принтера або своїх власних

шрифтів, не допускаючи ніяких модифікацій. Вони використовують лише свої драйвери принтерів (якщо вони є).



Рисунок 1.8 – Класифікація текстових редакторів

В таблиці 1.6 наведена класифікація різноманітних систем обробки текстів за їх функціональними можливостями. Часто використовуються редактори відкритого типу, що характеризуються дещо меншими, але достатніми з точки зору індивідуального користувача можливостями. Ці редактори мають високу гнучкість та універсальність практично таку ж, як настільні типографії, але значно дешевші та простіші.

Типовим представником редакторів відкритого типу є ChiWriter. Він надає можливість виведення обробленої інформації як в графічному режимі, так і за допомогою вбудованих засобів ДП. Швидкість в першому випадку нижча, зате якість надрукованого тексту помітно краща. Шрифти, що використовуються в графічному режимі виведення інформації, зберігаються у вигляді окремих файлів, що включені в комплект редактора.

Таблиця 1.6 - Найбільш розповсюджені пакети обробки тексту

Системи обробки даних	Основні характеристики				
	1	2	3	4	5
Настільні типографії (Legend, The Office Publisher, PageMaker і Ventura Publisher)	+	+	+	+	+
Текстові редактори відкритого типу (ChiWriter)	+	+	+	+	+
Текстові редактори закритого типу з власними високоякісними шрифтами (Lexicon)	—	+	—	+	—
Текстові редактори закритого типу без власних шрифтів (Kedit)	—	—	+	—	—

Примітка. 1 – сумісність з ДП; 2 – власні високоякісні шрифти (які використовують графічний режим ДП); 3 – вбудовані шрифти ДП; 4 – шрифти які завантажуються ДП; 5 – розробка нових шрифтів засобами редактора.

Внесення змін в шрифти, що існують, та розробка нових можливі за допомогою засобу проектування та редагування високоякісних шрифтів Font Designer. Програма Font Designer дає можливість здійснити автоматизоване проектування нових шрифтів.

Проблема сумісності кодових таблиць ПЕОМ і принтера, системи управління командами редактора та ДП в редакторах відкритого типу вирішується використанням розроблених користувачем драйверів для ДП. В цих редакторах є засоби побудови і підключення таких драйверів. Драйвери користувача дають можливість використовувати як зовнішній, так і будь-який з вбудованих знакогенераторів. Необхідні зміни кодових таблиць можуть бути описані за їх допомогою.

Тип шрифту, що використовується, звичайно визначається підключенням у файлі конфігурації редактора (config.par) драйвером друкування.

Текстові редактори закритого типу позбавлені власних засобів проектування та редагування шрифтів, а також настроювання на конкретний принтер. Серед них можна виділити редактори, що мають власні шрифти високої якості та редактори, що використовують засоби

ДП. Як приклад можна навести редактор Lexicon, який виводить інформацію як графічними, так і штатними засобами ДП. Використання ліпте зовнішнього ЗГ і неможливість підстроювання параметрів зумовлюють сильну залежність даного редактора від типу використовуваного принтера та його функціональних можливостей.

Для редакторів закритого типу, що не мають власних шрифтів є засоби побудови та редагування шрифтів, що розширює можливості таких редакторів.

Існують програмні засоби, що дозволяють редакторам закритого типу використовувати різноманітні зовнішні шрифти. Ці програми завантажуються резидентно і “перехоплюють” виведення на принтер з основної програми. Відповідно до “перехопленої” інформації вони формують своє графічне зображення символів. Слід відмітити, що такі резидентні засоби не втручаються в роботу основної програми і з точки зору програми функція виведення на ДП виконується в звичайному режимі. Тому програми такого типу рекомендується використовувати сумісно з редакторами, що не мають власних шрифтів (ХуWriter, Microsoft Word). В цьому випадку потребується сумісність кодових таблиць ПЕОМ і програми проектування шрифту.

Проектування ЗГ – трудомісткий процес. Опис кожного чорнового символу містить близько 100 точок, а якісного – 300 точок. Кодова таблиця звичайно містить близько 240 основних кодів символів, що друкуються. Якщо врахувати, що в ДП є декілька основних (таких, що зберігаються) шрифтів і додаткові символи (міжнародні стандартні знаки), то очевидно, що проектування повного набору шрифтів для ДП виконати вручну складно.

Існують системи автоматизації проектування ЗГ, які дозволяють користувачеві в інтерактивному режимі створювати необхідні йому власні шрифти.

Для цих систем, орієнтованих на точкове подання символів, найважливішими показниками є сітка символу, на якій він описаний, і формат файлу, де записано побудований шрифт. Існують системи, де користувачеві пропонується тільки жорстко фіксована сітка для подання символів (Lettrix Designer) або пропонується різноманітні розміри сіток подання символів (Font Designer).

Існує два підходи до розробки ЗГ: перший – створити заново власний шрифт, другий – використати перетворення з наявного формату шрифту в необхідний шрифт. Перший випадок характеризується великими затратами праці тому, що шрифт доводиться створювати заново.

Для другого випадку підходять системи з декількома сітками описання символів. Такі системи мають спеціальну функцію, яка дозволяє транслювати шрифт з одним розміром сітки в інший, який необхідний користувачеві для його ЗГ.

Підсистемою автоматизації проектування шрифтів є утиліта редактора ChiWriter. За її допомогою можна сформувати знакогенератори для шрифтів будь-якої необхідної якості тому, що розмір сітки, на якій створюється шрифт, може бути визначений користувачем.

Стандартні високоякісні шрифти, що синтезуються за допомогою цієї утиліти, можуть виводитись на 9-голковий ДПІ за декілька проходів в залежності від типу шрифту. Порядок виконання проходів і величини переміщень між проходами можуть бути задані користувачем у файлі драйвера друкування.

Цю утиліту зручно використовувати при розробці шрифтів як чорнової, так і високої (типографської) якості. Вона дозволяє автоматично формувати будь-який необхідний шрифт. Для цього достатньо задати сітку нового шрифту, а потім командами програми Font Designer переформатувати будь-які символи з існуючих шрифтів в необхідний розмір. Розбиття отриманого зразка на проходи для виведення на друк виконується автоматично.

Розглянемо структуру файлів шрифтів. Високоякісний багатопрохідний шрифт, побудований утилітою Font Designer, має таку структуру: ім'я файлу шрифту розміщується з 1_{16} по F_{16} байти файлу. Потім розміщено число символів у шрифті. В 11_{16} байті записано код першого символу шрифту. В 12_{16} байті вказано тип шрифту, якому пропорційно відповідає "0". В наступних файлах містяться розміри сітки для подання символів. Далі розміщується індивідуальна ширина кожного символу, а з адреси 158_{16} йде бітовий опис символів.

Символи подані на сітці та записані у файл по рядках. При виведенні на ДПІ опис символу розбивається на проходи відповідно до заданих в драйвері друку параметрів шрифту. З символів кожного рядка формується графічний рядок, а до нього додається команда керування визначення щільності графіки.

Розглянемо процес підготовки до редагування та редагування символів з допомогою утиліти Font Designer. На рисунку 1.9 наведено зразки завантажених для редагування шрифтів. В кожному парному рядку на правій і лівій половині рисунка стоять символи базового шрифту (SYSTEM.EFT, сітка 16X8). Шрифт використовується для формування всіх повідомлень програми. Символи показують відповідність клавіш на клавіатурі ПЕОМ символам шрифту, що редагується.

Непарні рядки показують зовнішній вигляд символів шрифтів, які редагуються, код яких відповідає коду символів базового шрифту, що відображено в парних рядках. Всі символи подано на екрані в однаковому масштабі. Кожна точка символу взаємно однозначно відображається одним пікселем екрана. Тому правий шрифт в непарних рядках STANDARD.XFT (сітка 36×24), що має найбільше число точок в описі, виглядає більш великим. Шрифт STANDARD.SFT (сітка

10×8)описується найменшим числом точок і відповідно виглядає на
 рисунку найдрібнішим.

STANDART.XFT

!"#\$%&'()*+,-./01234567899
 !!"#\$%&'()*+,-./01234567899

!"#\$%&'()*+
 !!"#\$%&'()*+

::<=>?@ABCDEFGHIJKLMNOPQR
 ::<=>?@ABCDEFGHIJKLMNOPQR

, - . / 0 1 2 3 4 5 6
 , - . / 0 1 2 3 4 5 6

STUVWXYZ[\]^_`abcdefghijklmnop
 STUVWXYZ[\]^_`abcdefghijklmnop

7899::<=>?@A
 7 8 9 9 : ; < = > ? @ A

lmnopqrstuvwxyz{|}~
 lmnopqrstuvwxyz{|}~

BCDEFGHIJKL
 B C D E F G H I J K L

Рисунок 1.9 – Зразки шрифтів

Редагування будь-якого символу полягає у відмічені тих точок, які
 мають бути надруковані. Символи, що розміщені на координатній сітці,
 подано на рисунку 1.10. Для переходу до вибору редагованого символу
 достатньо у стані, відображеному на рисунку 1.10, натиснути клавішу, якій
 відповідає вибраний символ.

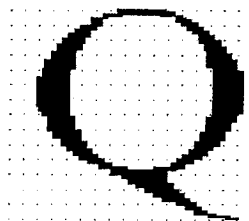
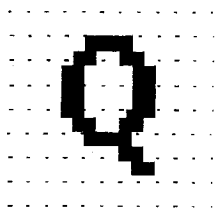


Рисунок 1.10 – Зразки символів

На рисунку 1.10 подано такий крок редагування: зразки символів,
 підготовлені на розгорнутій сітці (справа) і на чорновій (зліва). Тепер,
 додаючи та виключаючи точки в образі символів, можна змінити
 зовнішній вигляд символів.

1.4 Сучасний стан програмно-технічних засобів обробки текстів

Зараз ні у кого не виникає сумнівів щодо стану сучасного поширення знань, умінь, розробки різноманітних надзвичайно сміливих і карколомних проєктів і впровадження їх у виробництво. Безумовно, найхарактернішою ознакою цього стану є глобалізація інформаційної інфраструктури, яка базується на досягненнях числових технологій. «Інформаційний вибух, що постійно наростає» – так означено науковцями сучасний стан розвитку суспільства у цілому, який характеризує важливий етап історії людства – «перехід від індустріального до інформаційного суспільства і його наступна фаза – суспільство, побудоване на знаннях».

У новому суспільстві все більшого значення набуває друкарство, яке в нових умовах розвитку цифрових технологій не втратило свого значення, а навпаки активно розвивається. Зараз важко вже уявити видавничо-поліграфічну галузь без багатьох програмних продуктів.

Змінюються наукові концепції, суспільні стосунки, саме життя. Друкарство як галузь економіки і невід'ємна частина культури людства знаходиться в процесі реформування з виключно друкарської в інформаційну. Розширюється його сфера діяльності як щодо технічних засобів, так і до професіоналізму фахівців.

Отже, аналіз сучасного стану і прогнозування розвитку друкарства як засобу реєстрації, зберігання і поширення знань у контексті глобалізації розвитку людства є актуальною науковою проблемою, аналізу і дослідженню якої буде присвячено найближчі роки.

Актуальність аналітичного огляду і прогнозування концепцій технічного стану і розвитку друкарства підтверджується низкою опублікованих наукових прогнозів в останні роки. Проте, в жодному з джерел не надано друкарству статусу невід'ємного складника інформаційної технології у новому постіндустріальному суспільстві – суспільстві, побудованому на знаннях.

На підставі аналізу сучасного стану розвитку друкарства, наведеного у джерелах, очевидним і необхідним стає наукове переосмислення та прогресивний перегляд основ теорії друкарства, і видавничо-поліграфічної справи загалом, у зв'язку з розробкою нових технологічних принципів взаємодії матеріалів та використанням у методах друку числових і гібридних технологій, нетрадиційних видів енергії, нових видів друкарських форм, відповідних друкарських апаратів, що мають принципово відомі параметри, відмінні від традиційних класичних, загальноживаних.

Поряд з класичними засобами друку виникають і поширюються нові. Різниця між традиційною поліграфічною промисловістю і сучасною галуззю засобів інформації в тому, що класична характеризувалася випуском тільки певної конкретної друкованої продукції, а нова вже має

справу з інформаційним матеріалом, що знаходить застосування не лише у цій сфері економіки.

Розвинене інформаційне суспільство – побудоване на знаннях, – на думку аналітиків, повністю сформується десь у 30-х роках ХХІ ст. До того часу інформація має стати найціннішим продуктом і товаром, а споживачі та виробники інформаційної технології – навчитися більш продуктивно використовувати значну частину робочого й вільного часу людини. У країнах, де ознаки цього процесу більш відчутні, об'єктом праці більшості населення вже стали збирання, аналіз та переробка інформації. Так, у 2005 році у світі було вироблено понад 20000 петабайт інформації різного характеру. У США в інформаційній галузі працюють майже 70% всіх працездатних членів суспільства.

Головними проблемами інформації завжди були принципи подання, фіксації, збереження і передачі її у часі на відстань. Найбільш швидкісними, зручними і ефективними були і залишаються методи передачі інформації на відстань із застосуванням електричних сигналів. На цьому базується телефонний, телеграфний, радіозв'язок, телебачення та Інтернет. Саме тут з'явилася числова технологія, яка корінним чином змінила суть кодування і декодування інформації й передачі її споживачу.

Методи кодування були відомі й раніше. Алфавіт, цифра, письмо, друк, будь-який інший умовний сигнал хіба не є своєрідним кодом? Однак, числове кодування стало новою парадигмою інформаційного і технологічного розвитку. Перетворення аналогової інформації у числову стало дискретизацією в часі – здійсненням вимірювань переданої інформаційної величини через певні інтервали часу Δt . Ці інтервали часу не повинні бути занадто великими, оскільки так можна втратити інформацію про дрібні деталі в поведінці функції між моментами відліків. А при занадто частих вимірюваннях інформація може виявитись надлишковою. Для повільно змінної функції вимірювання можна робити порівняно рідко, тоді як для дуже порізаної, швидко осцилюючої функції вони повинні бути густішими. Кількісно величину необхідної частоти вимірювань визначає теорема Котельникова.

Інформація або інформаційні матеріали, подані в числовому файлі, можуть використовуватися у різноманітних засобах відтворення – у друкованій продукції, електронних виданнях, касетах, дискетах, на моніторі, в Інтернеті (рис 1.11).

У книгах минулого століття з'явилися додаткові елементи – електронні засоби поширення інформації, які, поряд з друкованими, стали відігравати важливу роль у розповсюдженні та зберіганні інформації. Однак не всі інформаційні матеріали на дисках відносяться до електронних видань.

Нові інформаційні технології суттєво змінюють облік сучасної книги і технології видавничо-поліграфічної справи. Зараз увійшли у життя такі

поняття, як «електронна книга» (e-book) та «електронне видання» (ЕВ). Однак їх поки що слід розглядати як додатки до традиційної книги, а не як самостійні серйозні конкуренти. Розроблення елементів їх конструкції й архітектури загального вигляду потребує вже сьогодні нових творчих зусиль технологів і дизайнерів. У ГОСТ 7.83-2001 ЕВ визначається як «електронний документ, що пройшов редакційно-видавничу обробку, призначений для розповсюдження у незмінному вигляді, має вихідні відомості».

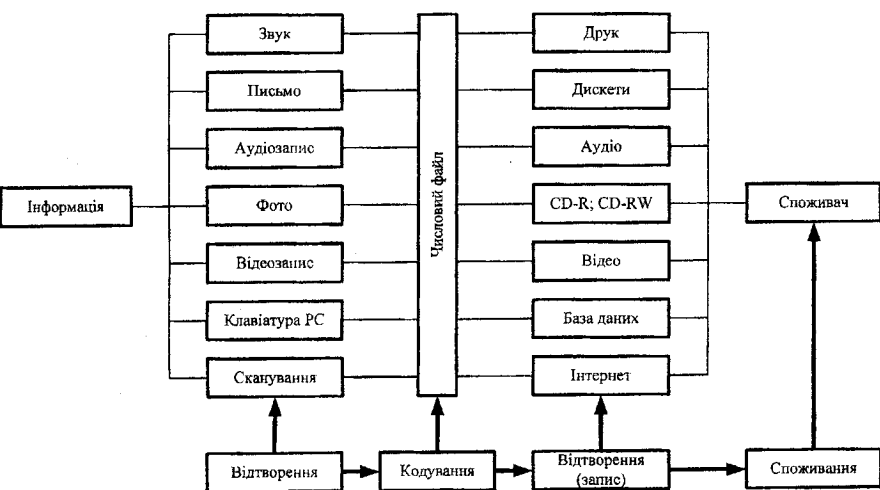


Рисунок 1.11 – Структура опрацювання і розповсюдження інформаційного потоку

Відповідно до стандарту ЕВ поділено на такі різновиди:

- за основною інформацією (текстова, образотворча, звукова, мультимедійне ЕВ, програмний продукт);
- за цільовим призначенням (офіційне, наукове, науково-популярне, виробничо-практичне, нормативне, навчальне, масово-політичне, довідкове, рекламне, для дозвілля, художнє);
- за наявністю чи відсутністю друкованого еквівалента;
- за технологією поширення (локальне, призначене для локального використання на переносних машиночитальних носіях; мережеве, що доступне потенційно необмеженій аудиторії користувачів через телекомунікаційні мережі; комбінованого розповсюдження);
- за характером взаємодії споживача і ЕВ (детерміновані – параметри, зміст і спосіб взаємодії з яким визначені видавцем і не можуть

бути зміненими споживачем; недетерміновані (інтегровані) – ЕВ, параметри, зміст і спосіб взаємодії з яким прямо чи опосередковано встановлюється споживачем відповідно до його інтересів, мети, рівня підготовки і т. п. на основі інформації і за допомогою алгоритмів, що визначаються видавцем);

- за періодичністю (періодичне, неперіодичне, серійне, продовжене, оновлене);

- за структурою (однотомне, багатотомне, електронна серія).

Головною інформаційною частиною усякого ЕВ залишається текст у фрагментах чи у повному обсязі усього видання. Якщо таке видання складено на комп'ютері, відредаговано і відкореговано, а потім зверстано, то його вже можна назвати електронним (числовим) або електронною книгою (e-book).

Зараз ЕВ уже не новинка, вони стали засобом комплексного інформаційного процесу, який має новий вищий рівень за всі інші засоби масової комунікації.

ЕВ зараз відносяться до динамічно розвинутих і глобально поширюваних видів інформаційної продукції, їх багатогранна якість, технічні параметри і види невпинно зростають. Вони все частіше супроводжують друковані видання у вигляді електронних версій на компакт-дисках, що додаються до друкованих видань. Перспективний їх розвиток безсумнівний, однак вони ніколи не зменшать і не замінять друковані. Ринок засобів інформації, не дивлячись на зростання ЕВ, залишається і у подальшому привабливим, з великим обсягом капіталу. Людство не зможе залишитися без книг, періодики, реклами і пакування в аналоговому друкованому вигляді.

Конструкції ЕВ (e-book), інтегрованого з класичним, сьогодні знаходяться у стадії інтенсивного розвитку. Спочатку ЕВ існували тільки як аналог (версія) або доповнення друкованих. Для їх використання було потрібне спеціалізоване додаткове устаткування, щоб зробити таке видання доступним для сприймання. У загальному вигляді характер взаємодії споживача інформації і електронної версії книги можна було уявити так: існує деякий пристрій для демонстрації електронної версії, в який вставляють мікрокасету (дискету, компакт-диск) з базою даних, або який має зв'язок з Інтернетом. На внутрішній екран цього пристрою виводиться інформація (текст, ілюстраційні зображення). Сьогодні технічні можливості візуалізації стали значно ширшими (від компактних моніторів до носіїв з фізичними властивостями, подібними до пергаменту чи паперу).

Однак, не дивлячись на зростання Інтернет-аудиторії та величезні потоки електронної інформації, нинішня діяльність електронних видавництв і поширення їх продуктів не знищують стандартну класичну книгу, а лише дають їй новий поштовх розвитку.

Для того, щоб з'явилося принципово нове ЕВ книги, газети і журналу, необхідним залишається час для творчого вдосконалення числових технологій. Такі комп'ютеризовані технологічні процеси завойовують усе більше видавничого простору у наш час. Сьогодні комп'ютер редагує, художньо і технічно оформлює видання і навіть розповсюджує їх (на компакт- і DVD-дисках, в Інтернеті) у супроводі звуків музики, текстової звукової інформації та відео, але не може замінити у повному обсязі творчої роботи редактора, технолога, менеджера. За такими комп'ютерними програмами майбутнє.

У ілюстрованих ЕВ матеріал, як правило, більш інформативний ніж у друкованих, що завжди краще для сприйняття і розуміння. Ілюстрації несуть завжди навіть більше інформації ніж текст, якщо вони поруч на сторінці, бо ефективніше діють на читача. Однак їх також треба редагувати, корегувати, калібрувати і суміщати (верстати) з текстовими матеріалами. Комп'ютерні програми забезпечують здійснення всіх цих операцій, включаючи й чисто технологічні, такі як растрування, трепінг, кольороподіл, ретуш, контроль якості. Невід'ємною частиною ЕВ став звуковий супровід, який може навіть самостійно читати текст чи ремарки, створювати звукові ефекти і давати необхідні пояснення.

Принципова відмінність друкованих видань від електронних у більш широких можливостях останніх. Читач може вільно переміщуватися з одного видання в інше, моделювати технологічні і виробничі процеси, слухати звуковий супровід. Складниками ЕВ залишаються текст, ілюстраційні матеріали, різноманітні анотації. З'явився звуковий супровід, анімація та відео. А друкований еквівалент завжди поруч.

Загальним для всіх прогнозів щодо друкарства залишається постулат, що редакційно-видавничий процес у майбутньому стане довершеною інформаційною системою, яка продукуватиме книгу, газету, журнал, іншу друковану продукцію, електронні видання, web-сторінки тощо. Друковане слово залишиться дорогоцінним найінформативнішим засобом, виконуючи дві вкрай важливі функції: створення матеріальних достатків та примноження інтелектуального потенціалу суспільства. У майбутньому за загального зменшення накладів друкарство продукуватиме дійсно унікальні видання.

Традиційна книга та її аналоги ще довго процвітатимуть і нестимуть людям знання й радість спілкування, зберігаючи й поширюючи інформацію в новому суспільстві, яку б назву воно не носило (інформатизації, глобальних комунікацій, біотехнології, нанотехнології тощо).

Співіснування традиційних видань з іншими інформаційними засобами, на думку ряду експертів, породжує раніше не передбачуваний ефект – комп'ютерні та мультимедійні системи каталізують створення нових друкованих видань. Вірогідно, що й надалі розвиток електронних

засобів інформації стимулюватиме пошук нових видавничо-поліграфічних форм та засобів. Найбільше на зміни в інформаційній галузі впливатиме числова технологія. Майбутнє друкарства визначатимуть нові розробки у додрукарських, друкарських та обробних процесах, а також інформаційні системи управління та контролю.

Традиційні методи друку базуються на використанні енергії механічного тиску, друкарських форм зі стабільним формним зображенням, відповідних витратних матеріалів для забезпечення процесу друку та розмноження інформації. Числова комп'ютерна технологія внесла корективи у видавничо-поліграфічну справу і, зокрема, в друкарські процеси. Стали використовуватися технологічні варіанти друку без друкарських форм та зі змінними формами для кожного відбитка. Тут майбутній крок визначатиметься застосуванням нанотехнологій.

В останні десятиліття стали активно розвиватися засоби поширення числової графічної інформації, які вплинули на класичні й породили нові методи друку. Створення зображення на формі і перенесення його на друкувальний матеріал інколи здійснюється в одному нерозривному формно-друкарському процесі. У таких технологічних процесах використовуються як постійні, так і змінні друкарські форми, різноманітні витратні матеріали із прогнозованими, завчасно запроєктованими і реалізованими властивостями. З'явилися процеси друкування, що базуються не тільки на механічному тисненні, а на інших видах енергії (електричній, магнітній, тепловій, світловій тощо).

У кожному друкарському процесі беруть участь: друкарські форми (чи їх аналоги), друкувальні матеріали (або вироби з них), фарби чи тонери, друкарське устаткування з використанням певного виду енергії, що забезпечує перенесення зображення на основи для друку (аналогові носії інформації).

Сьогодні вже поширені технологічні процеси друку, що ґрунтуються на числових інформаційних технологіях computer-to- ...: CtF – «з комп'ютера на фотоплівку» (computer-to-film), CtP – «з комп'ютера на формну пластину» (computer-to-plate), «з комп'ютера в друкарську машину» (computer-to-press), «з комп'ютера в друк» (computer-to-print), CtS – «з комп'ютера на сітку» (computer-to-screen) тощо.

Розвиток технологічних процесів

Невпинне оновлення технологій принесе суттєві якісні та економічні результати. Сьогодні спостерігаються такі тенденції:

- зниження накладів видань за одночасного зростання кількості назв;
- зростання кількості невеликих видавництв та міні-друкарень;
- опанування видавництвами та поліграфічними підприємствами, а також навчальними закладами сучасних комп'ютерних технологій;

- розширення асортименту ЕВ і комплексних видань, насичених мультимедійною інформацією;
- широке застосування методів друку для захисту споживчої й промислової продукції від підробки;
- розвиток класичних методів друку (принципи самих процесів, в основному, зберігаються, однак, флексографічний друк розвивається найактивніше);
- перерозподіл обсягів робіт між способами друку (що почався у ХХ ст., коли, наприклад, фототипія та літографія з підприємств перейшли до майстерень художників; плоский офсетний друк зі зволоженням друкарських форм посів передові рубежі, потіснивши високий);
- зростають обсяги випуску повноколірної продукції, надрукованої навіть у шість та більше фарб;
- нові розробки дають поштовх розвитку гібридних технологічних процесів і матеріалів – флексографічний та офсетний друк за один прогін, електрографічний та струминний у співдружності з класичними тощо;
- широке застосування у видавничій практиці автоматизованих систем переробки текстової і графічної інформації (АСПТП), баз даних (БД) та Інтернету;
- комплексна автоматизація технологічних та виробничих процесів: редакційних, додрукарських, друкарських та післядрукарських, з контролем якісних параметрів півфабрикатів та готової продукції під час виробництва;
- впровадження новітніх технологій обробки пластин та форм за технологією «computer-to-plate», де застосовуватимуться пластини, чутливі до лазерів видимої зони спектра (Kodak, Polychrome Graphics, Agfa, Fujifilm, Mitsubishi та інші); на полієфірній основі (Mitsubishi Silver Digiplate); термочутливі з розчинним шаром позитивного копіювання за допомогою потужного лазера (Agfa Termostat, Polychrome Quantum PNP); термальні без будь-якої обробки (Prestek), що використовуються, наприклад, на машинах GTO DI та Quickmaster DI фірми Heidelberg Druckmaschinen AG.

На першому етапі розвитку української видавничо-поліграфічної справи відбувається реорганізація управління видавничо-поліграфічною галуззю: абсолютна більшість підприємств стають приватизованими. Асоціації, до складу яких з часом увійдуть усі видавництва та підприємства, вестимуть координаційну і технічну політику, що сприятиме розвитку видавничо-поліграфічного комплексу (ВПК). Вірогідно спостерігатиметься те, що бачимо зараз у промислово й інформаційно розвинутих країнах світу. Однак в Україні, поки що присутня ціла низка ще не вирішених проблем.

Виготовлення конкурентоспроможної продукції, запровадження нових ефективних технологічних процесів, нової техніки неможливе без

удосконалення нормативно-технічної документації. Це завдання стало основою розроблення державних і галузевих програм стандартизації у промисловості України, у тому числі й у видавничо-поліграфічній справі.

Об'єктами стандартизації законом України визначено усі види виробів, процесів та послуг, усі матеріали, обладнання, системи тощо. Нині в Україні є чинними понад п'ять тисяч Державних стандартів України (ДСТУ).

Щодо витоків цієї проблеми у видавничо-поліграфічній справі, то можна найперше згадати зародження і становлення параметрів рукописних книг – ширину і довжину папірусних аркушів, глиняних табличок, пергаментних кодексів. З поширенням друкарства уніфікувався не лише стандарт самого видання книги, а й розміри сторінок, шрифтів, пробілів між рядками і словами тощо. Поступово у міжнародній практиці виробилася ціла система положень, правил і стандартів виготовлення і тиражування видань і пакувань.

Сьогодні ДСТУ узгоджуються із стандартами міжнародних організацій ISO, ІЕС, ISO/ ІЕС та ЕС(ЕН). Статус національних (державних) мають в Україні більшість міждержавних (ГОСТів), а також галузевих стандартів (ОСТів, ГС), технічних умов (ТУ) СНД.

Однак із дотриманням норм галузевих стандартів у нас, поки що, не все гаразд. Документи із стандартизації (національні стандарти, технологічні інструкції, правила, норми і рекомендації) встановлюють обов'язкові вимоги і приймаються суворо з певною метою – захист життя і здоров'я громадян, майна фізичних і юридичних осіб, охорони навколишнього середовища, попередження дій, які вводять у оману споживача тощо.

Технічні регламенти заслуговують великої уваги і невідповідність їм загрожує виробникові серйозними санкціями, у тому числі й вилученням продукції з ринку. Однак цьому важливому аспекту у нас не приділено належної уваги – як надто розтягнуті терміни розробки галузевих стандартів, так і сфера їх використання. Недостатня база технічної документації і галузевої науково-технічної і довідкової літератури, які відповідають сучасності, не сприяють необхідному зростанню якості друкованих видань. Особливо це відноситься сьогодні до вітчизняної книжкової продукції.

Книга – складний вид друкованої продукції. Під час її виготовлення задіяно безліч складних технологічних операцій і навіть незначне відхилення у одній з них приводить до зниження якості книги в цілому. Параметрів оцінки якості книжкового видання багато: читабельність, акуратність і дизайн палітурки, паралельність сторінок, рівномірність радіуса закруглення корінця і багато-багато інших. З цих причин і підприємств, які спеціалізуються на книжковому виробництві, в Україні явно недостатньо. Більшість займається друкуванням реклами і періодики.

Окрім того, для перспективного прогресуючого розвитку ВПК України сьогодні, поки що, відсутні необхідні умови навіть за наявності в галузі високопрофесійних фахівців і досить потужних фірм-дистрибуторів зарубіжного устаткування та матеріалів. Слід визначити декілька аспектів:

- законодавчо не створено сприятливих умов для інвестицій у поліграфічне виробництво, хоча в цілому державна політика у інформаційно-технічній сфері поступово наближається до створення відповідних законодавчих основ;

- відсутня матеріально-технічна база для стабільного комплексного наукового дослідження сучасних технологічних процесів;

- створюються нові високотехнологічні профільні підприємства, проте більшість центральних і регіональних друкарень потребує модернізації, особливо у книжковому виробництві;

- англійське та німецькомовне програмне забезпечення комп'ютеризації технологічних процесів при відсутності україномовного і російськомовного не сприяє різкому підвищенню продуктивності та ефективності придбаного дорогого устаткування, навіть заважає якнайповнішому опануванню його технічних можливостей;

- відсутнє вітчизняне технічне і матеріальне забезпечення друкарень і видавництв;

- невисока якість, а через це й малі обсяги вітчизняних витратних матеріалів. Натомість залучення нових вітчизняних сировинних ресурсів, наприклад, використання похідних ріпакової олії для виготовлення змивних та очищувальних засобів, напгтовхується на непередбачені труднощі.

Останній аспект особливо актуальний в умовах постійного натиску імпортних витратних матеріалів. На жаль, нині діючі науково-дослідні установи України не займаються їх випробуваннями та сертифікацією, що сприяло б достовірності їх оцінки, підвищенню якості поліграфічних послуг на ринку України та закриттю доступу у виробництво нетехнологічних витратних матеріалів.

У прогнозах відомих науково-дослідних організацій, фірм-виробників техніки, матеріалів, програмного забезпечення, провідних фахівців галузі на теми розвитку інформаційних технологій і, зокрема, друкарства у новому тисячолітті наводяться сценарії, які ілюструють прогрес видавничо-поліграфічної справи, пакувальної та паперової галузей промисловості. Відповідно до цих сценаріїв майбутнє друкарства буде визначатись новими розробками в галузі редакційних, видавничих, формних, друкарських та опоряджувальних процесів зі зміною ролі інформаційних систем управління.

Розробки у галузі нових технологій завжди значно випереджають виробничу інфраструктуру, що уповільнює їх упровадження і стримує технічний прогрес. Існує також теорія «вузьких місць», коли деякі операції

мають виконуватися чітко й послідовно, а продуктивність устаткування визначається саме швидкістю виконання найбільш повільної операції. Коли процесори набудуть якісно нового рівня продуктивності, проблеми «вузьких місць» у системах обробки інформації стануть менш відчутними й у видавничо-поліграфічних процесах відбудуться кардинальні зміни. Значно зросте інтелектуальний рівень комп'ютерної техніки. Вона здатна буде працювати «з дотику» та «з голосу», комплексно виконувати всі редакційні та видавничі операції (без втручання людини – «за замовчуванням»). Вербальні команди зможе виконувати й друкарська машина. Система голосового управління складною технікою має низку переваг: руки оператора виконують певні операції, очі спостерігають та контролюють технологічний процес, а голос керує ним. Команди можуть подаватися і з певної відстані. Діалогова система «людина-машина» надасть нові можливості з інтелектуального управління технологічним процесом.

Вже сьогодні більшість науковців, дизайнерів, видавців, редакторів працює вдома, спілкуючись за допомогою електронної пошти та форумів на інтернет-сайтах, однак можливості безпосереднього «живого» спілкування та необхідність особистої присутності людини у низці технологічних операцій залишаються актуальними й надалі.

Поняття «віртуальний» в останні роки укорінилося, практично стало ужитковим. Звичними вже стали віртуальні книжкові крамниці, які поширюють книги через мережі, не маючи ніякого торгового об'єкта в реальному світі, навіть простого кіоска. Для ознайомлення з електронними чи друкowanими виданнями можна звернутися до електронної (віртуальної) бібліотеки, віртуальної крамниці, «зайти» на сайт видавництва.

Отже, друкарство як галузь продукування інформаційної (газети, журнали, книги, реклама) та споживчої продукції (документи обліку, пакування, оформлення та захисту від підробки різноманітних промислових виробів) має стати перспективу розвитку в XXI столітті.

Тут можна передбачити:

- друкарські машини майбутнього будуть суцільно комп'ютеризовані та автоматизовані, суттєво збільшиться середня кількість фарбових секцій, спростяться засоби управління, зросте швидкість друку, автоматизовуватимуться процеси заміни форм на рулонних машинах;

- рівень автоматизації палітурно-брошурувальних процесів зросте до рівня автоматизації друкарських машин (особливо під час налаштування та підготовки до роботи фальцювальних, комплектувальних машин, машин для скріплення блока), що значно підвищить їхню продуктивність;

- зіллються у єдиному потоці (workflow) додрукарський, друкарський і післядрукарський процеси;

- широко використовуватимуться автоматизовані системи управління друкарнею та видавництвом завдяки вдосконаленню технології, комп'ютерних мереж управління та, на основі розвитку приладів, контролю якості;

- покращиться підготовка керівних кадрів видавництва і підприємств завдяки переходу на двоступеневу вищу освіту «бакалавр-магістр», яка передбачає підготовку впродовж чотирьох років кваліфікованих співробітників (бакалаврів) для роботи на виконавчих посадах виробничої і соціально-економічної сфери та магістрів, орієнтованих на діяльність, яка потребує навиків аналітичної, проектної та науково-дослідної діяльності;

- друкування деяких видань буде перенесено безпосередньо до споживача, заміна існуючого принципу «друкування та доставка» принципом «електронна передача та друкування у місці використання інформації»;

- відбудеться перехід до нового типу видавничо-поліграфічних підприємств з мінімальним персоналом як наслідок автоматизації, комп'ютеризації та роботизації виробництва й управління.

Для подальшого розвитку друкарства необхідні: розвиток існуючих і розробка нових видів енергії та методів кодування інформації; пристосування їх до можливостей нанесення інформації на будь-який матеріал, здатний її відтворити і зберегти на певний час. Тут у пригоді стануть нанотехнології як у формному, так і друкарському виробництві.

XXI століття прогнозується як століття прогресу інформаційних технологій – унікальних технологій клонування, лікування, вирощування матеріальних об'єктів та телепортації. В тому числі і нового розвитку класичних, спеціальних і нових способів і методів друку на базі числових, гібридних і нанотехнологій, існуючих і нових видів енергії, розповсюджених і невідомих сьогодні методів кодування, на вдосконалених елітних і нових носіях інформації з використанням інших витратних матеріалів з технічно прогнозованими властивостями.

У середині XXI ст. багатоколірну електронну сторінку, за зручністю використання, неможливо буде відрізнити від друкованої. У пам'яті комп'ютера зберігатиметься декілька тисяч книг, за його допомогою можна буде отримати через Інтернет будь-яку довідку, не підключаючись до стаціонарних мереж зв'язку чи енергії. Працюватимуть видавничо-інформаційні центри, які забезпечать виготовлення видань у будь-якому можливому на той час комбінованому комплексному вигляді за індивідуальними замовленнями споживачів.

Уже сьогодні у світі ринок друкарської продукції щорічно зростає на 3...5%. Успіхи в економіці України і світу, а також у інформаційних технологіях сприятимуть цьому зростанню. Технологія друкарства забезпечить відтворення раритетних видань, збереження та вдосконалення високого мистецтва книги. Поліграфічна промисловість поряд зі звичними

обов'язками здійснюватиме оформлення реклами, пакування, виготовлення різноманітної документації, й тим самим сприятиме розвитку інформації, знань, культури та добробуту суспільства.

Контрольні запитання

1. Навести класифікацію ДМ.
2. Каретка ДМ. Призначення, особливості конструкції.
3. В чому полягає відмінність у роботі важільних і безважільних ДМ?
4. Механізм табуляції ДМ. Принцип дії, особливості конструкції.
5. Від чого залежить продуктивність ДМ?
6. Навести основні технічні характеристики канцелярських ДМ електромеханічного типу.
7. Якими чинниками визначається якість друкування на електромеханічних ДМ важільного типу?
8. Вказати переваги та недоліки електронних ДМ.
9. Порівняти основні характеристики електромеханічних та електронних ДМ.
10. Пояснити особливості режиму вирівнювання полів ДМ.
11. Чому в рядкових друкарських пристроях висока продуктивність?
12. Ергономічні особливості конструкції друкарських машинок.
13. Пояснити як і навіщо відбувається неперервне переміщення під час друку фарбувальної стрічки в друкарській машинці.
14. Обґрунтувати переваги вбудованих знакогенераторів у порівнянні із зовнішніми.
15. Перерахувати основні типи кодових таблиць ДП.
16. Обґрунтувати переваги вбудованих знакогенераторів у порівнянні із зовнішніми.
17. Перерахувати основні типи кодових таблиць ДП.
18. Особливості кодової таблиці ASCII.
19. Порівняльний аналіз останніх версій текстових редакторів ChiWriter та Microsoft Word.
20. Пояснити основні особливості сторення шрифтів за допомогою Font Designer.
21. Навести приклади засобів автоматизації проектування знакогенераторів ДП.
22. Навести сучасні програмні засоби виготовлення текстів.

Література [1 - 5].

2 ДРУКУВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ

2.1 Класифікація друкувальних пристроїв

Друкувальні пристрої (ДП) поділяються за принципом друку на ударні та безударні (рис. 2.1). Існують різні види ударних ДП (рис. 2.2). До 1985р. були дуже популярні ударні ДП з пелостковим шрифтоносієм (ШН). Вони відрізняються від знакосинтезувальних більш високою якістю друку при порівняно низькій швидкості виведення інформації (10-60 символ/с). Однак поява режиму якісного друку в знакосинтезувальних пристроях дуже підірвала позиції ДП з пелостковим ШН. При цьому також позначилися їх бідні функціональні можливості: присутність тільки зачатків графіки та складність зміни нечисленних шрифтів. Крім того, в графічному режимі при виведенні найпростіших діаграм понижувалася і без того мала швидкість виведення. Заміна шрифтів могла бути проведена лише за участю оператора. Набір знаків на одному шрифтоносії не перевищував ста символів. Шрифтоносії з великою кількістю символів не отримали широкого розповсюдження.

Існували ударні ДП, що синтезували знак з допомогою виконавчих елементів різного типу (дуги, відрізки і т. і.), однак в наш час вони не знайшли широкого розповсюдження. В цій групі найбільшу популярність мають матричні ДП. Формування всіх знаків у таких пристроях із окремих точок забезпечує швидкий і якісний друк різноманітними шрифтами, а також формування графічної інформації. При низькій вартості їх швидкість друку в режимі чорнового друку (draft) досягає 80-400 символ/с. Широкі можливості знакосинтезуючих матричних ДП зробили їх явними лідерами серед ударних пристроїв.

До другої групи ДП відносяться безударні ДП: лазерні, струменеві, термографічні, а також велика група пристроїв, що не використовуються з ПЕОМ. Основні властивості безударних ДП, що використовуються з ПЕОМ, відображені на рис. 2.3. Безударні ДП можуть виконувати як монохромний, так і кольоровий друк.

Найвищу якість друку дають лазерні ДП. Швидкість таких пристроїв від 2 до 50 сторінок за хвилину, причому нижня межа значень відноситься до настільних пристроїв, а верхня – до дорогих великогабаритних ДП, що більше підходять для невеликих типографій. Для ранніх моделей вимагався спеціальний папір; вони потребували постійного технічного обслуговування. Накладні витрати в ДП подібного типу високі. Типова роздільна здатність сучасних лазерних принтерів 600 точок на дюйм (12 точок/мм). За цим параметром до них наближаються найбільш досконалі 48-голкові матричні ДП. Але останнє слово в конкурентній боротьбі за якість належить лазерним ДП. Випускаються пристрої з

роздільною здатністю до 900 точок на дюйм, і планується довести роздільну здатність до 1200 точок на дюйм, що перевищує можливості типографського друку.

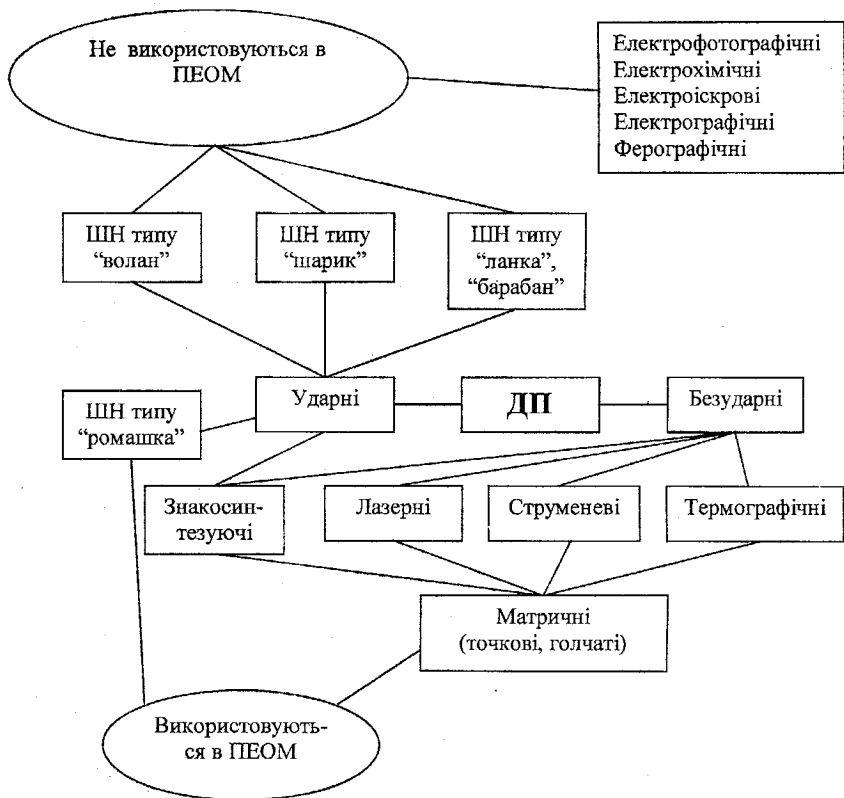


Рисунок 2.1 – Класифікація ДП за принципом друкування та призначенням

Тривалий час принтери із струменевим принципом друку залишалися в тіні. Однак з розвитком технології виробництва друкувальних головок з'явилася можливість розмістити до 50 сопел на 1/6 дюйма, що підвищило якість друку і різко підсилило позиції струменевих ДП на ринку. Незважаючи на деяке зростання вартості, вони залишилися найдешевшими ДП для такої роздільної здатності. Швидкість друку струменевих пристроїв невисока – від 20 до 50 символ/с.

Можливість використання в них звичайного паперу з'явилася лише останнім часом.

Провідною фірмою з виготовлення безударних ДП є Hewlett-Packard. Система команд управління, що використовується в лазерному принтері HP LaserJet Plus цієї фірми, стала стандартом для високоякісних ДП.

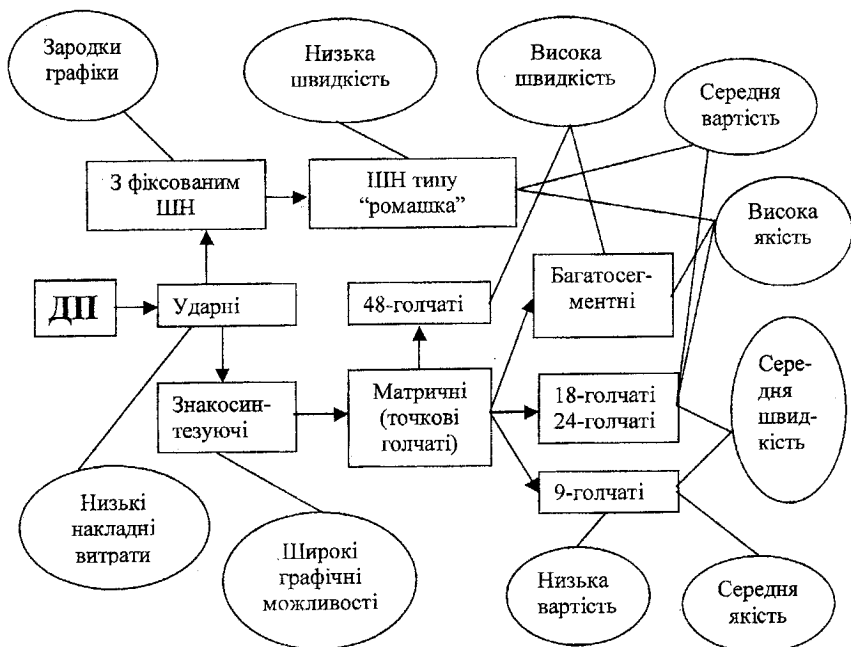


Рисунок 2.2 – Характеристики ударних ДП

Ще одним представником безударних знакосинтезуючих пристроїв є ДП з термографічним принципом друку. До переваг даного класу ДП слід віднести малі габаритні розміри, безшумність роботи і малу споживану потужність. Однак використання дорогого і дефіцитного спеціального паперу або фарбивої стрічки веде до різкого зростання накладних витрат. Всі зазначені фактори призвели до звуження сфери розповсюдження термографічних ДП.

Серед виробників ударних матричних ДП провідне місце займає фірма Epson. Знакосинтезуючі ДП мають від 7 до 48 голок, на сучасному етапі найбільш розповсюджені 9- та 24-голкові. Керувальні команди принтерів фірми Epson часто емулюються навіть в безударних ДП.

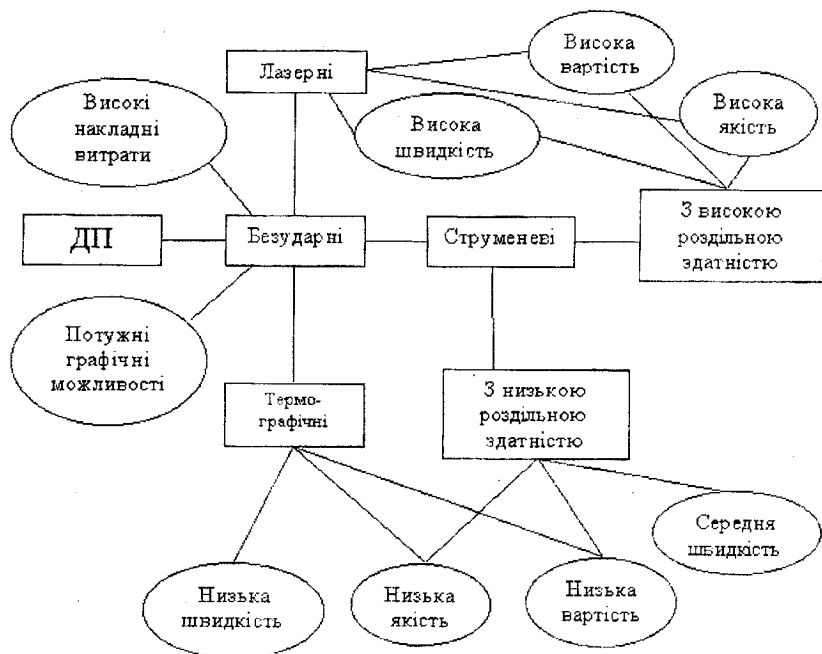


Рисунок 2.3 – Характеристики безударних ДП

2.2 Особливості архітектури ДП

Сукупність доступних користувачеві характеристик ДП називається зовнішньою архітектурою. В це поняття входить та інформація, яку можна отримати з описування, а інколи і з зовнішнього огляду ДП. Складові зовнішньої архітектури відображені на рис. 2.4.

Зовнішня архітектура ДП включає

1. Спосіб під'єднання до джерела інформації.
2. Кодову таблицю (або кодові таблиці).
3. Керувальні команди.
4. Число і вид виконавчих елементів (наприклад, голок в ударних ДП).
5. Структуру органів керування і індикації.

Як видно з наведеної структури зовнішньої архітектури, вона вміщує характеристики, що відносяться як до чисто внутрішніх особливостей ДП, наприклад його кодова таблиця, так і зовнішніх – спосіб

під'єднання ДП до джерела інформації (до ПЕОМ), а також ті, які одночасно відносяться як до зовнішніх, так і до внутрішніх – набір його команд управління.

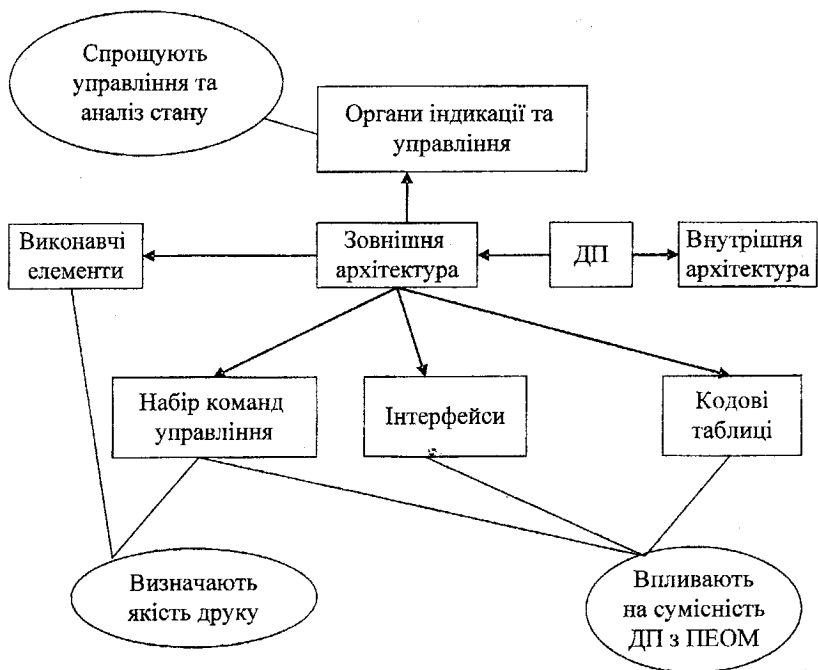


Рисунок 2.4 – Архітектура ДП

Зовнішня архітектура ДП визначає як апаратну, так і програмну сумісність з ПЕОМ. В основному сумісність визначається першими двома факторами, що складають зовнішню архітектуру. Перший фактор – це тип змінного інтерфейсу. В сучасних принтерах ПЕОМ як інтерфейси, як правило, використовують паралельні та послідовні інтерфейси.

Структуру ДП можна подати у вигляді декількох збільшених блоків:

- блока, що приймає інформацію та передає повідомлення в джерело;
- блока обробки прийнятих даних, що записує їх у вхідний буфер, готує буфер стрічки та параметри для керування двигуном головки, паперу та голками;
- блока керування всіма двигунами (каретки та паперу).

Розглянемо призначення окремих блоків ДП наведених на рис. 2.5.

Блок приймання інформації та передачі повідомлень в ЕОМ. Ця частина ДП відповідає за приймання даних із джерела по інтерфейсу відповідно до протоколу обміну, на який орієнтовано інтерфейс. В деяких пристроях одночасно встановлено декілька інтерфейсних карт (апаратних компонентів, які здійснюють електричне стикування ДП і джерела інформації). Крім того, в функції цього блока входить передача повідомлень про стан пристрою (готовності, кінець паперу і т. і.).

Блок обробки прийнятих даних і запису їх у вхідний буфер. Призначення цього блока – перегляд прийнятих даних, проведення їх первинної обробки відповідно до тих команд, які знайдені в потоці вхідної інформації та розміщення їх у вхідний буфер.

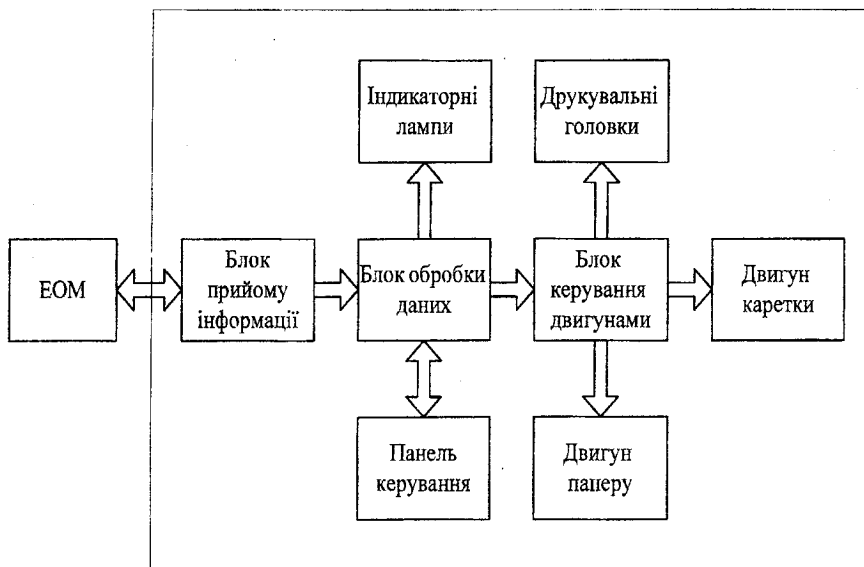
Блок управління двигунами здійснює підготовку буфера стрічки та параметрів для управління друкувальною голівкою, двигунами каретки і паперу, обслуговування органів індикації та управління. Тут відбувається сортування вхідного буфера, виділення з нього команд управління, перетворення даних і запис їх у буфер стрічки, з якого в подальшому буде відбуватися друкування інформації. Паралельно з цим здійснюється підготовка параметрів для керування двигунами, а також відповідно до підготовлених завчасно параметрів відбувається управління двигунами.

Складова частина зовнішньої архітектури ДП – органи управління та індикації. В існуючих ДП вони реалізуються різними способами.

Кнопки та мікроперемикачі є органами управління ДП. З їх допомогою оператор може змінити деякі установки без передачі команди від джерела інформації. Кожна кнопка використовується як автономно, так і сумісно з іншими. Опитування кнопок ДП відбувається постійно протягом всього процесу роботи ДП.

У всіх пристроях вибір режиму роботи відбувається з допомогою кнопок. Існують, наприклад, автономний і неавтономний режими роботи, режим самотестування. В деяких ДП з допомогою кнопок можна здійснювати перехід на будь-який набір вбудованих ЗГ, а також зовнішніх (касетних) ЗГ. Касетні ЗГ виконують у вигляді невеликих блоків, які користувач може встановити в пристрій. Ці блоки мають додаткові ПЗП, що зберігають описування шрифту (або шрифтів).

Мікроперемикачі відрізняються від кнопок тим, що їх стан опитується лише в момент відключення живлення ДП або апаратного скидання від ПЕОМ. З допомогою набору мікроперемикачів може бути активізовано ряд команд і змінений шрифт, що використовується в початковий момент. В деяких пристроях з допомогою мікроперемикачів вибирають кодову таблицю або набір команд управління. Аналіз стану перемикачів користувачем ускладнений у зв'язку з їх важкодоступністю та складністю сприйняття інформації.



Друкуючий пристрій

Рисунок 2.5 – Узагальнена структура ДП

Органами індикації в ДП виступають лампочки та індикаторна панель (якщо вона є). Лампочки відображають інформацію про стан ДП: про готовність до роботи, поточний стан пристрою, наявність паперу.

2.3 Матричні ДП

Голкові (матричні) принтери (Dot Matrix Printer) тривалий час відносились до стандартних пристроїв виведення інформації. Перевага цих принтерів визначається, в першу чергу, здатністю роботи з будь-яким папером, а також низькою вартістю друку та можливістю одночасного друку декількох копій. Метод, з допомогою якого голковий принтер переносить знаки на папір, в принципі, дуже простий. На відміну від важільного та “кулькоподібного” принтера, в якому встановлюються різні типи (букви, цифри та знаки), голковий принтер формує знаки кількома голками, розміщеними в голівці принтера.

Механіка подачі паперу в цілому мало змінилася – папір втягується за допомогою вала; між папером і головкою принтера розміщується фарбувальна стрічка. При ударі голки по цій стрічці на папері залишається зафарбований слід. Голки, розташовані в середині головки, приводяться в дію електромагнітами. Головка переміщується по горизонтальних напрямним з допомогою крокового двигуна. В перших матричних принтерах в головці принтера знаходилося 9 голок, потім з'явилися 18-голкові принтери. В наш час більшість фірм-виробників перейшли на виробництво 24-голкових принтерів.

Завдяки горизонтальному руху головки принтера і активізації окремих голок, синтезований знак утворює матрицю, причому окремі букви, цифри та знаки, записані в пам'ять принтера (ПЗП) у вигляді бінарних кодів. Тому головка принтера “знає”, які голки і в яких комбінаціях необхідно активізувати, щоб, наприклад, створити за 10 кроків головки букву “К” (рис. 2.6).

Хоча наявність дев'яти голок в головці принтера забезпечує високу швидкість друку, високої якості досягти не вдається. В 24-голкових принтерах (сьогоднішній стандарт матричних принтерів) використовується технологія послідовного розміщення голок в два ряди по 12 голок. Внаслідок того, що голки в сусідніх рядах зсунуті по вертикалі, точки на роздруківці перекриваються таким чином, що їх неможливо розрізнити. В цих принтерах є можливість проходу головки двічі для кожного рядка, щоб знаки продруковувались ще раз з невеликим зміщенням. Зображення букви, що виникає таким чином якісніше. Тому таку якість друку позначають як LQ, що є скороченням від Letter Quality (висока якість). Дещо гірший за якість друк відповідно позначають NLQ (Near Letter Quality).

При роботі в режимі LQ швидкість друку зменшується незначною мірою, тому що головка друкує при русі в обох напрямках: як зліва направо, так і справа наліво.

Матричні принтери у порівнянні з безударними (non-impact) принтерами, мають одну суттєву перевагу, оскільки можуть друкувати одночасно декілька копій документа. Але робота голкового принтера завжди супроводжується шумом. Фірми-виробники голкових принтерів для зменшення шуму знаходять різноманітні технічні рішення. У деяких принтерах є так званий “тихий режим” (Quiet Mode). Однак таке зниження шуму досягається за рахунок зниження швидкості друку в два рази. Інколи внутрішню поверхню корпусу принтера покривають звукоізоляційним матеріалом, наприклад, пінистим герметиком або поролоном.

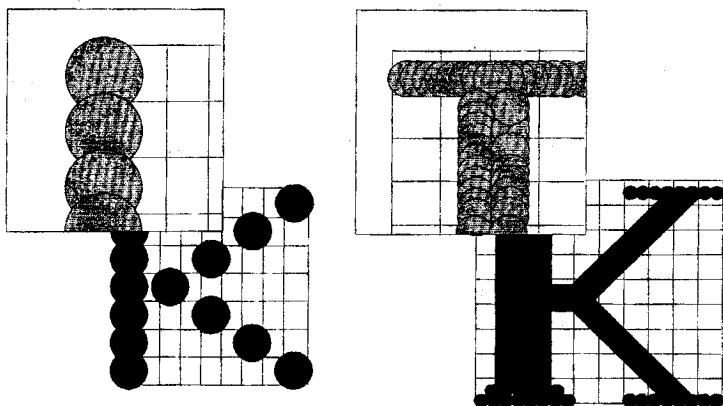


Рисунок 2.6 – Матриця для букви “К” в залежності від кількості голок в головці принтера та режиму друкування

Так само як і в інших пристроїв виведення інформації, якість друку принтера сильно залежить від роздільності, тобто від кількості точок, які друкуються в одному дюймі (dots per inch, dpi). Для голкового принтера роздільність відіграє роль тільки тоді, коли він працює в графічному режимі, в якому повинно точно розраховуватись положення кожної окремої точки на папері. При друці звичайних текстових знаків слід пам'ятати, що для матричних принтерів суттєву роль відіграють і інші фактори, такі як точність позиціонування головки принтера, частота ударів голок або якість фарбувальної стрічки.

Тільки невелике число голкових принтерів має можливість кольорового друку. Це можна пояснити тим, що до моменту появи на ринку перших моделей 24-голкових принтерів, здатних друкувати кольорові зображення, ціна на кольорові струменеві принтери вже суттєво понизилась. А якість друку 24-голкового принтера з допомогою багатокольорової друкувальної стрічки набагато гірша за якість друку на струменевому принтері.

2.4 Струменеві ДП

В струменевих принтерах для формування зображення використовуються спеціальні сопла, через які на папір подається чорнило. Тонкі сопла знаходяться на головці принтера, де встановлено резервуар з

чорнилом, яке переноситься через сопла на матеріал носія. Число сопел залежить від моделі принтера та його виробника. Звичайно їх буває від 16 до 64. Деякі останні моделі мають значно більшу кількість сопел, наприклад, головка принтера DeskJet 1600 має 300 сопел для чорних чорнил і 416 - для кольорових.

Оскільки образ символу відтворюється з використанням всіх задіяних сопел одночасово, як параметр, що визначає швидкість друку, в струменевих принтерах також прийнято вважати кількість символів за секунду (cps), хоча в рекламних проспектах швидкістю друку називають кількість сторінок, що друкуються за хвилину.

Зберігання чорнила здійснюється двома методами:

- головка принтера є складовою частиною патрона з чорнилом, заміна патрона з чорнилом одночасно пов'язана з заміною головки;

- використовується окремий змінний резервуар, який через систему капілярів забезпечує чорнилом головку принтера.

Фірни-виробники реалізують різноманітні способи нанесення чорнил на папір: п'єзоелектричний метод, метод газових бульбашок, метод drop-on-demand.

Розглянемо п'єзоелектричний метод. Для реалізації цього методу в кожне сопло встановлено плоский п'єзокристал, зв'язаний з діафрагмою. Під дією електричного поля відбувається деформація п'єзоелемента (рис. 2.7). При друкуванні п'єзоелемент, що знаходиться в трубці, стискаючи та розтискаючи трубку, наповнює капілярну систему чорнилом. Чорнило, яке відтискається назад, перегікає назад до резервуара, а чорнило, яке "відтиснулося" назовні, залишає на папері точку. Подібні пристрої випускаються компаніями Epson, Brother та ін.

Розглянемо метод газових бульбашок. Цей спосіб базується на термічному методі й більше відомий під назвою Bubblejet (бульбашки, що інжектуються). При використанні цього методу кожне сопло обладнане нагрівальним елементом, який при пропусканні через нього струму за декілька мікросекунд нагрівається до температури близько 500°C. Газові бульбашки, що виникають при раптовому нагріванні (bubbles) намагаються виштовхнути через вихідний отвір сопла необхідну порцію (краплю) рідкого чорнила, яке переноситься на папір. При вимкненому струмі нагрівальний елемент охолоджується, парова бульбашка зменшується і через вхідний отвір надходить нова порція чорнила. Подібну технологію друкування використовує фірма Canon (рис. 2.8).

Дякуючи тому, що в механізмах друкування, які реалізовані з використанням методу газових бульбашок, менше конструктивних елементів, такі принтери надійніші в роботі та строк їх експлуатації значно довший. Крім того, використання цієї технології дозволяє добитись найбільш високої роздільної здатності принтерів. Маючи високу якість при прорисовуванні ліній, даний метод має недолік при друкуванні областей

суцільного заповнення. Вони виходять дещо розпливчатими. Використання методу газових бульбашок доцільне при друкуванні графіків, гістограм і т. і., тоді як друк півтонових графічних зображень виходить більш якісним при використанні методу drop-on-demand.

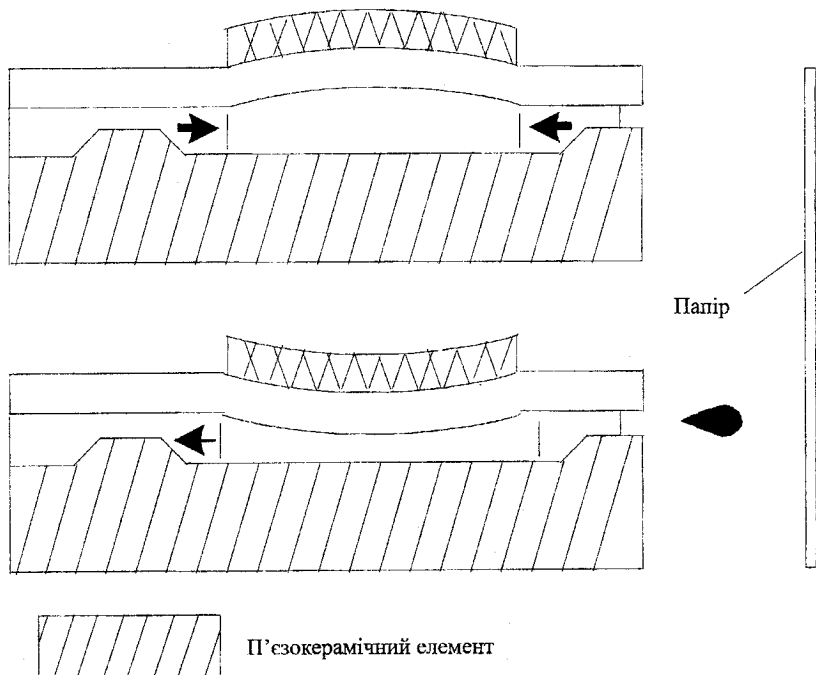


Рисунок 2.7 – Подача чорнила через сопло з п'єзоелементом

Розглянемо метод drop-on-demand. Цей метод, розроблений фірмою Hewlett-Packard, називається методом drop-on-demand. Так само як і в методі газових бульбашок, тут для подачі чорнила з резервуару на папір використовується нагрівальний елемент. Однак при цьому додатково використовується спеціальний механізм (рис. 2.9).

Технологія drop-on-demand забезпечує найбільш швидке вприскування чорнила, що дозволяє суттєво підвищити якість і швидкість друку. Кольорове подання зображення в цьому випадку більш контрастне.

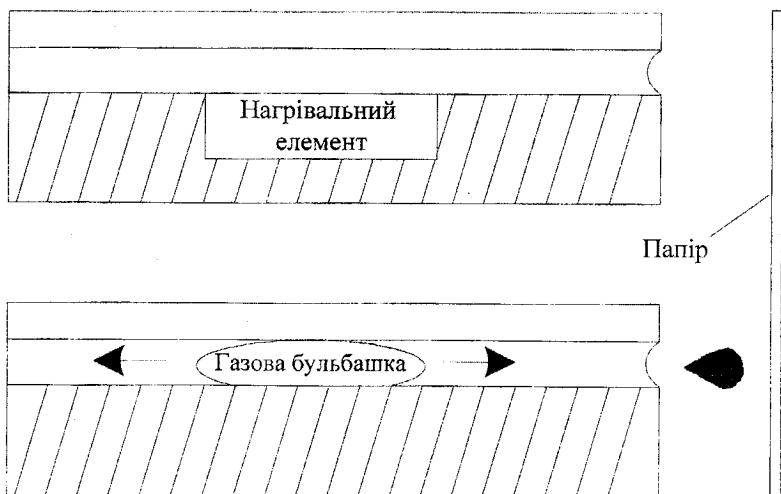


Рисунок 2.8 – Подача чорнила за методом газових бульбашок

Здатність струменевих принтерів створювати кольорове зображення привела до їх широкого розповсюдження. Кольоровий друк за допомогою голчатих принтерів не дає бажаної якості. Використання з цією метою інших типів принтерів, лазерних або термічних, багатьом звичайним користувачам не по кишені. Використання ж чорнил різного кольору є недорогим, але все ж таки якісною альтернативою.

Звичайно кольорове зображення формується при друці накладанням один на одного зображень трьох основних типографських кольорів: голубого (cyan), пурпурного (magenta) і жовтого (yellow). Хоча, термічно, накладання цих трьох кольорів 100%-насиченості повинно в результаті давати чорний колір, на практиці в більшості випадків виходить сірий або коричневий. Тому як четвертий основний колір додають ще й чорний (black). Таку кольорову модель називають, як уже відмічалось, СМУК.

З цієї причини в нових моделях струменевих принтерів використовується не три, а чотири кольорових патрони для створення кольору (додатковий патрон чорного кольору). Завдяки цьому з'явилась можливість широкого використання таких принтерів для звичайного друку текстів і чорно-білих графічних з одночасною економією кольорових чорнил.

На відміну від голкових принтерів, що є ударно-механічними, струменеві принтери працюють тихо. Лише двигун, що керує головкою принтера, створює незначне гудіння. Рівень шуму складає близько 40 дБ, що на 15 дБ менше, ніж у матричних принтерів.

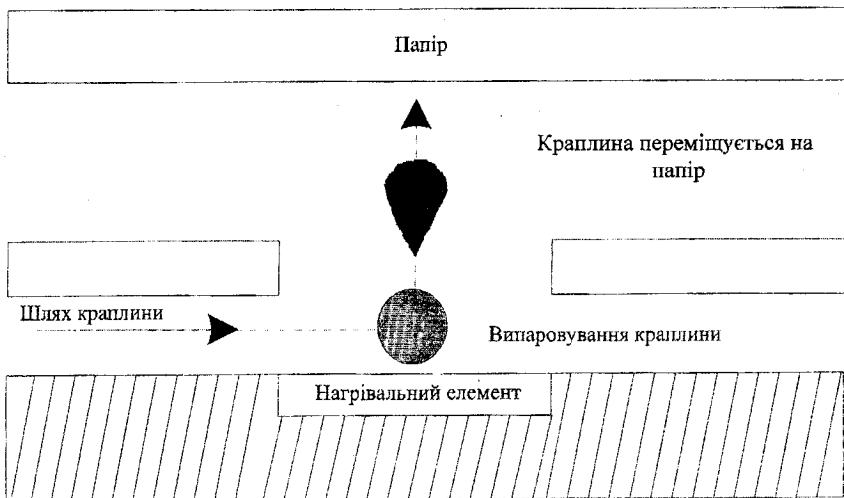


Рисунок 2.9 – Подача чорнила за методом drop-on-demand

Швидкість друку струменевого принтера, як і голкового, залежить від якості друку. При чорновому друці (Draft Mode) за швидкістю друку струменевий принтер значно перевершує голковий. При друці з підвищеною якістю (LQ) швидкість друку значно зменшується. При цьому швидкість друку струменевого принтера в середньому складає від 150 до 200 cps, що відповідає 3-4 сторінкам за хвилину. Кольоровий друк триває дещо довше. Останні сучасні моделі є швидкодійними та призначені для роботи в мережі.

Вирішальна перевага струменевого принтера, у порівнянні з матричним полягає в зображенні шрифту. Для моделей з великою кількістю сосел характерне досягнення якості лазерного принтера. Велике значення мають якість і товщина паперу. Для отримання високоякісного зображення рекомендується використання спеціального паперу, який характеризується швидкою поглинальною здатністю по відношенню до чорнил (extra-absorbent paper). В принципі, можна відмовитись від спеціального паперу, що пропонується різними виробниками. Струменевий принтер друкує на папері щільністю від 60 до 135 г/м². Добре зарекомендував себе папір для ксероксів щільність якого рівна 80 г/м².

Для зниження втрат якості друку, пов'язаних з розтіканням чорнила, існують різноманітні технічні рішення. Наприклад, в моделях PaintJet XL 300 і DeskJet 1200C, що випускаються фірмою Hewlett-Packard, для висихання чорнила використовується підігрів паперу.

Роздільність струменевих принтерів при друці графіки складає від 300×300 до 600×600 dpi. Деякі моделі, наприклад, Canon VJC-70, при друці чорним із згладжуванням мають роздільну здатність до 720×360 dpi.

Струменевий принтер не може використовувати папір у рулоні. Робота з таким папером можлива тільки для голкових принтерів. Декілька копій на струменевому принтері можна отримати тільки з допомогою багаторазового друку.

Основним недоліком струменевого принтера є відносно велика загроза засихання чорнила всередині сопла. В цьому випадку необхідно замінити друкувальну головку.

Поштовхом для створення перших лазерних принтерів послужила поява нової технології розробленої фірмою Canon. Фахівцями цієї фірми, що спеціалізується на розробці копіювальної техніки, було створено механізм друкування LBP-CX. Фірма Hewlett-Packard у співробітництві з Canon розробила контролери, що забезпечують сумісність механізму друку з комп'ютерними системами PC та UNIX. Принтер HP LaserJet вперше був представлений на початку 80-х років. Наступним етапом в історії розвитку лазерного принтера є використання механізмів друку з більшою роздільною здатністю під керуванням контролерів, що забезпечують високу ступінь сумісності пристроїв.

2.5 Лазерні ДП

Домінуючими для лазерних принтерів є електрографічна та світлодіодна (LED, Light Emitting Diode) технології. Електрофотографічна технологія подібна до тієї, що використовується в копіювальних апаратах. В світлодіодній технології як оптичний пристрій, що формує зображення, використовуються світлодіоди (історично світлодіодні принтери відносяться до класу лазерних). Світлодіодна технологія, як правило, знаходить використання в широкоформатних принтерах (до 36 дюймів). Електрофотографічна технологія використовується в настільних і офісних принтерах.

Лазерні принтери формують зображення шляхом позиціонування точок на папері (растровий метод). Спочатку сторінка формується в пам'яті принтера і лише потім передається в механізм друку. Растрове подання символів і графічних образів відбувається під управлінням контролера принтера. Кожний образ формується шляхом відповідного розміщення точок в комірках сітки або матриці, як на шаховій дошці (рисунок 2.10).

Растрова технологія значною мірою відрізняється від векторної, яка використовується в перових графопобудовниках. При використанні векторної технології зображення формується шляхом побудови ліній з одної точки в іншу.

Лазерні принтери, які отримали найбільше розповсюдження, використовують технології фотокопіювання, що ще називається електрофотографічною, яка полягає в точному позиціонуванні точки на сторінці за рахунок зміни електричного заряду на спеціальній плівці із фотопровідного напівпровідника. Подібна технологія друку використовується в ксероксах (рисунок 2.11).

Найважливішим конструктивним елементом лазерного принтера є фотобарабан, що обертається, з його допомогою відбувається перенесення зображення на папір. Фотобарабан це металевий циліндр, покритий тонкою плівкою з фотопровідного напівпровідника (оксид цинку). По поверхні барабана рівномірно розподіляється статичний заряд за допомогою тонкого дроту або сітки, що називається коронованим дротом. На цей дріт подається висока напруга, що викликає виникнення навколо нього іонізованої області, що світиться і називається короною.

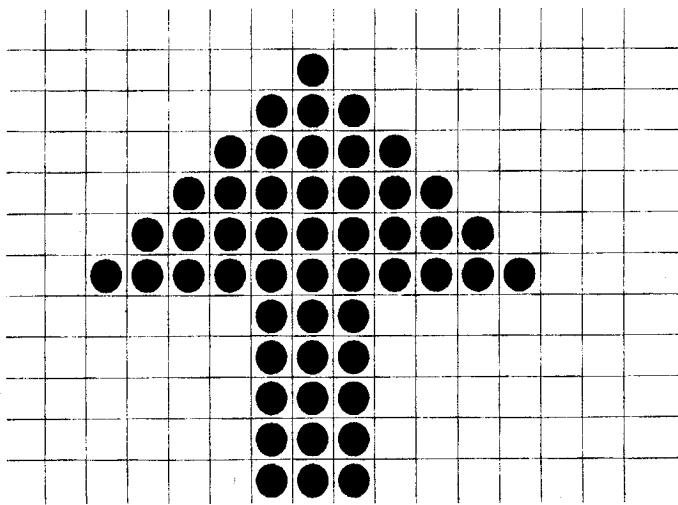


Рисунок 2.10 -- Растровий метод формування образів

Лазер, який керується мікроконтролером, генерує тонкий світловий промінь, який відбивається від дзеркала, що обертається. Цей промінь, попадаючи на фотобарабан, засвічує на ньому елементарні площинки

(точки) і в результаті фотоелектричного ефекту в цих точках змінюється електричний заряд. Для деяких типів принтерів потенціал поверхні барабана зменшується від -900 В до 200 В. Таким чином, на фотобарабані виникає копія зображення у вигляді потенціального рельєфу.

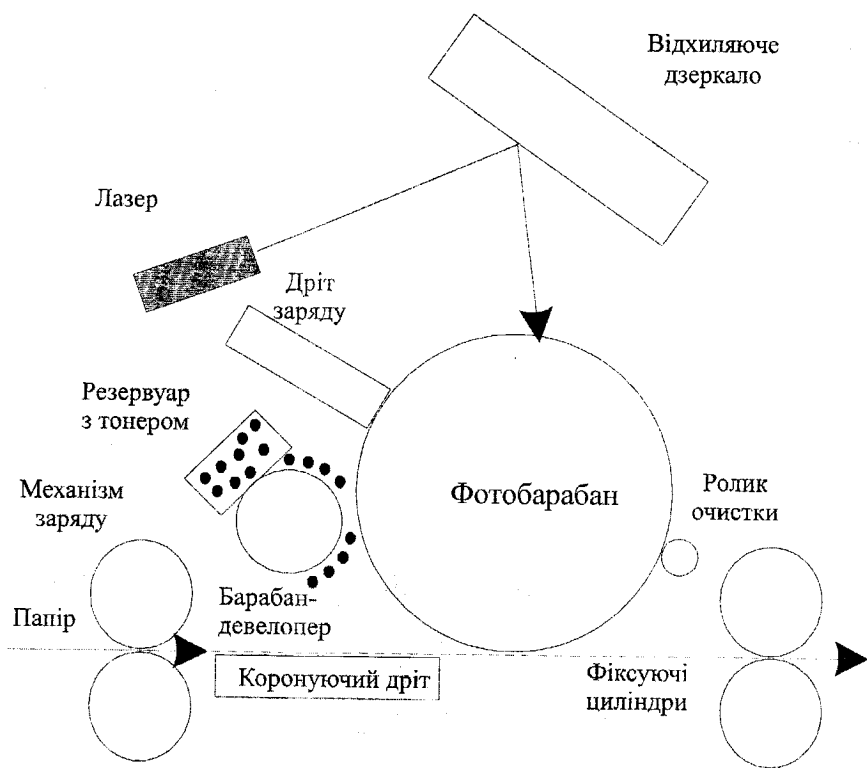


Рисунок 2.11 – Функціональна схема лазерного принтера

Потім з допомогою другого барабана, що називається девелопером (developer), на фотобарабан наноситься тонер – дрібний фарбувальний порошок. Під дією статичного заряду дрібні частинки тонера легко притягуються до поверхні барабана в точках, які піддалися експозиції, і формують на ньому зображення (рис. 2.12). Лист паперу з подавального лотка за допомогою системи валиків переміщується до барабана. Потім листу надається статичний заряд, протилежний за знаком заряду засвічених точок на барабані. При контакті паперу з барабаном частинки тонера з барабана переносяться (притягуються) на папір.

Для фіксації тонера на аркуш паперу знову подається заряд і він пропускається між двома роликками, що нагрівають його до температури 180 – 200°C. Після процесу друкування барабан повністю розряджається, очищується від прилиплих частинок тонера і готовий до нового циклу друку. Описана послідовність дій відбувається дуже швидко і забезпечує високу якість друкування.

При друкуванні на кольоровому лазерному принтері використовуються дві технології. Відповідно до першої, що широко використовувалась до недавнього часу, на фотобарабані послідовно для кожного окремого кольору (Cyan, Magenta, Yellow, Black) формувалось відповідне зображення, і лист друкувався за чотири проходи, що відображалось на швидкості та якості друкування.

В сучасних моделях в результаті чотирьох послідовних прогонів на фотобарабан наноситься тонер кожного з чотирьох кольорів. Потім при контакті паперу з барабаном на нього переносяться всі чотири фарби одночасно, створюючи необхідні сполучення кольорів на відбитку. В результаті досягається більш рівна передача відтінків кольорів, майже така ж, як при друці на кольорових принтерах з термоперенесенням барвника.

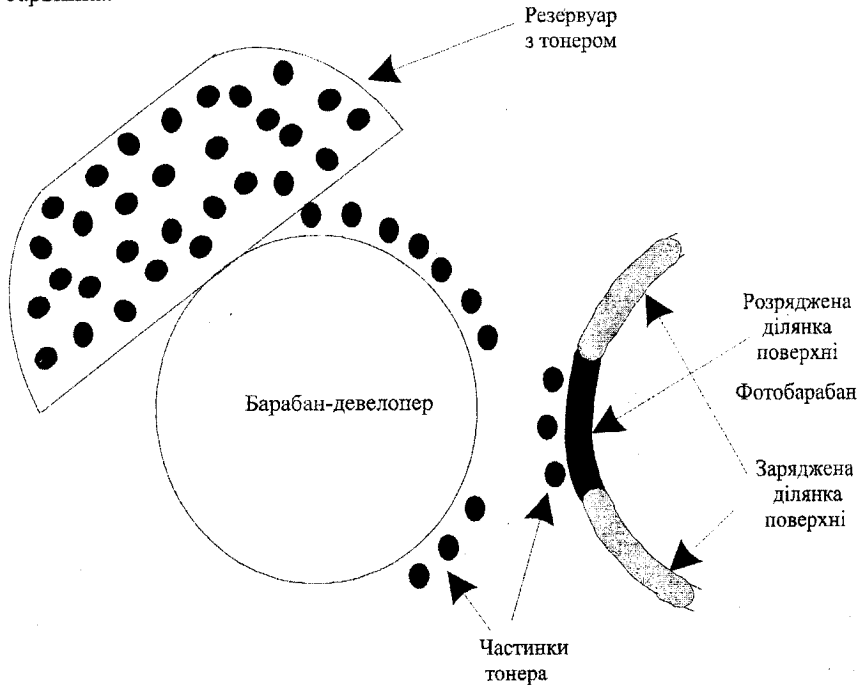


Рисунок 2.12 – Створення копії зображення на фотобарабані

В кольорових лазерних принтерах використовується чотири ємкості для тонерів. Принтери цього класу обладнані більшим об'ємом пам'яті, процесором і, як правило, власним вінчестером. На вінчестері містяться різноманітні шрифти і спеціальні програми, які управляють роботою, контролюють стан і оптимізують продуктивність принтера. Кольорові лазерні принтери мають досить великі габарити і масу.

Технологія процесу кольорового лазерного друку досить складна, тому і ціни на кольорові лазерні принтери ще дуже високі. На сьогодні навіть дорогі моделі кольорових лазерних принтерів не дають ідеальної фотографічної якості. З цієї метою краще використовувати термічні принтери. Лазерний принтер є складним оптико-механічним пристроєм, який, незалежно від конструктивного виконання, характеризується великою кількістю різних параметрів. З точки зору споживача всі параметри можна розбити на групи, що визначають:

- якість друку;
- швидкість друку;
- зручність в експлуатації;
- економічність роботи;
- додаткові можливості.

Якість друку лазерного принтера, в першу чергу, визначається:

- розрізняльною здатністю механізму друку;
- інтерполяційними можливостями;
- якістю тонера;
- алгоритмічною мовою принтера;
- використанням драйвером.

Спеціалістам фірм-виробників лазерних принтерів вдалося домогтися роздільної здатності 600 dpi (наприклад, у принтера HP LaserJet 6P). На сьогодні випускаються лазерні принтери з розділенням 1200 dpi.

Роздільність лазерного принтера по горизонталі і по вертикалі визначається різними факторами:

- вертикальна роздільність відповідає кроку обертання фотобарабана, значення якого для більшості принтерів складає 1/600 дюйма (для більш дешевих 1/300 дюйма);

- горизонтальна роздільність визначається числом точок в одному "рядку" і залежить від точності наведення та фокусування лазерного променя на поверхні барабана.

Досягнути високого розділення по горизонталі легше, ніж по вертикалі. Тому більшість моделей принтерів сьогодні мають "несиметричне розділення", рівне, наприклад, 1200×600 dpi, коли точність переміщення лазерного променя складає 1/1200 дюйма, а крок обертання барабана – 1/600 дюйма. Зображення, що відтворюється, розбивається при цьому не на квадрати, а на прямокутники із сторонами 1/600 і 1/1200

дюйма. У зв'язку з тим, що промінь лазера може переміщатись не тільки по горизонталі, але й по вертикалі, він здатен поставити точку чи в верхній, чи в нижній частині прямокутника. В цьому випадку кажуть про алгоритмічну роздільність (рисунок 2.13).

Очевидно, що висока алгоритмічна роздільність замінює апаратне лише частково. Воно дозволяє зробити краї зображень більш рівними. Для передачі півтонів зображення прийнято розбивати на декілька комірок. Наприклад, для принтерів з роздільністю 300×300 часто використовується квадратна комірка, що складається з 25 крапок розміром $0,42 \times 0,42$ мм (довжина сторони $1/60$ дюйма), і зі сторонами, повернутими на 45° відносно вертикалі. При цьому можлива передача 26 відтінків сірого (від 0 до 25 точок в комірці). Саме такі рекомендації мови PostScript Level 1. У зв'язку з тим, що розмір комірки досить великий, а число відтінків мале, зображення виходить зернистим.

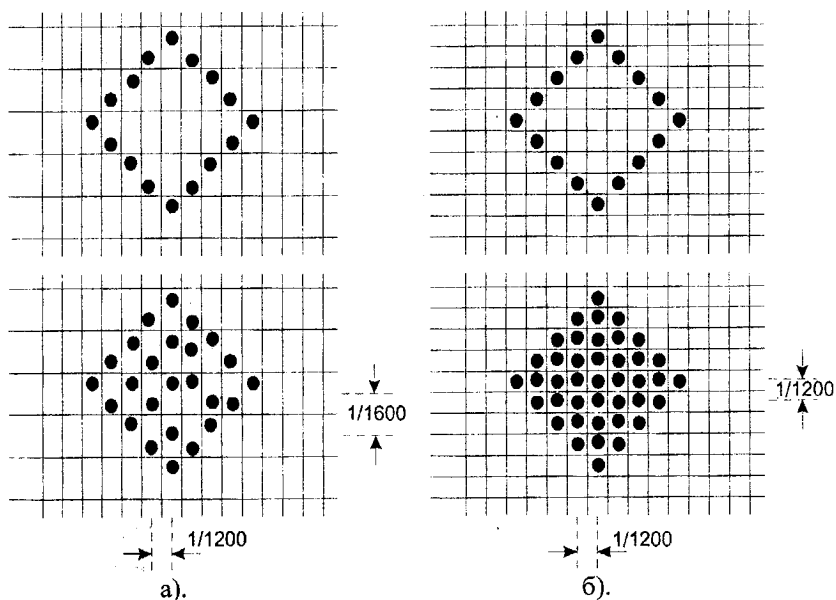


Рисунок 2.13 – Роздільність 1200 dpi алгоритмічна (а) і апаратна (б)

Як уже відмічалось, при друці на лазерному принтері зображення формується шляхом відповідного розміщення точок в комірках, сітках або матриці. В результаті цього виникає так званий “східчастий ефект”,

який проявляється не тільки при друкуванні графічних зображень, але й при друкуванні тексту великим шрифтом.

Ця проблема вперше була вирішена фірмою HP за допомогою технології підвищення роздільності, так званої RET-технології (Resolution Enhancement Technology). Основним складовим елементом при цьому є власний чіп, призначений для керування інтенсивністю лазерного променя, що дозволяє змінювати енергію заряду кожної точки растру на барабані в межах п'яти градацій для одержання точок різного розміру, позиціонування яких призводить до згладжування країв зображення. При цьому скорочуються витрати тонера при друкуванні ліній, що перетинаються. RET-технологія збільшує видима роздільність до рівня вище апаратного та підвищує якість друкування тексту, штрихових і півтонових зображень (рис. 2.14).

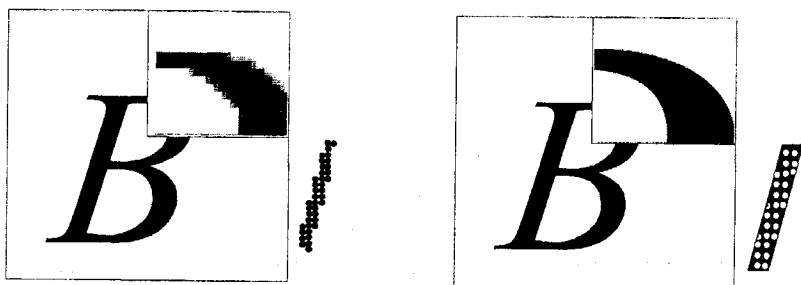
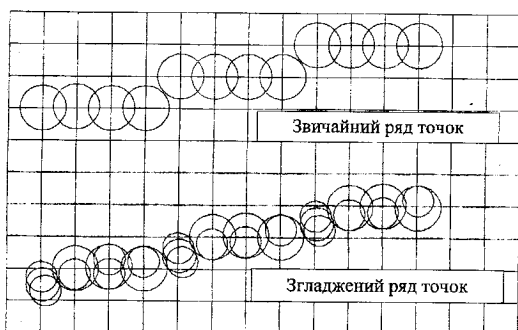


Рисунок 2.14 – Результат використання RET-технології

В сучасних модулях принтерів Optra фірми Lexmark якість передачі півтонових зображень підвищується за рахунок технології Lexmark PictureGrade, що базується на спеціальному алгоритмі нанесення тонера при заповненні комірок півтонових зображень. На рис. 2.15 подана елементарна комірка півтонового зображення при затемненні 17% з використанням стандартного алгоритму (а) і алгоритму Lexmark PictureGrade (б).

Що стосується інтерпольованої чи підвищеної роздільної здатності, яка часто вказується в характеристиках лазерних принтерів, то ці цифри слід сприймати критично.

На якість друкування впливає не тільки роздільна здатність друкувального механізму та інтерполяція, важливу роль відіграють також розміри та форми частинок тонера, які визначають форму і розміри точок, з яких складається растрове зображення.

Фірми-виробники лазерних принтерів ведуть серйозні роботи зі створення тонера, який здатен забезпечити максимальну щільність чорних елементів, рівномірність ліній і чіткість країв зображень. В лазерних принтерах фірми OKI використовується унікальний дрібнодисперсний тонер сферичного типу із середнім розміром частинок 8 мкм.

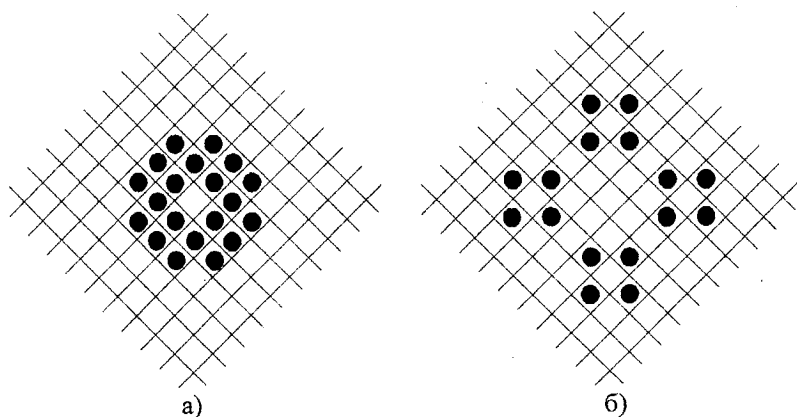


Рисунок 2.15 - Результат використання алгоритму Lexmark PictureGrade

2.6 Рядкові ДП

Рядкові принтери побудовані на базі матричних принтерів і методів комп'ютерного оброблення інформації. Хоча і те, і інше вже застарілі технології, але друк символів відтиском літер на папері досі

використовується за рахунок низької вартості відбитку ударно-відтискових пристроїв. У потужних принтерів (для робочих груп) вартість відбитка дещо нижча ніж у малопотужних моделей (для індивідуального користування). Так, наприклад, принтери HP LaserJet 8000, або Xerox N40 мають ресурс картриджів відповідно 15000 та 23000 аркушів за умови п'ятивідсоткового заповнення. Насправді заповнення аркуша в середньому у два рази більше, тому ресурс картриджа також зменшиться вдвічі. Можливим виходом з даної ситуації є перезаправлення картриджів, що призводить до погіршення якості друку і не рекомендовано виробниками принтерів. Максимальна кількість заправок картриджів не більше п'яти, а вартість однієї заправки приблизно третина вартості самого картриджа. Виходячи з цього при найбільшій економії вартість 1000 аркушів складатиме не менше 15 у. о. А рядкові принтери можуть зменшити нижню межу до 5 у. о. за 1000 аркушів. Тобто, вигащ складе три-сім разів. Звичайно ефективність рядкових принтерів слабо проявляється, якщо необхідно друкувати лише пару сотень аркушів за тиждень, хоча можуть зацікавити цілий ряд цікавих технічних рішень, які зібрані воедино в цих принтерах. Але якщо необхідно друкувати 50 – 100 тисяч аркушів в місяць, то економія складатиме 500 – 2000 у. о. за місяць. Але пристрої побудовані за ударною технологією досить повільні і робота їх гучна, а відбитки не завжди якісні.

Ударні друкувальні пристрої забезпечують дешевий відбиток завдяки можливості використовувати майже будь-який папір і недорогу фарбувальну стрічку. Цей принцип роботи був реалізований в друкарських машинах, в яких швидкодія залежала від швидкості набору людиною. Ставши в 1933 році електричними, ще через чверть століття друкувальні машини стали використовувати обов'язки консолі оператора. Через обмеженість набору символів таких пристроїв і низьку швидкість друку на їх місце з'явилися: термінал, матричний принтер, не обмежений набором знаків, і персональний комп'ютер (ПК) для розширення функціональних можливостей швидкісного друку.

В матричних принтерах відмовились від фіксованого набору знаків (так званого повносимвольного шрифтоносія), синтезуючи зображення з точок і послідовно переходячи від символу до символу. В комп'ютері – навпаки: однакові шрифтоносії «приготували» для кожної позиції друку. Таким чином розпаралелили роботу і забезпечили друк цілого рядка майже за той час, за який раніше друкувалась літера. Так швидкість друку досягла декількох сотень рядків (десятьків аркушів) за хвилину. Для акуратного протягування паперу з такою швидкістю, почали використовувати паперову стрічку з перфорацією по краю. Ця стрічка на довгі роки стала символом обчислювальної техніки.

Коли в інформаційні технології увійшла графіка, виникла необхідність виведення будь-яких зображень за допомогою ДМ. Це

привело до витіснення ДМ. Але від ударного друку не відмовились внаслідок економічної ефективності останнього. Необхідно було сумістити переваги матричних принтерів зі швидкодією друкувальних автоматів. Це зробили в компанії Printronix, який є лідером продаж в США рядкових принтерів.

Принтери OKI Microline MX взяли від матричних принтерів принцип синтезу зображення з окремих точок. А від друкувальних автоматів – ідею друкування одразу всього рядка, начеб-то друкувальну матрицю повернули на 90° і розтягли до ширини рядка. В матричному принтері будь-яку з точок в колонках, з яких складається рядок, друкує окрема голка. Її роботою керує мініатюрна котушка, яка при пропусканні струму перетворюється в електромагніт. Але щоб друкувати так весь рядок, необхідно більше тисячі пар котушка/голка, точно вирівняних в лінію. Створити таку конструкцію неймовірно важко та дорого, тому рядкові принтери роблять по-іншому.

Друкарські голки разом з пружинами, які піддержують їх, збирають у фрети по 4, 7 або 13 голок. Розмір фрета незмінний, відповідно, змінюється відстань між голками. Від числа голок залежить швидкість друку – чим їх більше, тем менше точок у відтиску «обслуговує» кожна, і тим швидший друк. Для мінімально прийнятної якості відбитку таких точок необхідно хоча б 30-40 на сантиметр. Для того щоб роздрукувати всі розташовані на одній лінії з голками точки, голки необхідно переміщувати. Для цього фрети монтується на загальній основі, яка називається блоком молоточків і приводяться в коливальний (зворотно-поступальний) рух в напрямку, паралельному лінії друку. Двигун одночасно надає рух блоку молоточків і його протизазі. Вони синхронно зміщуються в протилежних напрямках. Такий компенсуювальний рух знижує навантаження на нерухомі елементи конструкції та дозволяє досягти дуже високої швидкості переміщення блоку молоточків майже без вібрації та шуму.

Амплітуда коливань цього блока точно відповідає кроку молоточків. Швидкість переміщення блока молоточків обмежена часом друку однієї точки. Поки голка притискає фарбувальну стрічку до паперу, «далеко» переміщувати блок молоточків не можна. А час уколу голкою задається конструкцією пари котушка/голка. Збільшивши кількість голок на фреті, зменшується відстань, на яку зміщується блок молоточків, тобто пришвидшується друк рядка точок.

Для збільшення швидкості руху голки в блоці молоточків пружини, які підтримують голки, початково максимально напружені. Досягається це за рахунок притягнення краю пружини, на якому закріплена голка, сильним постійним магнітом, який розміщений за п'ятою молоточка. Котушка у цьому випадку охоплює магніт, і при пропусканні струму поле котушки компенсує поле магніту і відпускає пружину. Така технологія називається Energy Stored – з енергією запасу (рис 2.16).

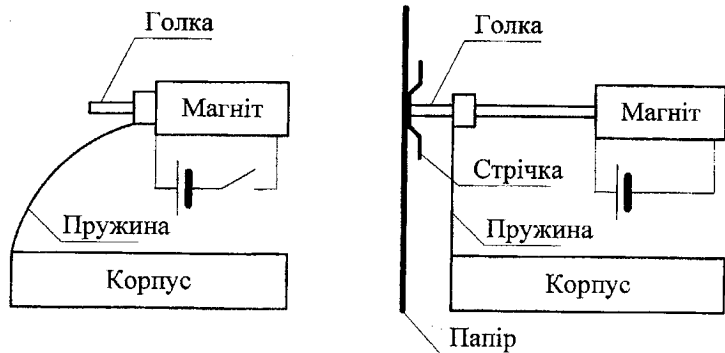


Рисунок 2.16 – Принцип друкування зі збереженою енергією

Дякуючи технології Energy Stored, голку можна зробити дуже короткою. При цьому в неї не буде напрямної, як і в матричних принтерах. Тому рух пружини, яка розпрямляється повинен: а) забезпечити точність попадання голки в потрібну точку (в п'ятому поколінні рядкових принтерів зміщення точки не перевищує 0,012 мм); б) втримати голку від нахилу, щоб друк відбувався не її ребром, а кінцем. І це все при швидкісному зворотно-поступальному русі. За точність руху голки відповідають пружини фретів, які мають специфічний точно розрахований профіль і спеціально підібраний матеріал. Тому фрет це високотехнологічний вузол.

Конструкція подачі стрічки дуже проста: лише дві котушки, як в друкарській машині, забезпечують мінімальну вартість цього витратного матеріалу. Стрічка рухається під нахилом відносно лінії друку. Цим забезпечується виробка всієї площі стрічки і тривала її придатність: з однією стрічкою можна віддрукувати в чорновому режимі 45 мільйонів символів. А сама стрічка має низьку вартість.

Роздруківка матричного принтера має низьку контрастність з кількох причин, але не через недоліки використаної технології. Ці причини: стара, нерідко самостійно підфарбована стрічка або стрічка куплена не у виробника; інша причина налаштування принтера за замовчуванням. Відразу після ввімкнення принтера встановлюється чорновий режим Draft. Якість такого друку спеціально занижена, щоб зекономити витратні матеріали і час. Але це спостерігається при друці в DOS. Хоча друк з Windows відбувається у графічному режимі, за замовчуванням все ж виставляється низька роздільна здатність. За замовчуванням роздільна здатність складає 180×180 точок на дюйм, а максимальна складає 360×360 . Якщо протерти голівку матричного принтера спиртом, заправити в нього нову стрічку, виставити високу

роздільну здатність, то можна переконатись у високій якості друку. Але обравши високу роздільну здатність, тобто високу якість швидкості друку суттєво знижується.

У рядкових принтерів OKI роздільна здатність складає 180×96 , але для принтерів виробника Tally при друці графіки складає 240×288 точок на дюйм. При цьому Tally належить найшвидший рядковий принтер у світі з максимальною швидкістю друку 1800 рядків за хвилину.

Досягти таку високу швидкість при високій роздільній здатності складно. Тому розробникам довелося поставити не один, а два рядки молоточків: вони одночасно друкують точки в рядках на деякій відстані одна від одної. Така унікальна конструкція крім високої швидкості друку забезпечила принтерам пізнішої моделі T6180 ще й більшу надійність: при виході з ладу друкарської голки в одному з блоків молоточків принтер може відключити весь блок і продовжувати друк. Звичайно з меншою швидкістю, зате без погіршення якості і втрати функціональних можливостей.

В принтерах Tally замість складнопрофільної пружини, яка забезпечує рух голки строго перпендикулярно паперу використовується значно простіша конструкція молоточка. Його друкувальний елемент не голка (стержень), а кулька з надтвердого матеріалу. При використанні кульки не має суттєвого значення під яким кутом він вдаряє по паперу. Звичайно це призводить до зниження якості при зношенні кульки – тоді величина точки зростає.

Як і всі інші принтери для колективного користування, принтери Tally можуть працювати в мережі. Принтери Tally мають усі переваги рядкових принтерів: друкувати можна на різному папері, можна отримувати до п'яти копій одночасно; вартість витратних матеріалів низька. Хоча замість стрічки в цих принтерах використовується картридж, що призводить до здорожчання обладнання, але не суттєвого. Друк графіки можливий з роздільною здатністю до 300 dpi, такої якості достатньо для друку штрих-кодів.

Насправді максимальна швидкість друку в характеристиках рядкових принтерів відповідає лише режиму чорного друку і лише великими літерами (у верхньому регістрі) подібно до АЦПП. Це відноситься до всіх без винятку рядкових принтерів. Так при переході до шрифту Courier і до роботи в обох регістрах швидкість принтера моделі Tally впаде з 1800 символів за хвилину до 570, а в принтера моделі Printronix з 1500 до 459 (в режимі якісного друку). Так само (приблизно втричі) зменшиться і швидкість інших нижчих моделей рядкових принтерів. А при переході до друку з Windows втрати ще суттєвіші.

Використовувати рядкові принтери доцільно при об'ємі друку в десятки тисяч аркушів в місяць. При друці в такій кількості документів

частіше є деякі форми в яких змінюється лише частина тексту. Для оптимальності роботи принтера слід підготувати засоби для друку форм стандартними (швидкими) шрифтами. Для цього необхідно використовувати псевдографіку. Для цього при використанні Windows необхідно розробити або купити програму, яка буде генерувати форми відповідно до потреб і відправляти їх на принтер у швидкісному форматі.

Отже, при використанні рядкових пристроїв проявляється принцип: щоб зекономити – потрібно спочатку витратити. Придбавши в декілька раз дорожчі принтери, можна достатньо швидко окупити їх за рахунок економії на витратних матеріалах та надійної роботи впродовж кількох років.

2.7 Нові технології ДП

Технологія Photo Reproduction Quality (фоторепродукційної якості друку) дозволяє однаково точно і якісно відтворювати як ділянки з повною заливкою, так і ділянки зі світлими півтонами. В основі лежать два ключові моменти: використання двох додаткових кольорів (світло-блакитного і світло-пурпурного) і доопрацьована технологія драйвера.

Технологія Variable Dot Size (змінної точки), реалізована в останніх моделях високоякісних струменевих принтерів. Вона містить у собі дві розробки: Ultra Micro Dot (ультра мікроточку) і можливість друку точками різних розмірів.

Ультрамікроточка настільки мала, що дуже близька до межі роздільної здатності ока людини. Вона отримується з найменшої на даний час чорнильної краплі об'ємом 3 – 4 піколітра. Діаметр такої краплі в два рази менший товщини людської волосини. При цьому прекрасно відтворюються дрібні деталі зображення, зменшується його зернистість і досягаються плавні градації. Однак зменшення самої точки потребує великої кількості чорнильних крапель на аркуші, а це має знизити швидкість друку. Але у цьому випадку допомагає технологія змінної точки. Під контролем драйвера принтера формується декілька (3 або 6 в залежності від моделі принтера) різних за об'ємом чорнильних крапель, обирається розмір, відповідний тій ділянці зображення, яка друкується. Великі точки використовуються для друку темних ділянок зображення із суцільною заливкою, малі – для світлих ділянок і відтворення дрібних деталей.

Переставні картриджі Intellidige. Патентовані картриджі цього типу оснащені спеціальним мікрочіпом, який запам'ятовує рівень чорнил в картриджі і виводить його на екран за допомогою утиліти Epson Status Monitor 3. Частково використані картриджі Intellidige можна знімати з

принтера, а потім знову встановлювати. Наприклад, перед друком великих завдань ви можете встановити нові картриджі, а потім повернутись до частково використаних. Надійна герметизація у тимчасово невикористаному картриджі виключає висихання і витікання чорнил.

Чорнила ColorFast. Загалом в струменевому друку використовують або водорозчинні, або пігментні чорнила. Перші є розчином фарбника в воді і розмір частинок в них практично дорівнює розміру молекул фарбника. Пігментні чорнила – це механічна суміш значно більших частинок фарбника та води. Кожен тип чорнил має свої переваги і недоліки. Користувачам необхідно було обирати: використовувати водні чорнила, які дозволяють отримати якісні, але недовговічні зображення, або пігментні чорнила, які забезпечують кращу стійкість до вицвітання, але не високу якість.

Запропоноване у 2000 році компанією Epson пігментне чорнило ColorFast об'єднує переваги існуючих типів чорнил. Воно світлостійке, як звичайні пігментні чорнила і забезпечує таку ж високу якість відбитка, як водорозчинні чорнила.

Діаметр частинок пігменту, який використовується в новому чорнилі, в середньому складає приблизно 0,1 мкм. Всі частинки мають досить близькі розміри і практично ідеальну круглу форму (рис.2.17).

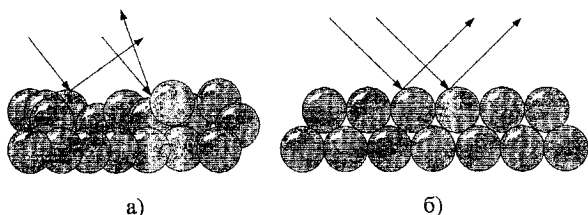


Рисунок 2.17 – Відбиття світла з зображення, отриманого звичайним (а) і новим пігментним чорнилом (б)

Крім того, кожна частинка поміщена в оболонку з прозорого полімеру, який після нанесення на папір утворює гладеньку захисну плівку, яка захищає зображення від вицвітання і механічного пошкодження, що було суттєвим недоліком старих пігментних чорнил. Завдячуючи гладенькому полімерному покриттю світло, яке падає на відбиток, не розсіюється і зображення не втрачає насиченість. Це все підвищує якість зображення.

Нові чорнила не лише практично миттєво висихають, але й забезпечують швидку стабілізацію кольорів. Якщо в водорозчинному чорнилі цей процес може займати більше доби, то в чорнила ColorFast – не більше години.

PRINT Image Matching скорочено PIM – технологія розроблена компанією Epson в співробітництві з провідними виробниками цифрових

фотокамер – Casio, Konica, Kyocera, Minolta, Nikon, Olympus, Pentax, Ricoh, Sanyo, Sony, Toshiba. Причина її появи в тому, що при друці зображень, отриманих при допомозі цифрових камер, готові роздруковані зображення відрізняються від очікуваних. Це пов'язано з тим, що принтери різних виробників використовують свою індивідуальну технологію обробки зображень, яка по-своєму змінює оригінальні дані. В результаті віддрукований знімок не відповідає очікуванням автора. Спеціально для того, щоб просто і ефективно отримати максимальну віддачу від цифрової фотокамери була запропонована PIM, яка забезпечує автоматичну кольорокалібровку фотокамери і принтера. До речі, це забезпечується як при прямому передаванні на принтер з цифрової фотокамери, так і при друці через комп'ютери (рис 2.18).

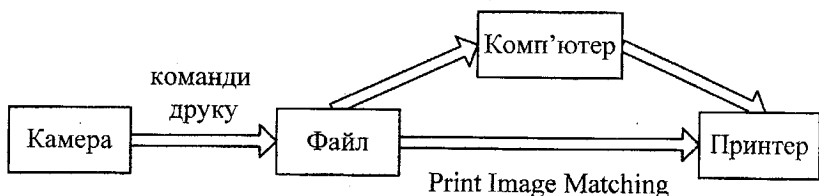


Рисунок 2.18 – Схема технології PIM

Фотозображення, яке формується цифровою фотокамерою з технологією PIM, зберігається в файлі стандартного формату Exif, але в заголовку цього файла додатково зберігаються команди друку, ідеальні для виведення даного зображення. Принтер з технологією PIM може використовувати ці команди в процесі друку фотозображень. Звичайний принтер прогнозує команди в заголовку файла.

Для прямого друку без використання комп'ютера кожен файл зображення передається з фотокамери в принтер, який друкує зображення, виконуючи команди, які збережені в файлах зображень (рис 2.19).

Якщо друк відбувається через комп'ютер, то додатково потрібна програма Epson PhotoQuicker 3.0. При отриманні файла, який містить команди друку, ця програма автоматично обробляє зображення, використовуючи ту частину команд, які містять опис параметрів коригування зображення. Частину команд, які залишились, програма передає драйверу принтера. Це дозволяє запобігти процесові коригування зображення драйвером принтера, що автоматично відбувається в існуючих фотопринтерах (рис. 2.20).

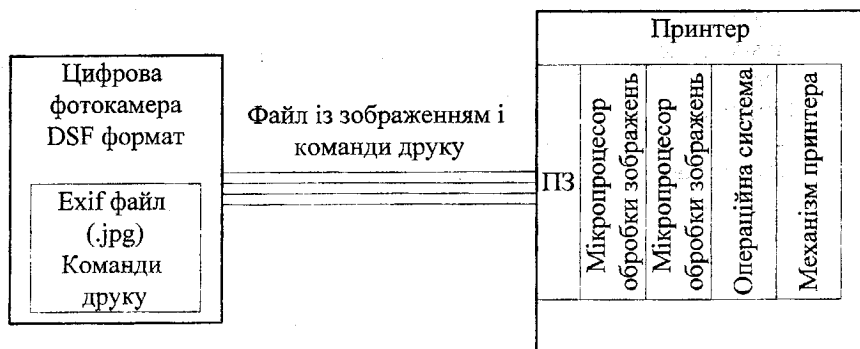


Рисунок 2.19 – Схема друку без використання комп'ютера

В файлі зображення зберігаються такі налаштування і параметри.

Налаштування рівня гами принтера відповідно до рівня гами цифрової фотокамери для збереження початкової яскравості зображення.

Розширення кольорового простору. Цифрова фотокамера створює зображення в кольоровому просторі RGB, яке виходить за межі стандартного для звичайних моніторів кольорового простору sRGB. Таким чином властивості монітора обмежують можливості цифрової фотокамери. При застосуванні PIM відбувається автоматичне настроювання кольорового простору принтера до зображення, створеного фотокамерою. В результаті на відбитку відтворюються кольори, недоступні для стандартного кольорового простору моніторів sRGB.

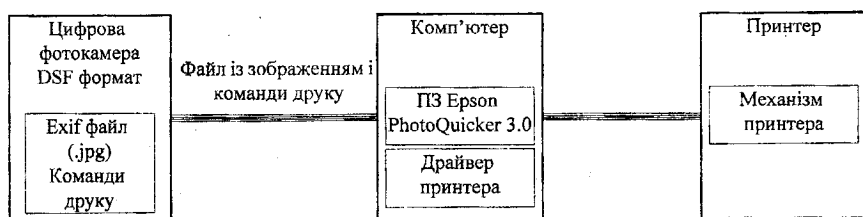


Рисунок 2.20 – Схема друку через комп'ютер

Обробка зображення на основі настроювань і регулювань фотокамери. Як правило, перед друком знімку з цифрової камери зображення необхідно корегувати спеціальним ПЗ. Технологія PRINT

Image Matching дозволяє деякою мірою вмішатись в цей процес ще раніше, при зйомці, гарантуючи, що відбиток передасть всі тони і нюанси оригінального зображення. Ряд інструкцій з коригування зображення будуть надіслані безпосередньо в принтер, разом з самим зображенням.

Камери, які підтримують технологію РІМ, дозволяють обрати затемнені ділянки, ділянки інтенсивного освітлення, налаштувати контраст, яскравість, кольоровий баланс, насиченість, різкість і деякі інші налаштування в залежності від моделі камери.

2.8 Термотрансферні ДП

При друкуванні на термотрансферних принтерах зображення утворюється шляхом перенесення плавкого шару з фарбувальної стрічки (термотрансферний друк), яка розташована між термодрукувальною головою і друкувальним етикетковим матеріалом (рис. 2.21).

Термотрансферні принтери забезпечують синхронізацію друку відповідно до розміру, що дає змогу одержувати друк високої якості на кожній етикетці навіть за мільйонних накладів. Ці принтери активуються безпосередньо з будь-якого комп'ютера за допомогою наданого програмного забезпечення. Висока якість друку також досягається завдяки використанню термоголовок з роздільною здатністю 203 та 300 dpi. Діапазон основних функцій для користувача заощаджує час для обслуговування принтера.

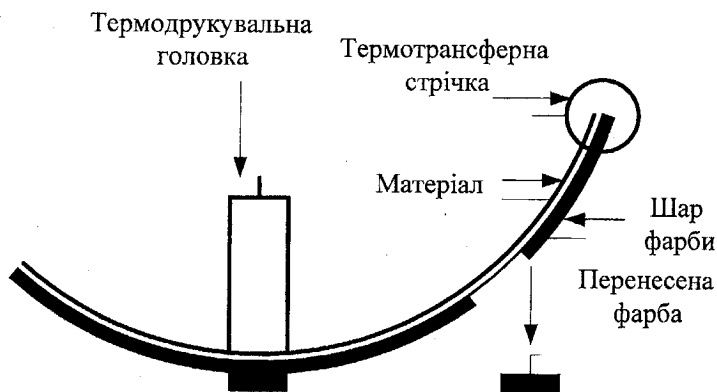


Рисунок 2.21 – Процес термопередавання фарби з риббону розташованого між друкувальною головою і етикеткою

Для нанесення зображення на тканинні стрічки, папір на клейовій основі, картон та ПВХ виробники пропонують серію універсальних принтерів. Деякі з моделей дають можливість перенести інформацію на один або два боки матеріалу, одним кольором чи кількома одночасно. Усі принтери можуть мати як стандартну комплектацію, так і з додатковими опціями:

- обертовий ніж для обрізування етикеток (відрізає віддруковані етикетки без переривання роботи принтера);
- пристрій для збирання етикеток (легко знімається у разі потреби, збирає етикетки в спеціальний контейнер);
- зовнішній пристрій для намотування надрукованої етикетки в рулон.

Існують також принтери термотрансферного та прямого друку тільки на папері з клейкою основою та картоні, що призначені для звичайного і тривалого друку етикеток у малих та великих кількостях. Пряме друкування в даному випадку означає відсутність барвника і наявність спеціального термопаперу. Однак такі етикетки недовговічні (до 6 місяців). Принтер може бути оснащений додатковою термоголовкою (можливість використання 203 та 300 dpi на одній і тій самій моделі принтера для функціональної роботи), клавішною панеллю для самостійної роботи.

Ручні принтери штрихкодів працюють з точністю комп'ютера, а за простотою використання їх можна порівняти з етикет-пістолетами. Їх застосовують для нанесення штрихкодів на товар, внутрішнього маркування продукції та відновлення ушкоджених штрихкодів. Автономні пристрої оснащені LCD дисплеями з можливістю підсвічування, літероцифровою клавіатурою, а також іплікатором етикеток і лазерним сканером (опційно в деяких моделях). Такі принтери можуть друкувати текстову та цифрову інформацію, графіку, штрихкоди (звичайні і лінійні). Роздільна здатність 203 dpi забезпечує високу якість зображення, а маленька вага – простоту у використанні.

Використання термотрансферного друку тісно пов'язане з пристроями автоматичної ідентифікації за допомогою штрихкоду, що дає можливість легко та надійно фіксувати на етикетці інформацію про компанії-виробники продукції, упаковки.

Сьогодні виробники термопринтерів пропонують моделі четвертого і п'ятого покоління, тому друкувальні головки, електронна частина і сама технологія перенесення зображення виконані на високому технологічному рівні. За конфігурацією та способом керування термічною друкувальною головкою розрізняють два основних типи принтерів: а) з плоскою друкувальною головкою; б) з притисною друкувальною головкою.

В класичній технології друку з плоскою головкою (Flat-Head) термоточки розташовані на відстані 5 чи 10 мм від краю несучої пластини.

Фарбувальна стрічка пересувається окремих напрямним валиком і, через короткий час після фарбоперенесення, стрічка відділяється від друкувального матеріалу. Тепловий вплив не дуже інтенсивний, але досить довготривалий. Плоска головка (Flat-Head) – найбільш розповсюджений в світі тип друкувальної головки, яку можна зустріти в принтерах виробництва компаній Cab, Datamax, Intermec, Valentin, Zebra.

В останні декілька років друкувальним головкам «граничного» типу стали приділяти більше уваги [1]. Лінія термоточок розташована на краю несучої керамічної пластини. Фарбувальна стрічка рухається під гострим кутом без додаткових напрямних валиків. Фарбувальна стрічка відділяється від етикетки одразу ж після перенесення фарби. На рис. 2.21 схематично вказані: технологія термотрансферного друку з плоскою головкою та з головкою притискного типу.

Що стосується роздільної здатності, лініатури і максимальної швидкості друку, то тут, завдяки своїй будові принтери з «граничною» друкувальною головкою більше підходять для друкування товстих та нееластичних матеріалів. Однак обидва види принтерів можуть працювати з будь-яким етикетковим матеріалом.

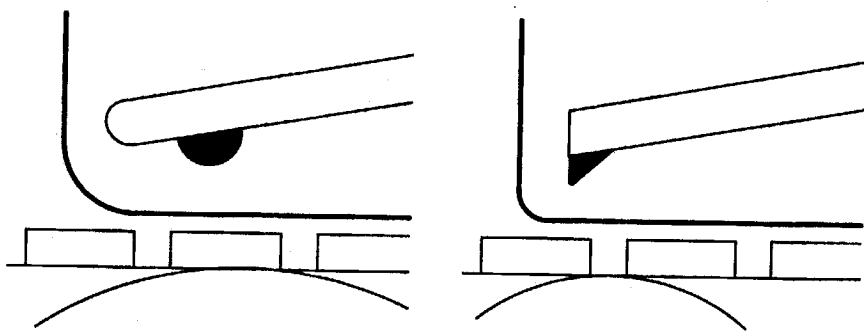


Рисунок 2.21 – Технологія термодрукування з плоскою друкувальною головкою (ліворуч), друкувальна головка притискного типу (праворуч)

Настільний термопринтер Birch BP743 використовується для виготовлення штрихкодів етикеток, ярликів, квитанцій, білетів має вбудовану пам'ять 2Мб DRAM, Flash ROM 512 Кб, підтримка всіх розповсюджених типів бар-кодів. Принтер може друкувати текст, лінії рамки, графічні зображення і штрихкоди, орієнтовані в чотирьох можливих напрямках. Можливості принтера розширюються за рахунок автономного виконання принтером програмних функцій BASIC, які включають арифметичні та логічні операції, цикли, контроль потоку, керування файлами та ін.

Принтери марки SITIZEN CLP використовуються для нанесення символних таблиць, гарантійних пломб, адресних етикеток, інформаційних етикеток, друкування штрихкодів, бірок та вшивок. Обладнані рухомим фотодатчиком, який дає можливість друкувати нестандартні розміри етикеток. Також оснащені фотосенсорами для контролю відстані між етикетками, фотоміткою, контролером ІС. Принтери прості та зручні у користуванні. Технологічні характеристики деяких принтерів наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики термотрансферних принтерів

Тип і марка	Роздільна здатність	Макс. швидкість друку	Макс. ширина друку	Ширина стрічки (min—max)	Товщина термоплівки
Birch BP743	203 dpi (8 точок на мм)	38–76 мм/с	104 мм	16–116 мм	0,06–0,2 мм
SITIZEN CLP 7401	406 dpi (16 точок на мм)	104 мм/с	105,7 мм	20–118 мм	0,0635–0,254 мм
SITIZEN CLP 621	203 dpi (8 точок на мм)	100 мм/с	104 мм	19–118 мм	0,0635–0,254 мм
DATAMAX 1 -4208 TT	203 dpi (8 точок на мм)	203 мм/с	104 мм	18–118 мм	0,06–0,2 мм
ZEBRA S400	203 dpi (8 точок на мм)	102 мм/с	104 мм	16–116 мм	0,0635–0,254 мм
ZEBRA 160 S	203 dpi (8 точок на мм)	152 мм/с	160 мм	16–116 мм	0,06–0,2 мм
MATAN SPRING 12	400–1600 dpi	270 мм/с	30 см	20–118 мм	0,0635–0,254 мм

2.9 Програмні засоби для верстання

Виготовлення оригінал-макета зараз вже неможливо уявити без використання настольно-видавничих систем (НВС) або англійською – DeskTop Publisher (DTP). І однією з головних складових НВС є програма верстання.

Якісна робота вимагає якісного інструменту. Програма Ventura Publisher з'явилась однією з перших на ринку видавничих пакетів, вона стала надзвичайно близькою за своїм складом і настроюванням традиційному книговидавничому процесу. Програма змінювалась від версії до версії, але фірма Corel не змінила своєї початкової стратегії.

До теперішнього моменту вийшло багато програм, які претендують на те, щоб називатись видавничими системами або дійсно є такими. В

Україні найбільш поширеними є Adobe FrameMaker, QuarkXPress, Corel Ventura Adobe PageMaker. Також зацікавила верстальників Adobe InDesign, яка вийшла не так давно, у порівнянні з іншими програмами. Є такі, хто вибрав Microsoft Word. Всі ці програми дозволяють робити оригінальні макети практично будь-якої складності, але відрізняються методами побудови. Те, що в одній програмі можна зробити декількома простими командами, в іншій доводиться робити «обхідними», трудомісткими шляхами. Кожна програма має свою спеціалізацію, свої переваги і недоліки. Розглянемо ці програми докладніше.

Microsoft Word. Це потужний текстовий процесор, але не видавнича система, хоча він і дозволяє набирати, редагувати і формувати текст. В Microsoft Word добре створювати невеликі документи – листи, синопси, резюме і подібне. Як правило, в цій програмі верстають старі набірники.

Переваги.

- Повна українізація. Підтримує українські переноси, перевірку орфографії і граматики. Переведена системи допомоги.

- Зручний інтерфейс з легким налаштуванням. Можна перепризначити всі гарячі клавіші, іконки, пункти меню. В результаті підвищується продуктивність і зручність роботи. Хоча ця властивість програми (це відноситься не лише до MS Word) може обернутись і її недоліком: звикаєш до власних налаштувань і при роботі на іншому комп'ютері виникають деякі незручності.

- Автоматичне вирівнювання тексту по вертикалі (вирівнювання тексту по верхній і нижній межах смуги набору). Ця властивість дозволяє зекономити багато часу при створенні складного макета.

- Простота вивчення.

- Вбудований табличний редактор.

- Редактор формул.

- Автоматичне створення допоміжного тексту: зносок, змісту, покажчика – суттєва перевага, оскільки ручна робота з цими елементами тексту потребує великих затрат часу і сил.

- Багаточисельні відміни останніх дій («повернення»).

- Розвинена мова макрокоманд (Visual Basic). Автоматизація повторювальних дій, по-перше, дозволяє прискорити і спростити роботу, по-друге, зменшує ймовірність помилкових дій.

- Недоліки.

- Низька швидкість роботи з багатосторінковими документами.

Програма постійно «перераховує» текст, на що йде багато часу.

- Неможливість тримати об'єм: при повторному відкриванні можлива зміна кількості сторінок, положення тексту на смузі може змінитись.

- Обмеженість або неявність задання деяких параметрів і елементів верстання.

- Відсутність підтримки поділу кольору.

- Незручність при роботі зі стилями абзацу і символу. Щоб присвоїти, створити або змінити стиль, необхідно виконати багато операцій або суттєво перелаштувати інтерфейс.

Крім того хоч не так широко, але ще застосовується Adobe PageMaker. Ця програма відноситься до класу Low-End. Сама фірма-виробник називає цю програму business application (дослівно – діловий додаток), але не професійною програмою верстування. Проте певна кількість користувачів PC верстають в цьому пакеті.

Переваги.

- Є українізована версія.

- Простота вивчення.

- Шари – цікава, але не часто застосовувана можливість поміщати текстові блоки, фрейми, ілюстрації на різних рівнях з можливістю відображати або не відображати той чи інший шар (рівень).

- Можливість створення різноманітних сторінок-шаблонів. При створенні складних публікацій можливе різне оформлення сторінки – в таких випадках використовуються різні сторінки-шаблони.

- Автоматизація створення PDF. PageMaker створює ps-файл, сам передає його в Acrobat Distiller, потім видаляє, залишаючи кінцевий PDF.

- Коректна робота з кольором.

- Можливість об'єднання публікацій в книгу з єдиною нумерацією сторінок (підтримка багатосторінковості).

- Автоматичне створення покажчика, змісту.

- Редактор скриптів (макрокоманд).

- Можливість створення і використання бібліотек. В бібліотеках можна зберігати елементи верстання, які часто застосовуються.

- Недоліки

- Мінімальні можливості налаштування програми під користувача.

- Відсутність автоматичного вирівнювання тексту по вертикалі.

- Мала точність системи вимірювання, наприклад, точність інтерліньяжа – 0,1 пункта.

- Відсутність автоматичного створення зносок.

- Зовнішній і незручний табличний редактор.

- Відсутність формульного редактора.

- Низька швидкість роботи з об'ємними публікаціями (велика кількість сторінок, ілюстрацій, фреймів).

- Малі функціональні можливості.

- Можливість лише одного повернення.

- Складність перевірки публікації під інший формат.

Adobe FrameMaker – програма верстання для створення в першу чергу книг технічного змісту (документація, підручники, довідники).

Переваги.

- Підтримка публікацій великого обсягу.
- Вирівнювання тексту по вертикалі.
- Автоматичне створення допоміжного тексту: зносок, змісту, покажчика.

- Вбудований табличний редактор.
- Редактор формул.
- Можливість створення і використання бібліотек.
- Недоліки.
- Відсутність підтримки української мови. Використання «м'яких» переносів спричиняє деякі незручності роботи.

- Складність вивчення.
- Незручний інтерфейс.
- Некоректне виведення на друк при роботі з графікою, яка створена в інших програмах.

- Некоректна робота з кольором. Відсутність трепінга.
- Єдине для всієї публікації відсоткове співвідношення кеглів звичайного тексту і верхнього (нижнього) індексу, капітелі.
- Можливість лише одного повернення.
- Відсутність вбудованого редактора скриптів.

Adobe InDesign – сама назва визначає місце цієї програми в рядку видавничих систем – вона, в першу чергу, слугує для дизайну невеликих документів, буклетів, проспектів і т. д. InDesign прямий конкурент QuarkXPress.

Переваги.

- Інтегрування з іншими продуктами фірми Adobe (PhotoShop, Illustrator і ін.).

- Модульність програми – можливість підключати різні модулі для нарощування можливостей програми. Модульність програми дозволить в майбутньому ліквідувати більшість недоліків, таких, як відсутність автоматичного створення покажчика, змісту, відсутність редактора формул і ін.

- Налаштування гарячих клавіш.

- Коректна робота з кольором.

- Автоматизація створення PDF без використання Adobe Acrobat Distiller.

- Можливість створення векторних ілюстрацій в самій публікації.

- Шари.

- Можливість створення різних сторінок-шаблонів.

- Символьні стилі, які дозволяють змінювати параметри (гарнітуру, кегль, обриси і т. і.) виділеного тексту незалежно від параметрів абзацу.

- Автоматичне вирівнювання пробілів між словами у всіх виділених рядках.

- Численні повернення.

- Можливість створення і використання бібліотек.
- Недоліки.
- Відсутність підтримки української мови.
- Високі вимоги до комп'ютера (для нормальної роботи необхідно, як мінімум, Pentium II-400 і 96 МБ оперативної пам'яті).

- Модульність програми. Ви купуєте лише кістяк програми і, для того щоб повноцінно працювати витрачаєте час та гроші, розпукуючи додаткові підпрограми, які виконують ті чи інші функції. Крім того, ускладнюється транспортування файлів: при перенесенні публікації з одного комп'ютера на інший крім шрифтів ще необхідно «захопити» і деякі модулі, інакше коректно публікація не відкриється. При підключенні більшої кількості модулів програма починає «пригальмовувати».

- Мінімальні можливості налаштування програми під користувача.
- Відсутність автоматичного вирівнювання тексту по вертикалі.
- Відсутність автоматичного створення зносок.
- Відсутність автоматичного вирівнювання тексту змісту.
- Відсутність редактора формул.
- Відсутність підтримки багатосторінковості (неможна об'єднувати публікації).

- Відсутність редактора макрокоманд.

- Єдине для всієї публікації відсоткове відношення кегеля звичайного тексту і верхнього (нижнього) індексу, капітелі.

- Бідність налаштувань друку.

QuarkXPress – професійна програма верстування кольорових видань: журналів, газет, листівок, буклетів, і книг з великою кількістю ілюстрацій.

Переваги.

- Модульність програми.
- Висока швидкість роботи, яка практично не залежить від розміру і складності публікації.

- Коректна робота з кольором.

- Можливість створення різних сторінок-шаблонів.

- Можливість створення і використання бібліотек.

- Можливість об'єднання публікацій в книгу з єдиною нумерацією сторінок.

- Автоматичне створення покажчика, змісту.

- Система стилів (абзацу, символу, переносів, ліній, кольору, друку).

- Резервне копіювання файлів.

Недоліки.

- Відсутність підтримки української мови.

- Модульність програми.

- Мінімальні можливості налаштування програми під користувача.

- Незручність при реалізації механізму вирівнювання тексту по вертикалі.

- Відсутність автоматичного створення зносок.
- Відсутність формульного редактора.
- Відсутність редактора макрокоманд.
- Єдине для всієї публікації відсоткове співвідношення кегеля звичайного тексту і верхнього (нижнього) індексу, капітелі.
- Можливість лише одного повернення, причому не всіх дій.
- Corel Ventura – програма, яка дозволяє створювати публікації різної складності з мінімальними затратами часу і сил.

Переваги.

- Зручний інтерфейс, який легко налаштовується. Можливість перелаштувати більшість параметрів.

- Присутність механізму підключення модулів переносів для автоматичного розставлення переносів інших фірм.

- Поділ тексту на незалежні один від одного розділи (Chapter) всередині однієї публікації.

- Коректна робота з кольором.

- Два алгоритми вирівнювання тексту по вертикалі.

- Автоматичне створення допоміжного тексту: зносок, кінцевих зносок, змісту, покажчика.

- Вбудований табличний редактор. Також з Ventura поставляється Corel DataBase Publisher, за допомогою якого можна конвертувати бази даних в публікацію.

- Формульний редактор.

- Інтегрованість з іншими програмами, не лише фірми Corel, дозволяє, не закриваючи публікацію, редагувати рисунки, текст в їх редакторах.

- Система стилів (абзацу, символу, сторінки, фреймів, ліній, друку).

- Підтримка підключення додаткових модулів, але програма самодостатня і без них.

- Резервне копіювання файлів.

- Численні повернення.

- Редактор скриптів.

Недоліки.

- Недостатня підтримка української і російської мови.

- Складність вивчення.

- Низька швидкість виконання деяких операцій з текстом у великих документах.

- Некоректна реалізація механізму зносок в деяких версіях.

Контрольні запитання

1. Навести класифікацію ДП.
2. Обґрунтувати переваги матричних ДП у порівнянні з струменевими та лазерними принтерами.
3. Особливості конструкції головки матричних принтерів.
4. Порівняльний аналіз струменевих та лазерних ДП.
5. Від чого залежить продуктивність матричних ДП?
6. Методи підвищення роздільної здатності голкових принтерів.
7. Навести основні технічні характеристики ДП.
8. Якими чинниками визначається якість друкування ДП?
9. Пояснити принципи функціонування різноманітних типів струменевих ДМ.
10. Особливості роботи кольорових струменевих принтерів.
11. Що слід відносити до витратних матеріалів у матричних, струменевих та лазерних принтерів?
12. В чому полягають особливості технічного обслуговування кольорових струменевих принтерів?
13. Навести функціональну схему матричного принтера.
14. Навести алгоритм техніко-економічного вибору типу принтера для наукових, інженерно-технічних та управлінських робіт.
15. Методи підвищення продуктивності струменевих принтерів.
16. Які чинники впливають на строк служби лазерних принтерів?
17. Пояснити принципи дії світлодіодних ДП.
18. Які перспективи розвитку ДП? Перерахувати типи шрифтів ДП.
19. Особливості термотрансферного друку.
20. Технічні характеристики термотрансферних принтерів
21. Навести сучасні програмні засоби для верстання

Література [1, 6 - 11].

3 КСЕРОКОПІЮВАЛЬНІ АПАРАТИ

Честер Карлсон 22 жовтня 1938 р. отримав перший в світі ксерографічний відбиток і тим самим відкрив нову еру поліграфії – еру ксерографії.

Сьогодні принципи ксерографії лежать в основі створення всіх апаратів, які ми називаємо ксероксами, телефаксами та лазерними принтерами, тобто всього того різноманіття розмножувальної техніки, яке складає основу “настільних” друкарень.

В перекладі з грецької XEROX означає сухий. При ксерокопіюванні фарба наноситься на папір у вигляді найдрібнішого сухого порошку – тонера, на відміну від традиційної поліграфії, де використовуються “мокрі” (рідкі) фарби.

Будова ксерокса доволі складна для того, щоб у всіх її деталях розглядати принцип його роботи. Головна деталь ксерокопіювального апарата – барабан, що обертається. На ньому по всій поверхні рівномірно тонким шаром нанесене спеціальне світлочутливе напівпровідникове покриття, головною особливістю якого є залежність зміни властивостей від рівня впливу світлової енергії. Чим більша освітленість, тим вища провідність. Раніше це був тонкий шар селену, зараз використовують багат шарові напівпровідникові покриття. У всіх випадках електричні характеристики напівпровідникового шару повинні лінійно змінюватися в залежності від рівня його освітленості.

На початку процесу ксерокопіювання на світлочутливому шарі створюють електричний первинний заряд за допомогою джерела постійної напруги (рис. 3.1). В ксерокопіювальних апаратах застосовують два способи нанесення на світлочутливий барабан первинного заряду: за допомогою ролика первинного заряду чи дротяного коронатора. Метод нанесення первинного заряду роликом вважається екологічно чистішим та менш енергоємним, тому що в цьому випадку озон виділяється в такій кількості, як при використанні коронатора. Потім джерело постійної напруги відмикається та барабан з напівпровідниковим покриттям перетворюється в еквівалент циліндричної батареї заряджених елементарних конденсаторів, розміщених паралельно один одному та не зв'язаних між собою електрично.

Наступний етап – сканування оригіналу та створення на поверхні барабана “прихованого” зображення. Цей процес аналогічний створенню “прихованого” зображення в фотографії з тією лише різницею, що при фотографуванні відбувається хімічний процес зміни засвічуваного світлочутливого шару, а при ксерокопіюванні – електричний. При потраплянні світла на окремі ділянки світлочутливого шару (елементарні конденсатори, з яких і складається цей шар), мініатюрні конденсатори розряджаються настільки, наскільки довго й сильно їх освітлюють

відбитим від оригіналу світлом. Час засвічування залежить від швидкості сканування та однаковий для всіх ділянок барабана, що обертається, а освітленість – від того, що зображено на оригіналі: від світлих ділянок відбивається більше світла, а від темних – менше (рисунок 3.2).

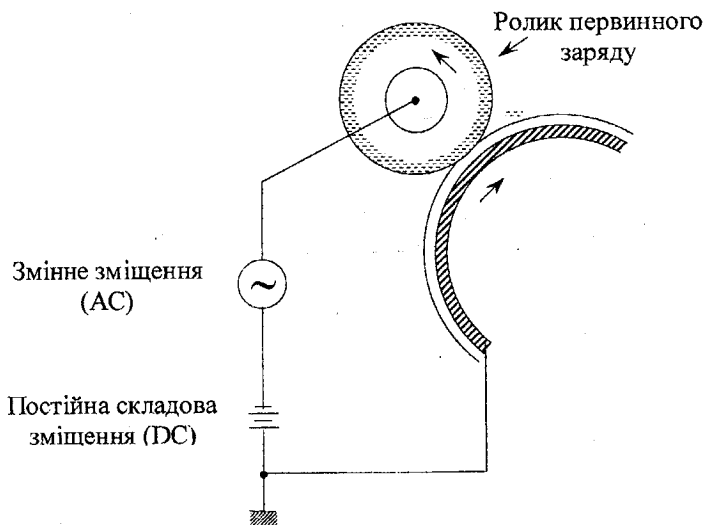
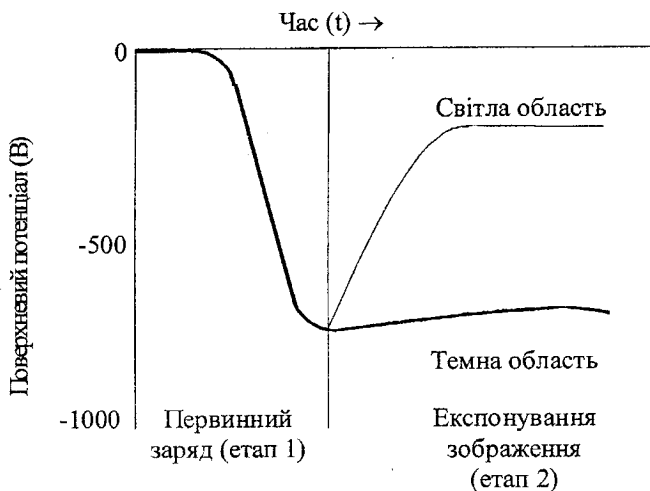


Рисунок 3.1 – Первинний процес ксерокопіювання

Після закінчення сканування починається процес “проявлення прихованого зображення”. Він полягає в тому, що барабан, який обертається, дотикається до фарбувального порошку, у якого попередньо створюється заряд протилежного знака: якщо, наприклад, на барабані “мінус”, то в порошок створюється “плюс”. Порошок налипає на заряджені ділянки барабана (однойменні заряди притягуються) в такій кількості, наскільки велике значення електричного заряду на них. Таким чином, на барабані з’являються світлі, темні та тоновані ділянки, тобто зображення. Як видно з рис. 3.3 проявний вузол складається з проявного циліндра та ракеля. Проявний циліндр – це нерухомий магніт, навколо якого рухається циліндр.

Чорний тонер є однокомпонентним та складається з магнітного матеріалу та смоли. Цей тонер має властивості ізолятора та заряджається додатньо за рахунок тертя між проявним циліндром, що обертається, та ракелем. Сила електростатичного притягання переміщує порошок з проявного циліндра на світлочутливий барабан.

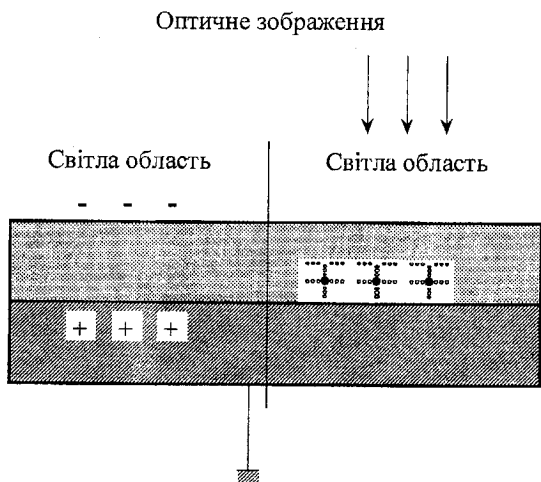


Рисунок 3.2 – Процес сканування

Розглянемо процес друкування. Барабан продовжує обертатися та тепер дотикається до паперу. На папері також попередньо створюють електростатичний заряд, причому достатньо сильний та протилежного відносно порошку знака. З тильної сторони копіювального паперу подається від’ємний заряд, завдяки чому тонер переноситься з поверхні fotocутливого барабана на папір. З рис. 3.4 видно, що заряд на папір переноситься за допомогою ролика заряду перенесення, однак можна

використовувати й коротрон перенесення. Створене наліпним порошком зображення нагрівають спеціальним нагрівачем (ф'юзером) до такої температури ($170^0 - 220^0$ C), при якій порошок запікається на папері. На рис. 3.5 наведено процес закріплення порошку на папері за рахунок спікання тонера.

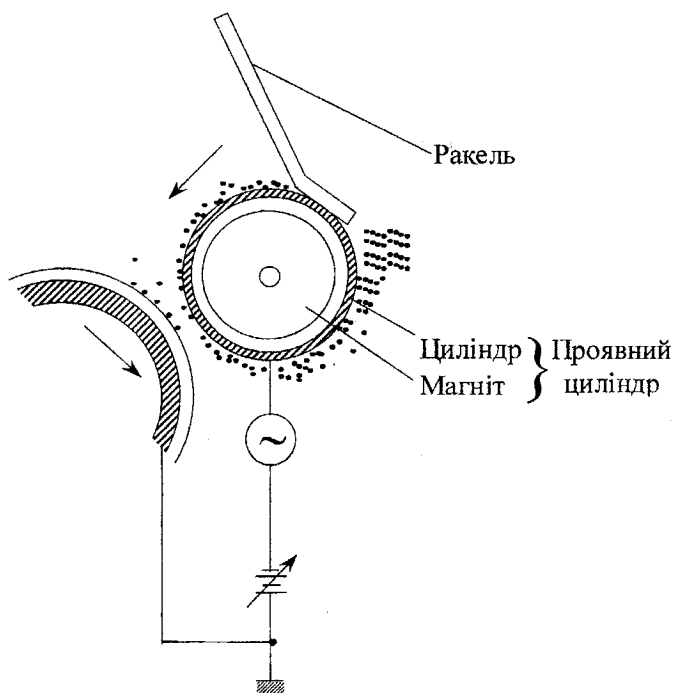


Рисунок 3.3 – Передача зображення на барабан

Далі світлочутлива поверхня рухається через пристрій, який зчищає з неї залишки тонера, а цикл копіювання повторюється (рис. 3.6).

Світлочутлива поверхня конструктивно реалізується у вигляді циліндра (барабана) чи неперервної плівки (майстер-плівки, майстер-юніт).

Магнітний вал конструктивно реалізується в вигляді картриджа чи девелопер-станції. Основним вузлом очисного пристрою є ніж (рапель).

В деяких копіювальних апаратах малого класу циліндр, магнітний вал та очисний пристрій реалізовано у вигляді єдиного вузла – картриджа. Циліндр, рапель, девелопер та силіконовий вал (в складі печі), лампи сканера та печі є основними витратними комплектуючими копіювального апарата. Ресурс цих комплектуючих коливається від 3 -25тис. копій (в

апаратах малої продуктивності) до 60 - 100 тис. копій (в апаратах середньої продуктивності) та 300 - 600 тис. копій (в професійних апаратах великої продуктивності).

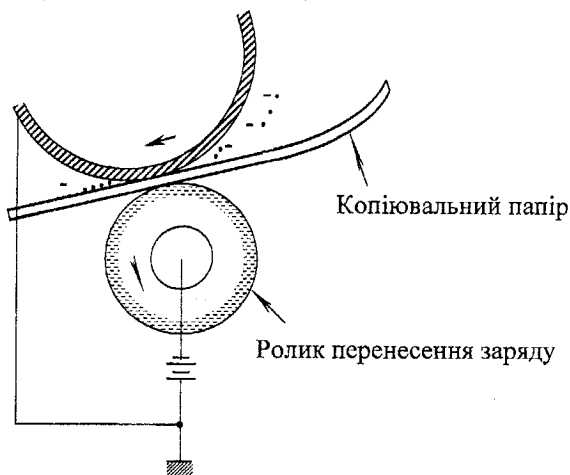


Рисунок 3.4 – Нанесення зображення на папір

Вартість витратних комплектуючих достаньно висока і в залежності від класу ксерокса, сумарна вартість цих комплектуючих може сягнути 15-35% від вартості копіювального апарата мінімальної комплектації.

Основним витратним матеріалом для копіювальних апаратів є тонер. В сучасних копіювальних апаратах застосовується тонер у вигляді порошку, що характеризується електростатичними та магнітними властивостями, а в так званих двокомпонентних копіювальних апаратах лише електростатичними властивостями.

Другим компонентом в таких апаратах є девелопер, який характеризується магнітними та електростатичними властивостями. Девелопер, забезпечуючи перенесення тонера на циліндр, не витрачається, але в результаті багатократного використання втрачає електростатичні властивості. В конкретному копіювальному апараті слід використовувати тонер та девелопер лише відповідного типу, які призначені для цього апарата.

Норма заправки тонером – від 100 г до 1,5 кг, що достатньо на 2000-3000 копій. В деяких сучасних копіювальних апаратах великої продуктивності однієї заправки вистачає на 150-300 тис. копій.

В копіювальних апаратах середньої та великої продуктивності може застосовуватися ще один витратний матеріал – силіконове масло, яке використовується для очищення тефлонового вала в печі. Фірми-

виробники наполягають на застосуванні силіконового масла власного виробництва. Але практично в багатьох випадках силіконове масло багатьох фірм є взаємозамінним. Норма заправки силіконовим маслом від 0,5 до 1 літра, чого достатньо на 30 – 50 тис. копій.

До основних характеристик копіювального апарата відносяться: максимальний формат оригіналів, продуктивність, діапазон масштабування, можливість двостороннього копіювання без участі оператора, наявність автоматичної подачі паперу, можливість сортування копій.

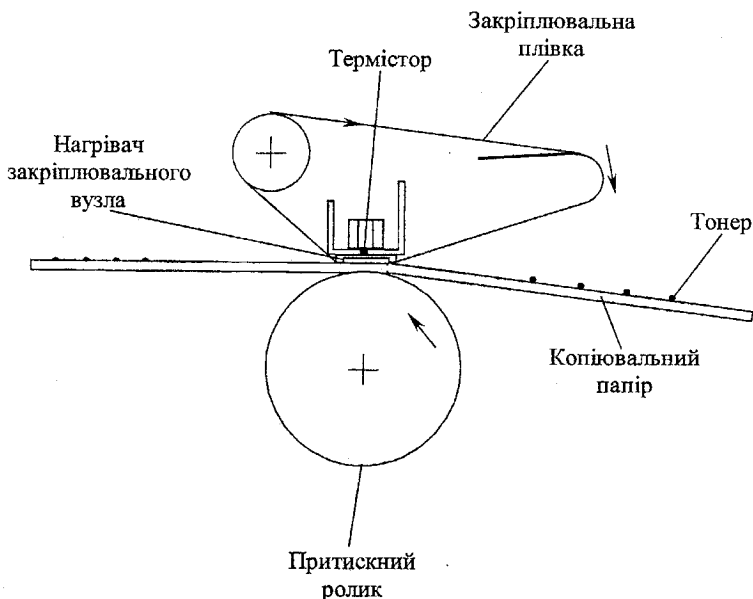


Рисунок 3.5 – Процес закріплення зображення

Найбільш поширеними копіювальними апаратами є ксерокси форматів А4 (297×210 мм) та А3 (420×297 мм). Продуктивність 10 – 13 копій/хв характерна для копіювальних апаратів з малою продуктивністю, 15 - 30 копій/хв – з середньою продуктивністю, 40 - 80 копій/хв – з великою продуктивністю. Портативні копіювальні апарати мають продуктивність 5 - 8 копій/хв.

В сучасних копіювальних апаратах, за рахунок масштабування, можна досягти 2-кратного збільшення чи зменшення копії відносно оригіналу (50-200%).

Автоматичне подання оригіналу на скляний стіл здійснюється за допомогою так званих режимів ADF чи RDF. Останній, на відміну від

ADF, забезпечує не лише подання оригіналу, але при необхідності перевертає оригінал для копіювання з іншого боку.

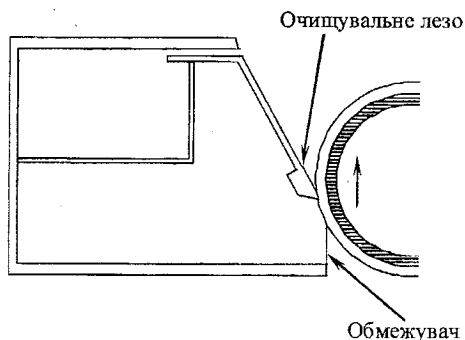


Рисунок 3.6 – Очищення барабана

Двостороннє копіювання забезпечує дуплекс. На його вхід з виходу печі потрапляє одностороння копія, яку дуплекс перевертає та транспортує на вхід копіювального апарата, після чого починається копіювання іншого боку листа. Наявність дуплекса та RDF дозволяє виготовляти двосторонню копію з двостороннього оригіналу без участі оператора.

Сортування копій забезпечує сортувальник, в якому копії автоматично розкладаються по позиціях (поличках). Копіювальні апарати середньої продуктивності можуть комплектуватися сортувальниками на 10 - 15 позицій, а апарати великої продуктивності – на 15 - 20 позицій. Копіювальні апарати великої продуктивності можуть також комплектуватися пристроями брошурування та пакування копій.

Суттєвою характеристикою копіювального апарата є його габарити та вага. Мінімальні габарити та вагу мають персональні копіювальні апарати (410×370×110, 10 кг). Копіювальні апарати великої продуктивності реалізуються у вигляді стаціонарного варіанта й займають площу до 2 - 3 м², а їх вага може досягати 200 кг та більше.

Важливою характеристикою копіювального апарата при його виборі є рекомендована фірмою-виробником кількість виготовлених копій за один день та за один місяць. Для персональних копіювальних апаратів ці значення складають відповідно 10 - 15 та 200 - 300 копій, а для копіювальних апаратів великої продуктивності – 2 - 5 тис. та 30 - 80 тис. копій. Особливо це важливо в період гарантійного обслуговування.

Найбільшими в світі виробниками копіювальних апаратів є фірми Xerox, Canon, Sharp, Ricoh. На українському ринку найбільш поширені копіювальні апарати фірми Canon, Minolta, Xerox, Ricoh, Nashua, Infotec,

Gestetner (аналоги Ricoh), Olivetti, Agfa (Canon), Develop (Minolta), Copymat (Sharp).

Копіювальний апарат Ricoh FT-3050 характеризується розширеними функціональними можливостями. Розміщення та зовнішній вигляд його органів керування та контролю (лицьова панель) показані на рисунку 3.7.

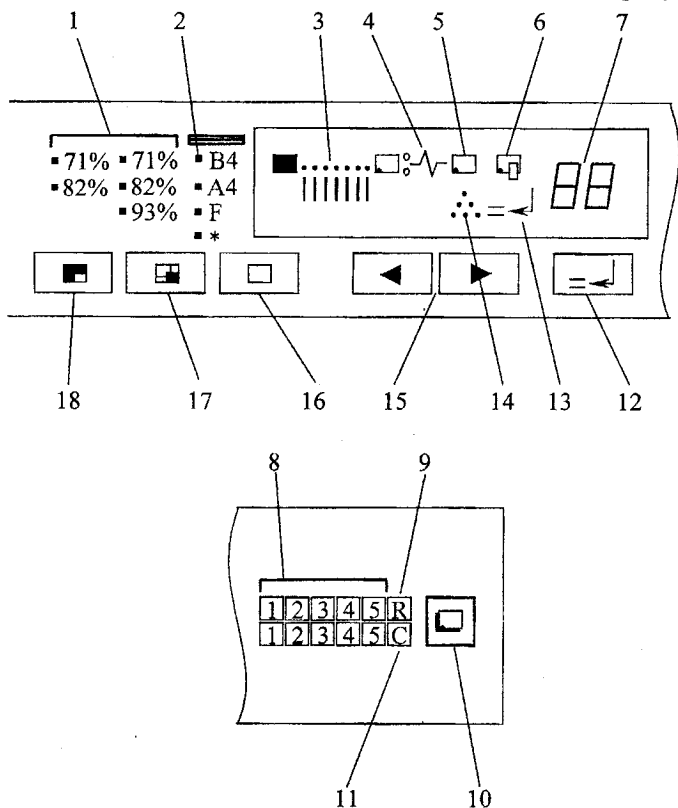


Рисунок 3.7 – Передня панель ксерокса типу Ricoh FT-3050

Нижче наведено основні органи керування цим ксероксом.

1. Індикатор вибраного масштабу.
2. Індикатор формату встановленої в апарат касети для паперу.
3. Індикатор вибраної яскравості копіювання.
4. Індикатор залому (застрягання) паперу.
5. Індикатор відсутності паперу в касеті чи лотку ручної подачі.
6. Індикатор ручної подачі паперу.
7. Індикатор кількості копій (лічильник копій).
8. Кнопки набору кількості копій.
9. Кнопка видачі на індикатор заданої кількості копій.

10. Кнопка запуску та індикатор готовності копіювального апарата.
11. Кнопка скидання індикатора кількості копій та передчасної зупинки при копіюванні кількох копій.
12. Кнопка режиму переривання роботи при копіюванні кількох копій.
13. Індикатор режиму переривання.
14. Індикатор необхідності заправки копіювального апарату тонером.
15. Кнопки вибору яскравості копіювання.
16. Кнопка вибору режиму копіювання без масштабування.
17. Кнопка вибору режиму копіювання зі зменшенням.
18. Кнопка вибору режиму копіювання зі збільшенням.

Найбільш дешевими є копіювальні апарати фірми Canon, а найбільш дорогими – фірми Xerox. Найбільш дешевими витратними матеріалами та сервісним обслуговуванням вирізняються фірми Ricoh, Sharp, а найбільш дорогими Minolta, Xerox. Найбільш оптимальні ціни на копіювальні апарати, витратні матеріали та сервісне обслуговування пропонують фірми, що представляють апарати Ricoh, Gestetner, Nashuatec, Sharp.

В копіювальних апаратах середньої та великої продуктивності набір органів керування дуже розвинутий, що дозволяє вибрати різні режими копіювання: зі збільшенням-зменшенням, зі зсувом копії праворуч-ліворуч, з заданням координат для вибіркового копіювання, двостороннє копіювання.

Контрольні запитання

1. Навести основні методи копіювання.
2. Пояснити принцип ксерографії.
3. Особливості електрографічного порошку.
4. Від чого залежить продуктивність ксерокопіювального апарата?
5. Навести основні технічні характеристики копіювальних апаратів.
6. Що впливає на якість копіювання ксероксів?
7. Навести особливості роботи та конструкції кольорових ксерокопіювальних апаратів.
8. Що слід відносити до витратних матеріалів у ксерокопіювальних пристроїв?
9. В чому полягають особливості технічного обслуговування ксерокопіювальних апаратів?
10. Навести алгоритм техніко-економічно вибору типу ксерокса для наукових, інженерно-технічних та управлінських робіт.
11. Які чинники впливають на строк служби ксероксів?
12. Які перспективи розвитку копіювально-розмножувальної техніки?

Література [1, 2, 12]

4 ІНТЕРФЕЙСИ ЗАСОБІВ ОРГТЕХНІКИ

4.1 Визначення та класифікація інтерфейсів

Для підключення засобів оргтехніки до ПК використовують інтерфейси периферійних пристроїв. На рисунку 4.1 наведені характеристики інтерфейсів, що найчастіше використовуються у вітчизняних та закордонних ДП. Наприклад, фірма Epson для своїх принтерів пропонує інтерфейси від найбільш поширених (Centronics та RS-232), що використовуються в ПЕОМ для підключення ДП, до таких спеціалізованих, як інтерфейс для приладів IEEE-488. Це дає можливість користувачеві вибрати необхідну конфігурацію для підключення до конкретного обладнання. У деяких випадках можуть бути вбудовані два інтерфейси, як правило це паралельний та послідовний.

Конструктивно адаптери виконуються або безпосередньо вбудованими в контролер ДП (EC7245, EP-1201A), або у вигляді окремих модулів, які вбудовуються в контролер принтерів (ДП фірми Epson). Крім того, адаптери можуть під'єднуватися зовні у вигляді окремих блоків (D-100MPC, Genicom). Для вибору інтерфейсу в першому випадку замінюється тільки окремий модуль інтерфейсу, що робить значно дешевшим заміну інтерфейсу.

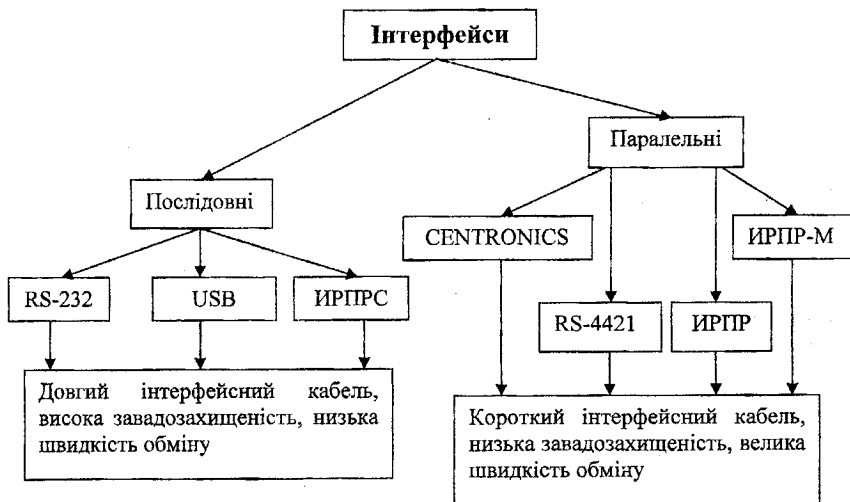


Рисунок 4.1 - Інтерфейси, що найчастіше використовуються в засобах оргтехніки

За способом передавання інформації інтерфейси для периферійних пристроїв поділяються на паралельні та послідовні.

4.2 Паралельні інтерфейси

Паралельні інтерфейси за один момент часу передають відразу всі біти даних. Для цього в паралельному інтерфейсі для кожного розряду даних є своя фізична лінія

Усі лінії даних утворюють шину даних. Для ДП розрядність як правило дорівнює байту (8 біт); це означає, що кожний символ поданий одним байтом. В деяких ДП та ПЕОМ, які випускалися раніше, розрядність даних складає 7 біт.

В паралельних інтерфейсах для підвищення вірогідності інформації, що передається, може бути включена в шину даних ще одна лінія для передачі біта парності (паритету). Цей біт показує парна чи непарна кількість одиниць передається в біті даних.

Окрім шини даних в інтерфейсах є шина керування, яка забезпечує керування процесом передавання інформації, та шина стану, призначена для передавання слова стану ДП.

До паралельних інтерфейсів, що використовуються для підключення ДП, відносяться такі широко відомі відчизняні та закордонні інтерфейси, як ІРІР, ІРІР-М, Centronics.

Інтерфейс ІРІР призначено для радіального підключення пристроїв з паралельною передачею інформації. Закордонним аналогом є BS 4421 (Великобританія). Цей інтерфейс широко використовувався в ДП та ПЕОМ, які випускалися раніше в країнах СЕВ. Зараз його успішно замінює більш зручний для ДП інтерфейс ІРІР-М.

Лінії зв'язку та призначення сигналів інтерфейсу ІРІР наведені у таблицях 4.1 та 4.2.

Розглянемо протокол обміну. Обмін даними здійснюється за допомогою сигналів ЗП (АС) та СТР (SC) в режимі "запит-відповідь". Приймач, якщо він готовий приймати дані, встановлює сигнал ГП (АО) та перевіряє сигнал СТР(SC). Якщо сигнал СТР(SC) не встановлений, приймач встановлює сигнал ЗП(АС). Джерело перевіряє сигнали ГП(АО) та ЗП(АС), встановлює дані та видає сигнал СТР(SC). За сигналом СТР(SC) приймач зчитує дані. Після того, як приймач виконає скидання сигналу ЗП(АС), джерело знімає сигнал СТР(SC). Інтерфейс переходить до наступного режиму передавання даних. Потрібно звернути увагу на те, що приймач не може зняти сигнали ЗП(АС) та ГП(АО), жодного разу не прийнявши хоча б одного символу. Сигнал СТР(SC) може бути знятий

тільки після скидання сигналу ЗП(АС), сигнал ГП(АО) може бути знятий тільки при скинутому сигналі ЗП (АС). Сигнал "Готовність джерела" у випадку роботи з ДП установлений. Часова діаграма роботи інтерфейсу наведена на рисунку 4.2.

Таблиця 4.1 - Лінії інтефейсу ИРПР

Лінія інтерфейсу	Позначення		Направлення
	російське	міжнародне	
Екран	Е	S	--
Нуль	0В	Z	--
Готовність джерела	ГИ	SO	Д→П
Готовність приймача	ГП	АО	Д←П
Строб джерела	СТР	SC	Д→П
Запит приймача	ЗП	АС	Д→П
Дані (2 ⁰ ...2 ⁷)	Д0...Д7	D0...D7	Д←П
Контрольний розряд молодшого байта*	КР0	DP0	Д→П
Дані (2 ⁸ ...2 ¹⁵)*	Д8...Д15	D8...D15	Д←П
Контрольний розряд старшого байта*	КР1	DPI	Д→П
Стан приймача*	СИ1...СИ8	A1...A8	Д←П
Стан джерела*	СИ1...СИ8	SI...S8	Д←П

Примітка. Д – джерело (ПЕОМ), П – приймач (ДП)

*Ці лінії необов'язкові і з ДП як правило не застосовуються

Проаналізуємо електричні параметри та фізична реалізація даного інтерфейсу. Рівні сигналів відповідають ТТЛ-рівням, використовується логіка – від'ємна; як передавач використовується інтегральна мікросхема ТТЛ з відкритим колектором та допустимим струмом навантаження не менше 40 мА, а як приймач – інтегральна мікросхема ТТЛ зі входним струмом не більше 1,6 мА. Лінії зв'язку однонаправлені з хвильовим опором кабелю 110±20% Ом. Узгодження з хвильовим опором кабелю забезпечується на вході приймача. Тип з'єднання та призначення контактів не регламентуються. Довжина інтерфейсного кабелю до 15м.

Таблиця 4.2 - Призначення сигналів інтерфейсу ИРПР

Сигнал	Призначення
ГИ(SO)	Лог.1 вказує на те, що джерело роботоздатне і готове до передачі інформації під керуванням СТР(SC) та ЗП(АС). Перехід з лог. 1 до лог. 0 відбувається при СТР(SC)=0. Лог.0 вказує на те, що джерело нероботоздатне і стан інших ліній ігнорується
ГП(AO)	Лог. 1 вказує на те, що приймач роботоздатний і готовий до прийому інформації під керуванням СТР(SC) і ЗП(АС). Перехід з лог. 1 в лог.0 відбувається при СТР(SC)=0. Значення лог. 0 вказує на те, що приймач нероботоздатний і стан інших ліній ігнорується
Д0...Д7 (D0...D7)	Ці сигнали передають дані. Високий рівень сигналу відповідає лог. 1, а низький лог. 0
СТР(SC)	При лог. 1 дані дійсні при ЗП(АС)=1 При лог. 0 дані можуть бути недійсними
ЗП(АС)	Лог. 1 вказує на те, що приймач готовий прийняти нову інформацію від джерела

Примітка. Сигнали ГИ(SO) та ГП(AO) взаємозалежні

Розглянемо інтерфейс ИРПР-М (ИРПР модифікований), який ще має назву Centronics. Інтерфейс для радіального підключення ДП з паралельним передаванням даних ИРПР-М замінює інтерфейс ИРПР, що раніше використовувався для цих цілей. Він найбільш зручний для використання у принтерах, тому що має лінії стану для ДП, які дозволяють точно визначити стан принтера або причину відмови та надають можливість ДП в будь-який момент часу зупинити передавання даних (в ИРПР приймач не може зняти сигнал "Готовність" жодного разу, не прийнявши хоча б один символ).

Повним закордонним аналогом інтерфейсу ИРПР-М є інтерфейс Centronics. Він розроблений фірмою Centronics Data Computer Corporation. Фірма ІВМ встановлює його як основний інтерфейс для ДП в свої персональні комп'ютери серії ІВМ РС. Інтерфейс Centronics є стандартом для підключення інтерфейсу ДП до персональних ЕОМ. Практично всі закордонні виробники випускають свої принтери з інтерфейсом Centronics.

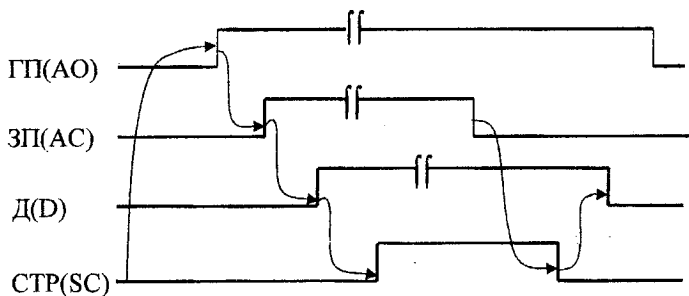


Рисунок 4.2 - Часова діаграма інтерфейсу ІРІР

Логічна організація, склад і призначення сигналів інтерфейсу табл. 4.2 наведені в таблицях 4.3 та 4.4.

Слід відмітити, що міжнародні скорочення символів не стандартизовані й в різних посібниках з ДП зустрічаються розбіжності. Наприклад, в посібниках можна зустріти такі скорочення сигналу “Підтвердження”: ACKNLG, ACK, ACKWLG, ACKNOWLEDGE.

Сигнал “Кінець паперу” зустрічається як у прямому, так і в інвертованому вигляді.

Сигнал “Готовність приймача” як правило під’єднується через опір $R=3,3$ кОм до шини живлення з напругою +5 В зі сторони ДП.

Проаналізуємо протокол обміну. Передавання даних починається з перевірки джерелом (ПЕОМ) сигналу “Зайнятий” ZAH(BUSY). Якщо сигнал скинуто, то джерело виставляє дані на шину даних і видає сигнал CTP(STROBE). Приймач ДП за сигналом CTP(STROBE) зчитує дані по шині даних і встановлює сигнал ZAH(BUSY) на час обробки зчитаних даних, який залежить від конкретного ДП. Після закінчення обробки отриманих даних приймач видає сигнал ПТВ(ASCKNLG) і знімає сигнал ZAH(BUSY). Приймач готовий до приймання наступного сигналу. Якщо після отримання даних джерело протягом довгого часу не отримало сигналу ПТВ(ASCKNLG) (в різних ПЕОМ цей час складає від 6 до 12 с), то джерело вважає, що виникла помилка при передаванні даних (в ПЕОМ ця помилка видається як тайм-аут (time-out)). Якщо приймач не готовий з будь-якої причини приймати дані, то він встановлює сигнал ZAH(BUSY). Більш точна інформація про причину відмови ідентифікується сигналами KBM(PE) і OPI(ERROR).

Таблиця 4.3 - Лінії інтерфейсу ІРПР-М

Лінія інтерфейсу	Позначення		Направлення
	російське	міжнародне	
Готовність приймача	ГП	SELECT OUT	И←П
Строб	СТР	STROBE	И→П
Підтвердження	ПТВ	ACKNLG	И←П
Дані (2 ⁰ ...2 ⁷)	Д1...Д8	DATA1...DATA8	И→П
Зайнятий	ЗАН	BUSY	И←П
Кінець паперу*	КБМ	PE	И←П
Помилка*	ОШ	ERROR	И←П
Вибір*	ВЫБОР	SLCT IN	И→П
Скидання*	СБР	INIT	И→П
Автоматичне переведення паперу*	АПС	AUTO FEED XT	И→П
Стан (1...8)**	С1...С8	STATE	И←П***
Нуль	0 В	0 V	-
Живлення	+5 В	+5 V	-
Екран	Е	GND	-

Примітка. *Сигнали необов'язкові, при використанні рекомендується не звінювати їх значення.

**Сигнали необов'язкові, в ДП не використовуються.

***Сигнали можуть мати напрям як від джерела до приймача, так і навпаки

Часова діаграма роботи інтерфейсу ІРПР-М наведена на рисунку 4.3.

Виведення інформації на друк залежить від багатьох факторів. Одним з них є режим роботи – автономний (OFF-LINE) або зв'язок з ЕОМ (ON-LINE). Якщо ДП знаходиться в автономному режимі (OFF-LINE), то він встановлює на інтерфейсі сигнали ЗАН(BUSY) та ОШ(ERROR). Обмін через інтерфейс не відбувається. Виведення на друк залежить і від сигналу ВЫБОР (SLCT IN); якщо цей сигнал знято, то керувати виведенням на друк можна за допомогою команд DC1/DC3 (вибір/відміна пристрою). Всі умови від яких залежить друк наведено у табл. 4.5.

Таблиця 4.4 - Призначення сигналів ІРГПР-М

Сигнал	Призначення
$\overline{СТР\ STROBE}$	Імпульс тривалістю не менше 0,5 мкс. За цим імпульсом приймач (ДП) зчитує дані на шині даних (D1...D8)
D1...D8 (DATA1...DATA8)	Ці сигнали передають дані. Високий рівень сигналу відповідає лог.1, а низький – лог.0
$\overline{ПТВ\ ACKNLG}$	Імпульс тривалістю біля 12 мкс. Низький рівень показує, що дані прийняті та ДП готовий приймати наступні дані
3AH (BUSY)	Сигнал високого рівня показує, що ДП не може прийняти дані. Сигнал встановлюється в таких випадках: на час введення та обробки даних; на час друкування; коли пристрій знаходиться у автономному режимі (OFF-LINE)
ГП(SELECT OUT)	Високий рівень цього сигналу означає, що ДП знаходиться в стані роботи з ЕОМ (ON-LINE)
КБМ(PE)	Високий рівень сигналу показує, що в ДП немає паперу
$\overline{АПС\ (AUTO\ FEED\ XT)}$	Коли рівень сигналу низький, папір автоматично переводиться на один рядок після закінчення друкування поточного рядка
$\overline{СБР\ INIT}$	При низькому рівні цього сигналу ДП встановлюється в свій початковий стан. Тривалість цього сигналу - не менша 50 мкс
$\overline{ОПН\ ERROR}$	Рівень сигналу низький, коли ДП знаходиться в: стані "Кінець паперу"; автономному режимі (OFF-LINE); стані "Помилка"
$\overline{ВИБОР\ (SLCT\ IN)}$	При високому рівні цього сигналу виконуються команди DC1/DC3 (вибір/відміна ДП)
C1...C8 (STATE)	Сигнали використовуються для передавання командних сигналів від джерела до приймача або сигналів про стан приймача

Проаналізуємо електричні параметри та фізичну реалізацію інтерфейсу. Рівні сигналів відповідають TTL-рівням. Передавач на виході повинен забезпечувати такі рівні сигналів: лог. 1 (високий рівень) – від 2,47 до 5,25 В; лог. 0 (низький рівень) – від 0 до 0,5 В.

Вихідний струм передавача повинен бути не менше 8 мА. Рівні сигналів на виході приймача повинні відповідати: лог. 1 – від 2,0 до

5,25 В; лог. 0 – від 0 до 0,8 В. Вихідний струм приймача не більше 1,6 мА при прийманні лог. 0. Інтерфейсний кабель як правило виконують витими парами. Довжина кабелю не більше 3м; допускається довжина кабелю до 20 м при тривалості стробуючого імпульсу не менше 5 мкс.

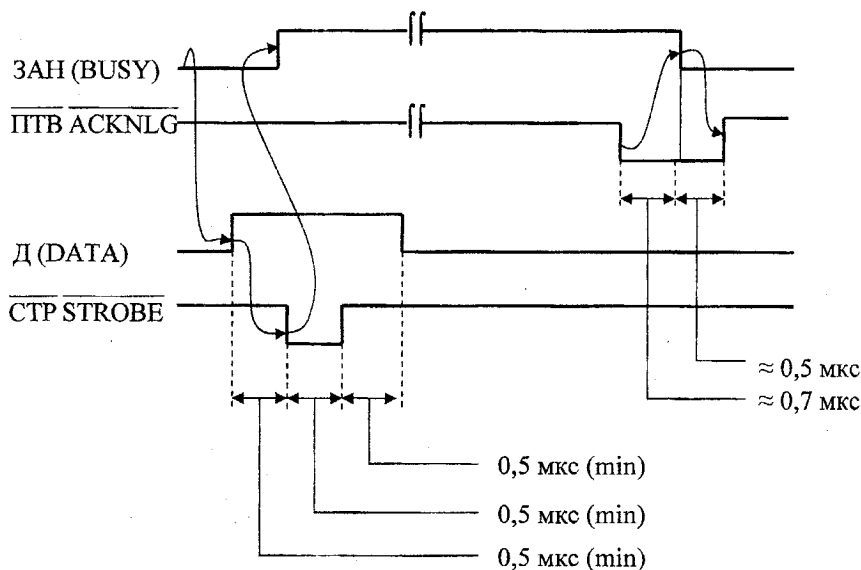


Рисунок 4.3 - Часова діаграма роботи інтерфейсу ІРІІР-М

Приклади розподілення сигналів по контактах з'єднань для ДІІ наведені у таблиці 4.7.

Таблиця 4.5 - Умови, що впливають на процес друкування

Режим роботи з ЕОМ	$\overline{\text{SLCT IN}}$	DC1/DC3	$\overline{\text{ERROR}}$	BUSY	ACKNLG	Друк (дозвол./заборон.)
Зв'язок з ЕОМ	Низький	Ігнорується	Високий	Низький	Імпульс	Дозволений
Те ж саме	Високий	Команда DC1	— " —	— " —	— " —	— " —
— " —	— " —	Команда DC1	— " —	— " —	— " —	Заборонений

4.3 Послідовні інтерфейси

Послідовні інтерфейси передають дані послідовно біт за бітом по одній лінії зв'язку. Частота, з якою передаються біти, називається швидкістю передачі і вимірюється в бодах (1 бод = 1 біт/с). В ПЕОМ використовують декілька значень швидкості передачі: 75, 110, 150, 600, 1200, 2400, 4800, 9600 бод. Найбільш поширеними інтерфейсами, які використовуються для підключення ДП є стик С2, RS-232, ІРПРС.

Послідовний інтерфейс RS-232 є найбільш поширеним. Він використовується в ПЕОМ для підключення різноманітного периферійного обладнання, в тому числі і ДП, для з'єднання з модемами і для організації зв'язку з іншими ПЕОМ. Стандарт RS-232 був розроблений Асоціацією електронної промисловості (Electronic Industries Association) у 1969 р.

Відчизняним аналогом інтерфейсу RS-232 є інтерфейс стик С2. Лінії в послідовних інтерфейсах називаються колами. Кола стику С2 поділяються на дві групи: кола загального призначення (серія 100) та кола для автоматичного встановлення з'єднання (серія 200). Для підключення ДП використовуються кола серії 100.

Таблиця 4.6 – Розподілення сигналів інтерфейсу ІРПРС-М по контактах

Сигнал	Типи ДП							
	Epson		EC7144		D100M		Consul 2011	
СТР (STROBE)	1	19	22	73	1	19	1	—
Д1 (DATE1)	2	20	1	12	2	20	2	—
Д2 (DATE2)	3	21	2	13	3	21	3	—
Д3 (DATE3)	4	22	3	14	4	22	4	—
Д4 (DATE4)	5	23	4	15	5	23	5	—
Д5 (DATE5)	6	24	6	17	6	24	6	—
Д6 (DATE6)	7	25	7	18	7	25	7	—
Д7 (DATE7)	8	26	8	19	8	26	8	—
Д8 (DATE8)	9	27	9	20	9	27	9	—
ПТВ (ACKNLG)	10	28	26	27	10	28	10	—
ЗАН (BUSY)	11	29	5	16	11	29	11	—
КБМ (PE)	12	30	29	—	12	30	12	—
АПС (AUTO FEED XT)	14	—	10	21	14	—	14	
СВР (INIT)	31	—	28	—	31	—	16	—
ОПІ (ERROR)	32	—	30	—	33	—	15	—
SELECT IN	36		32	—	37	—	17	—
SELECT OUT	13	—	24	25	13	18.	13	—

Інтерфейси RS-232 і Стик С2 допускають використання додаткових сигналів, що не регламентовані цими інтерфейсами. Для керування режимами роботи інтерфейсу в послідовних інтерфейсах типу RS-232 є спеціальні лінії квитування (handshaking lines).

В інтерфейсах коло може бути у двох станах: лог. 1 (стан MARK); лог. 0 (стан SPACE). Коли по колу немає передавання даних, то лінія знаходиться в стані MARK. Перелік кіл інтерфейсів RS-232 і стику С2, необхідних для підключення периферійного обладнання, наведено в таблиці 4.8, а призначення кіл інтерфейсів – у таблиці 4.9.

Таблиця 4.7 - Розподіл сигналів інтерфейсу ІРПР-М

Сигнал	ПЕОМ							
	IBM PC (DB-25S Cannon)		EC1840 EC1841		Корвет (РП115-32Ш)		Корвет (РП115-32Г)	
	1	2	1	2	1	2	1	2
СТР (STROBE)	1	19	B12	A09	1		13	15
Д1 (DATE1)	2	—	B04	A01	11	21	12	25
Д2 (DATE2)	3	20	B03	A02	10	20	11	24
Д3 (DATE3)	4	—	B02	A03	9	19	10	23
Д4 (DATE4)	5	21	B01	A04	8	18	9	22
Д5 (DATE5)	6	—	B06	A05	7	17	8	20
Д6 (DATE6)	7	22	B07	A06	6	16	7	19
Д7 (DATE7)	8	—	B08	A07	5	15	6	18
Д8 (DATE8)	9	23	B09	A08	4	12	5	17
ПТВ (ACKNLG)	10	—	B14	A14	—	—	—	—
ЗАН (BUSY)	11	24	B05	A05	2	—	3	21
КБМ (PE)	12	25	B15	—	—	—	—	—
АПС (AUTO FEED XT)	14	—	B11	A13	—	—	—	—
СБР (INIT)	16	—	B13	—	—	—	—	—
ОПІ (ERROR)	15	—	B15	—	—	—	—	—
ВИБОР (SELECT IN)	17	—	B13	—	—	—	14	—
ГП (SELECT OUT)	13	—	A10	A11	—	—	—	—

Формат даних, що передаються для інтерфейсів RS-232 і стику С2, наведений на рисунку 4.4.

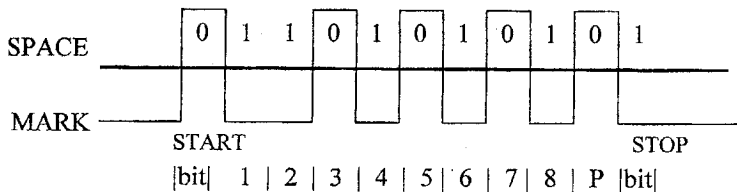


Рисунок 4.4 - Формат даних послідовного інтерфейсу

Таблиця 4.8 - Перелік кіл інтерфейсів RS-232 і стику C2

Коло	Інтерфейс		Напрямок
	RS-232	Стик C2	
Захисна земля	PG	101	—
Сигнальна земля	SG	102	—
Дані, що передаються	TxD	103	Вихід
Дані, що приймаються	RxD	104	Вхід
Запит на передавання	RTS	105	Вихід
Готовність до передачі	CTS	106	Вхід
Готовність комп'ютера	DSR	107	Вхід
Контроль приймання	DCD	109	Вхід
Термінал готовий	DTR	108.2	Вихід
Кільцевий індикатор	RI	125	Вхід

Таблиця 4.9 - Призначення кіл інтерфейсів RS-232 і стику C2

Інтерфейс		Призначення кола
RS-232	Стик C2	
TxD	103	Дані, що передаються ДП
RxD	104	Дані, що приймаються ДП
RTS	105	Запит ДП на передавання даних
CTS	106	Готовність до приймання даних, що передаються ДП
DSR	107	Готовність пристрою передачі даних
DTR	108.2	Готовність ДП
DCD	109	Рівень сигналу, що приймається ДП

На початку пакета (блока даних, що передається через послідовний інтерфейс за один цикл роботи) знаходиться старт-біт (стартовий біт), який показує про початок передавання пакета через інтерфейс та синхронізацію передавального та приймального пристроїв. В зв'язку з тим, що

передавання відбувається в асинхронному режимі, для визначення інтервалів часу передавання одного біта використовується внутрішній тактовий генератор пристрою. Стартовий біт переводить коло із стану MARK в стан SPACE. При знаходженні початку старт-біта тактовий генератор відраховує половину тривалості передачі старт-біта та перевіряє стан кола. Якщо він не змінився, то вважається, що знайдена середина старт-біта. В протилежному випадку це була завада. Кількість старт-бітів у пакеті буває рівною 1; 1,5 або 2. Після старт-біта йдуть дані, що передаються. Розрядність даних може бути рівною 5, 7, або 8 біт. Далі йде необов'язковий біт парності (P) і стоп-біт (стоповий біт), який сигналізує про кінець пакета. Стоп-біту відповідає стан кола MARK. Стоп-біти встановлюють мінімальний проміжок часу між закінченням передавання поточного байта та початком передавання наступного байта.

Проаналізуємо протоколи передачі даних. Протокол XON/XOFF найчастіше використовується в ДП з послідовним інтерфейсом. Принцип дії цього протоколу полягає в тому, що для припинення передавання даних ДП надсилає до ПЕОМ по колу TxD (103) команду XOFF, а для поновлення передавання даних – команду XON. Часова діаграма протоколу наведена на рисунку 4.5.

Протокол передавання даних за сигналом "Готовність" функціонує в режимах побайтового та поблочного передавання даних. В деяких ДП при використанні цього протоколу вводиться додатковий сигнал RCH, значення якого повністю збігається зі значенням сигналу DTR. У побайтовому режимі, якщо встановлено сигнал DTR (і RCH), ПЕОМ надсилає байт даних до ДП. Після приймання байта даних ДП знімає сигнал DTR (RCH). Пристрій знову встановлює цей сигнал, коли він готовий до приймання даних, якщо в буфері ДП є місце (рисунок 4.6).

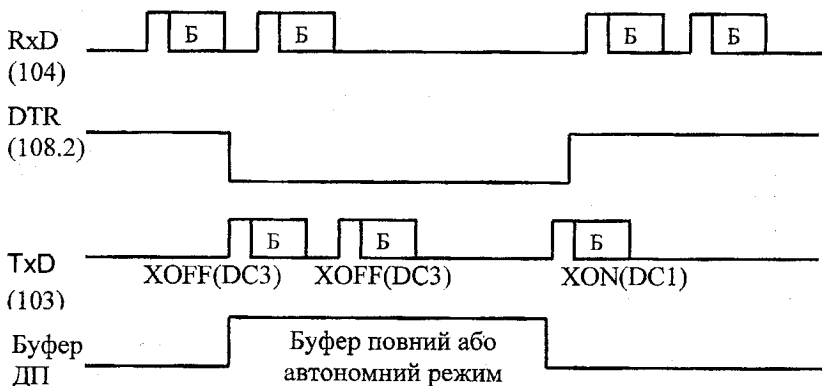


Рисунок 4.5 - Часова діаграма передавання даних за протоколом XON/XOFF

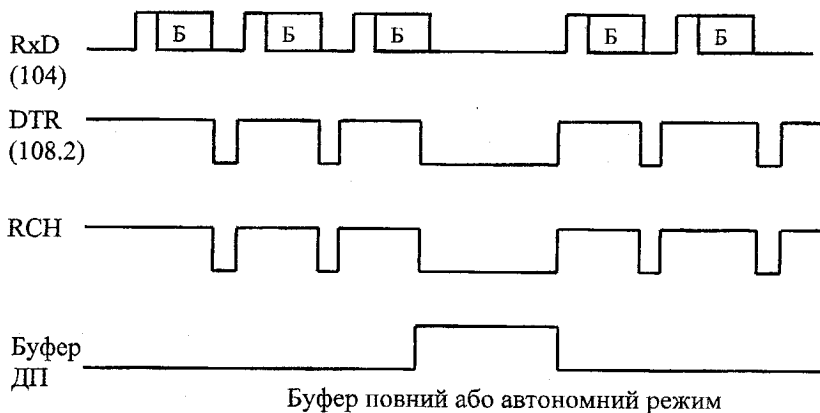


Рисунок 4.6 - Часова діаграма передавання даних за сигналом "Готовність"

В поблочному режимі ПЕОМ надсилає дані до тих пір, поки встановлений сигнал DTR (рис. 4.7), де під БД розуміють байт даних без бітів службової інформації.

Розглянемо протокол передавання даних за запитом (АСК). За цим протоколом ДП надсилає по колу TxD (103) керуючий код АСК (код 6). Пристрій готовий до приймання даних, якщо сигнал DTR (108.2) встановлений. Якщо буфер ДП повний або пристрій не може приймати дані, то сигнал DTR (108.2) скидається (рисунок 4.8).

Проаналізуємо електричні параметри і фізичну реалізацію. Загальний опір навантаження за постійним струмом повинен бути 3...7 кОм. Рівні сигналів: MARK (лог.1) від -12 до -3 В; SPACE (лог. 0) від +3 до +12 В. Діапазон напруг +3...-3 В є перехідною зоною (зона, в якій рівень сигналу стає невизначеним). Для всіх кіл час проходження перехідної зони при зміні стану не повинен бути більшим 1 с. Максимальна довжина кабелю обмежується в основному допустимим спотворенням сигналу на приймальному кінці, впливом завад і різницею потенціалів заземлених точок приймача та передавача.

В ПЕОМ для підключення інтерфейсу RS-232 використовується в основному 25-контактні з'єднувачі фірми Cannon, але зустрічаються й 9-контактні з'єднувачі (наприклад, в IBM PC/AT). Розподілення кіл інтерфейсу для 25- і 9-контактних з'єднувачів наведено в таблиці 4.10.

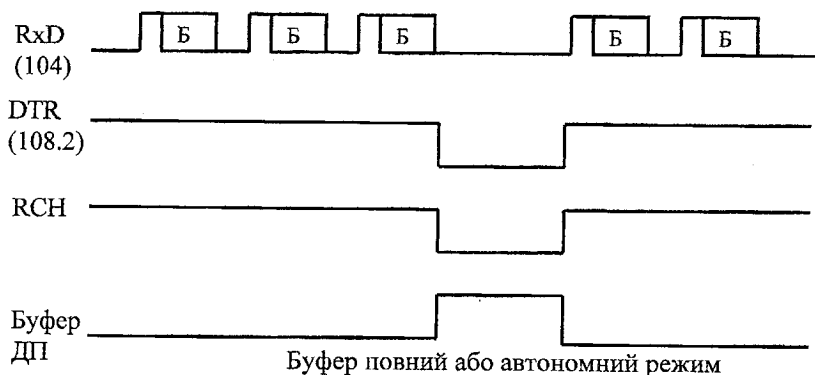


Рисунок 4.7 - Часова діаграма передачі даних за сигналом "Готовність"

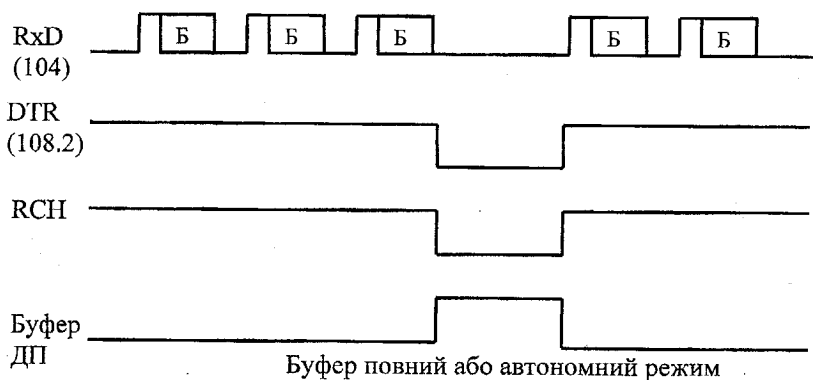


Рисунок 4.8 - Часова діаграма передавання даних за запитом (АСК)

Інтерфейс ІРІРС (Current Loop-струмова петля) є послідовним і призначений для радіального підключення пристроїв. Він забезпечує послідовне асинхронне передавання інформації в старт-стопному режимі (з буфером або без буфера) постійним струмом (струмова петля) по чотирипровідній дуплексній лінії зв'язку.

Розглянемо організацію інтерфейсу. Кола інтерфейсу наведені у таблиці 4.11. Сигнали з кола 2 передаються з приймача до джерела. Коло 2 (якщо є з'єднання) з'єднано з колом 1 в джерелі. Коло 2 в проміжку між

символами, що передаються, знаходиться у стані "1". Стан "1" або "0" продовжується протягом цілого інтервалу сигналу. Сигнали кола 1 передаються із джерела (ПЕОМ) в приймач (ДП). В джерелі сигнали є "даними, що передаються", а в приймачі "даними, що приймаються".

Таблиця 4.10 - Розподілення кіл інтерфейсу RS-232 для 25- і 9 контактних з'єднувачів

Коло		PG	TxD	RxD	RTS	CTS	DSR	SG	DCD	DTR
З'єд- нувач	25-контактн.	1	2	3	4	5	6	7	8	20
	9-контактн.	—	3	2	7	8	6	5	1	4

Коло даних в проміжку між символами, що передаються знаходиться в стані "1". Стан "1" або "0" повинен затримуватись протягом цілого інтервалу сигналу. У випадку, якщо пристрій призначений тільки для приймання, коло 1 залишається розімкнутим. Якщо джерело призначене тільки для передавання, то коло 2 залишається розімкнутим. Коло 3 в стані "1" вказує на готовність приймача до прийому даних. Стан "0" говорить про те, що приймач не готовий приймати дані. Рекомендований формат для пакета, що передається:

число стартових біт – 1 біт;

розрядність даних – 8 біт.

Проаналізуємо електричні параметри та фізичну реалізацію. Кожне коло повинне бути реалізоване так, щоб електроживлення при активному режимі роботи передавача забезпечувалось передавачем.

Напруга на вихідних затискачах активних кіл повинна бути не більшою 25 В.

Рівні лог. 1 та лог. 0 відповідають при струмовій петлі 40 мА.

MARK (лог. 1) від 30 до 50 мА;

SPACE (лог. 0) від 0 до 5 мА;

при струмовій петлі 20 мА:

MARK (лог. 1) від 15 до 25 мА;

SPACE (лог. 0) від 0 до 3 мА.

Спад напруги виміряний на контактах приймача в стані лог. 1 у колі, повинен бути не менше 2,5 В. Довжина інтерфейсного кабелю при швидкості передачі 9600 біт/с не повинна перевищувати 500 м. При більшій довжині кабелю швидкість передавання потрібно зменшити. Оптимальне розподілення кіл по контактах роз'єму наведено в таблиці 4.12.

Таблиця 4.11 - Кола інтерфейсу ИРПРС

Коло	Призначення кола	Позначення кола	Напрямок інформації
1. Дані, що передаються	Дані, що передаються +	ПД +	Д→П
	Дані, що передаються -	ПД -	Д←П
2. Дані, що приймаються	Дані, що передаються +	ПрД +	Д←П
	Дані, що передаються -	ПрД -	Д→П
3. Готовність приймача (необов'язкове коло)	Сигналізація готовності приймача +	ГП +	Д←П
	Сигналізація готовності приймача -	ГП -	Д→П

Таблиця 4.12 - Розподілення кіл інтерфейсу ИРПРС по контактах роз'єму

Коло		ПД+	ПД-	ПрД+	ПрД-	Екран
Роз'єм фірми Cannon	9 – контактний	6	1	2	7	9
	25 – контактний	19	10	14	13	1

4.4 Шина USB

USB (Universal Serial Bus – універсальна послідовна шина) є промисловим стандартом розширення архітектури ПК, орієнтованим на інтеграцію з телефонією і пристроями побутової електроніки. Версія 1.0 була опублікована на початку 1996 року, більшість пристроїв підтримує версію 1.1, яка вийшла восени 1998 року, – в ній були усунуті знайдені проблеми першої редакції. Весною 2000 року опублікована специфікація USB 2.0, в якій передбачено 40-кратне підвищення пропускної здатності шини. Спочатку (у версіях 1.0 і 1.1) шина забезпечувала дві швидкості передавання інформації: повна швидкість FS (full speed) – 12 Мбіт/с і

низька швидкість LS (Low Speed) – 1,5 Мбіт/с. У версії 2.0 визначена ще й висока швидкість HS (High Speed) – 480 Мбіт/с, яка дозволяє суттєво розширити обсяг пристроїв, які підключаються до шини. В одній і тій же системі можуть бути присутні і одночасно працювати пристрої зі всіма трьома швидкостями. Шина з використанням проміжних хабів дозволяє з'єднувати пристрої, віддалені від комп'ютера на відстань до 25 м.

USB забезпечує обмін даними між хост-комп'ютером і множиною периферійних пристроїв (ПП). Згідно з специфікацією USB, пристрої (devices) можуть бути хабами, функціями або їх комбінацією. Пристрій-хаб (hub) лише забезпечує додаткові точки підключення пристроїв до шини. Пристрій-функція (function) USB надає системі додаткові функціональні можливості, наприклад підключення до ISDN, цифровий джойстик, акустичні колонки з цифровим інтерфейсом і т. п. Комбінований пристрій (compound device), який містить декілька функцій, подається як хаб з підключеними до нього декількома пристроями. Пристрій USB повинно мати інтерфейс USB, який забезпечує повну підтримку протоколу USB, виконання стандартних операцій (конфігурація і скидання) і подання інформації, яка описує пристрій. Роботою всієї системи USB керує хост-контролер (host controller), який є програмно-апаратною підсистемою хост-комп'ютера. Шина дозволяє підключати, конфігурувати, використовувати і відмикати пристрої під час роботи хосту і самих пристроїв.

Шина USB є хост-центровою: єдиним ведучим пристроєм, який керує обміном є хост-комп'ютер, а всі приєднані до неї периферійні пристрої – виключно ведені. Фізична топологія шини USB – багаторусна зірка. Її вершиною є хост-контролер, об'єднаний з кореневим хабом (root hub), як правило двопортовим. Хаб є пристроєм-розгалужувачем, він може бути і джерелом живлення для підключених до нього пристроїв. До кожного порту хаба може безпосередньо підключатись периферійний пристрій або проміжний хаб; шина допускає до п'яти рівнів каскадів хабів (не враховуючи кореневого). Оскільки комбіновані пристрої всередині себе місять хаби, їх підключення до хабу шостого ярусу вже недопустиме. Кожний проміжний хаб має декілька низхідних (downstream) портів для підключення периферійних пристроїв і один висхідний (upsteam) порт для підключення до кореневого хаба або низхідного порту вищого за ієрархією хаба. Логічна топологія USB – просто зірка: для хост-контролера хаби створюють ілюзію безпосереднього підключення кожного пристрою. На відміну від шин розширення (ISA, PCI, PC Card), де програма взаємодіє з пристроями за допомогою звернень за фізичними адресами комірок пам'яті, портів введення-виведення, переривань і каналів DMA, взаємодія додатків з пристроями USB виконується лише через програмний інтерфейс. Цей інтерфейс, який забезпечує незалежність звернень до пристроїв, пропонується системним ПЗ контролера USB.

На відміну від громіздких дорогих шлейфів паралельних шин ATA і особливо шини SCSI з її різноманітністю роз'ємів і складністю правил підключення, кабельний набір USB простий. Кабель USB містить одну екрановану виту пару з імпедансом 90 Ом для сигнальних кіл і одну неекрановану для подання живлення (+5 В), допустима довжина сегмента – до 5 м. Для низької швидкості може використовуватися не витий неекранований кабель довжиною до 3 м (він дешевший). Система кабелів і концентраторів USB не дає можливості помилитись при підключенні пристроїв. Для розпізнання роз'єму USB на корпусі пристрою ставиться стандартне символічне позначення. Гнізда типу «А» встановлюються лише на низхідних портах хабів, вилки типу «А» - на шнурах периферійних пристроїв або вищих портів хабів. Гнізда і вилки типу «В» використовуються лише для шнурів, які від'єднуються від периферійних пристроїв висхідних портів хабів. Окрім стандартних роз'ємів, показаних на рисунку 4.9 (а, б), використовуються і мініатюрні варіанти (рис. 4.9 в,г). Хаби і пристрої забезпечують можливість «гарячого» підключення і відключення. Для цього роз'єми забезпечують більш раннє з'єднання і пізнє від'єднання кіл живлення відносно сигнальних, крім того, передбачений протокол сигналізації підключення і відключення пристроїв. Призначення виводів роз'ємів USB наведені в табл. 4.13, нумерація контактів показана на рис. 4.9. Всі кабелі USB «прямі» – в них з'єднуються однойменні кола роз'ємів.

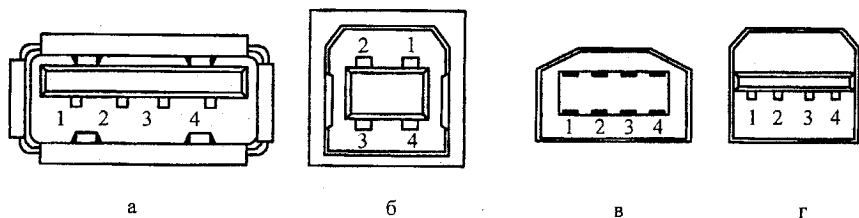


Рисунок 4.9 – Гнізда USB: а – тип «А», б – тип «В» стандартні, в, г – мініатюрні типу «В»

Таблиця 4.13 – Призначення виводів роз'єму USB

Контакт	Коло
1	VBus (+5В)
2	D-
3	D+
4	GND

У шині використовується диференціальний засіб передавання сигналів D+ і D- по двох проводах. Швидкість пристрою, підключеного до конкретного порту, визначається хабом за рівнями сигналів на лініях D+ і D-, зміщених навантажувальними резисторами прийомопередавачів: пристрої із низькою швидкістю підвищують до високого рівня лінію D-, з повною – D+. Підключення пристрою HS визначається на етапі обміну конфігураційною інформацією – фізично на перший час пристрій HS повинен підключатись як FS. Передавання по двох провідниках в USB не обмежується диференціальними сигналами. Крім диференціального приймача, кожний пристрій має лінійні приймачі сигналів D+ і D-, а передавачі цих ліній керуються індивідуально. Це дозволяє розрізнити більше двох станів лінії, які використовуються для організації апаратного інтерфейсу.

Введення високої швидкості (480 Мбіт/с – всього в два рази менше ніж Gigabit Ethernet) потребує ретельного узгодження прийомопередавачів і лінії зв'язку. На цій швидкості може працювати лише кабель з екранованою витотою парою для сигнальних станцій. Для високої швидкості апаратура USB повинна мати додаткові спеціальні прийомопередавачі. На відміну від формувачів потенціалу для режимів FS і LS, передавачі HS є джерелами струму, орієнтованими на присутність резисторів-термінаторів на обох сигнальних лініях.

Швидкість передавання даних (LS, FS або HS) вибирається розробником периферійного пристрою відповідно до потреб цього пристрою. Реалізація низьких швидкостей для пристрою коштує дещо дешевше (прийомопередавачі простіші, а кабель для LS може бути і неекранованою витотою парою). Якщо в попередній версії USB пристрої можна було, не задумуючись, підключати будь-який вільний порт будь-якого хаба, то в USB 2.0 при наявності пристроїв і хабів різних версій з'явилися можливості вибору між оптимальними, неоптимальними і нероботопридатними конфігураціями.

Хаби USB 1.1 зобов'язані підтримувати швидкості FS і LS, швидкість підключеного до хабу пристрою визначається автоматично за різницею потенціалів сигнальних ліній. Хаби USB1.1 при передаванні пакетів є просто повторювачами, які забезпечують прозорий зв'язок периферійного пристрою з контролером. Передавання на низькій швидкості досить неефективно використовують потенційну пропускну здатність шини: за той час, на який вони займають шину, високошвидкісний пристрій може передати даних у 8 раз більше. Але заради спрощення і здешевлення всієї системи на ці втрати пішли, а за розподіленням смуги між різними пристроями слідкує планувальник транзакцій хост-контролера.

В специфікації 2.0 швидкість 480 Мбіт/с повинна затримуватись з попередніми, але при такому співвідношенні швидкостей зміни на FS і LS

займуть можливу смугу пропускання шини. Щоб цього не сталося, хаби USB 2.0 набувають властивості комутаторів пакетів. Якщо до порту такого хаба підключений високошвидкісний пристрій (або аналогічний хаб), то хаб працює в режимі повторювача, і транзакція з пристроєм на HS займає весь канал до хост-контролера на весь час свого виконання. Якщо ж до порту такого хабу USB 2.0 підключається пристрій або хаб 1.1, то по частині каналу до контролера пакет проходить на швидкості HS, запам'ятовується в буфері хаба, а до старого пристрою або хабу йде вже на його швидкості FS або LS. При цьому функції контролера хаба 2.0 (включно з кореневим) ускладнюються.

Кожен пристрій на шині USB (їх може бути до 127) при підключенні автоматично отримує свою унікальну адресу. Логічно пристрій являє собою набір незалежних кінцевих точок (endpoint, EP), з якими хост-контролер (і клієнтське ПЗ) обмінюються інформацією. Кожна кінцева точка має свій номер і описується такими параметрами:

- необхідна частота доступу до шини і допустимі затримки обслуговування;
- необхідна смуга пропускання каналу;
- вимоги до обробки посилок;
- максимальні розміри переданих і прийнятих пакетів;
- тип передавання;
- напрям передавання (для передавання масивів і ізохронного обміну).

Кожний пристрій обов'язково містить кінцеву точку з номером 0, яка використовується для ініціалізації, загального управління і опитування стану пристрою. Ця точка завжди встановлена при включенні живлення і підключенні пристрою до шини. Вона підтримує передавання типу «керування».

Окрім нульової точки, пристрої-функції можуть мати додаткові точки, які реалізують корисний обмін даними. Низькошвидкісні пристрої можуть мати до двох додаткових точок, повношвидкісні – до 15 точок введення і 15 точок виведення (протокольне обмеження). Додаткові точки (а лише вони і надають корисні для користувача функції) не можуть бути використані до їх конфігурування (встановлення узгодженого з ними каналу).

Каналом (pipe) в USB називається модель передавання даних між хост-контролером і кінцевою точкою пристрою. Існують два типи каналів: потоки і повідомлення. Потік (stream) доставляє дані від одного кінця каналу до іншого, він завжди однонаправлений. Один і той же номер кінцевої точки може використовуватись для двох поточкових каналів – введення і виведення. Потік може реалізовувати такі типи обміну: передавання масивів, ізохронний і переривання. Повідомлення (message) має формат, визначений специфікацією USB. Хост надсилає запит до

кінцевої точки, після якого передається (приймається) пакет повідомлення, за яким слідує пакет з інформацією стану кінцевої точки. Наступне повідомлення нормально не може бути надіслане до обробки попереднього, але при обробці помилок можливий скид не обслужених повідомлень. Двосторонній обмін повідомленнями адресується до однієї і тієї ж кінцевої точки.

З каналами пов'язані характеристики, які відповідають кінцевій точці (смуга пропускання, тип сервісу, розмір буфера і т. п.) канали організуються при конфігуруванні пристрою USB. Для кожного ввімкненого пристрою існує канал повідомлень (Control Pipe 0), по якому передається інформація конфігурування, управління і стану.

Всі обміни (транзакції) з пристроями USB складаються з двох-трьох пакетів. Кожна транзакція планується і починається за ініціативою контролера, який надсилає пакет-маркер (token packet). Він описує тип і напрямок передавання, адресу пристрою USB і номер кінцевої точки. В кожній транзакції можливий обмін лише між кінцевою точкою і хостом. Адресований маркером пристрій розпізнає свою адресу і готується до обміну. Джерело даних (визначене маркером) передає пакет даних (або повідомлення про відсутність даних, призначених для передавання). Після успішного приймання пакета приймач даних відсилає пакет квітуння (handshake packet). Послідовність пакетів в транзакціях ілюструє рис 4.10.

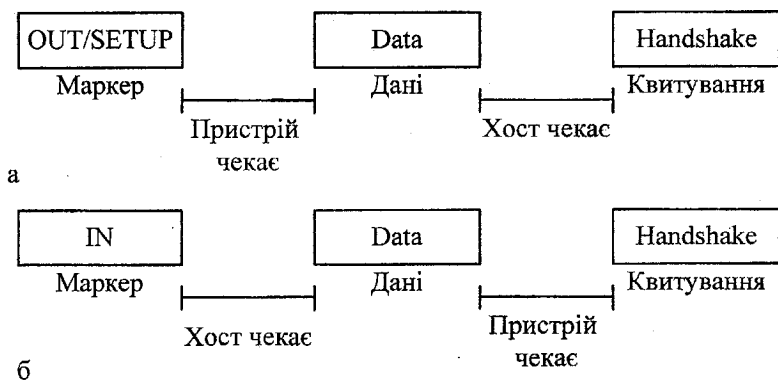


Рисунок 4.10 – Послідовності пакетів: а – виведення; б – введення

Хост-контролер організовує обмін з пристроями відповідно до свого плану розподілу ресурсів. Контролер циклічно (з періодом $1 \pm 0,0005$ мс) формує кадри (frames), в яких містяться всі заплановані транзакції (рис. 4.11). Кожен кадр починається з надсилання маркера SOF (Start Of Frame), який є синхронізуючим сигналом для всіх пристроїв

включно з хабами. В кінці кожного кадру виділяється інтервал часу EOF (End Of Frame), на час якого хаби забороняють передавання за напрямком до контролера. В режимі HS пакети SOF передаються на початку кожного мікрокадру (період $125 \pm 0,0625$ мкс). Хост планує завантаження кадрів так, щоб в них завжди знаходилось місце для транзакцій управління і переривань. Вільний час кадрів може заповнюватись передачами масивів (bulk transfers). В кожному мікрокадрі може бити виконано декілька транзакцій, їх допустима кількість залежить від довжини поля даних кожної з них.

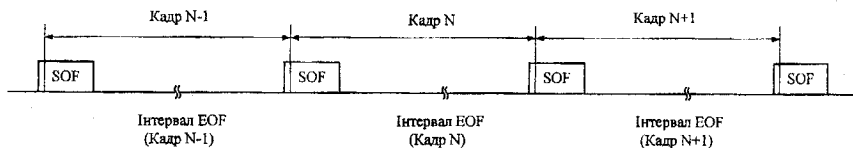


Рисунок 4.11 – Потік кадрів USB

Для виявлення помилок передавання кожний пакет має контрольні поля CRC-кодів, які дозволяють виявляти всі одинарні і подвійні бітові помилки. Апаратні засоби виявляють помилки передавання, а контролер автоматично виконує трикратну спробу передавання. Якщо повторювання безуспішні, повідомлення про помилку передається клієнтському ПЗ.

Всі подробиці організації транзакцій від клієнтського ПЗ ізолюються контролером USB і його системним програмним забезпеченням.

Архітектура USB допускає чотири базові типи передавання даних.

- Керувальні посилки (control transfers) використовуються для конфігурування пристроїв під час їх підключення і для управління пристроями в процесі роботи. Протокол забезпечує гарантовану доставку даних.

- Передавання масивів даних (bulk data transfers) – це передавання без будь-яких зобов'язань щодо затримки доставки і швидкості передавання. Передавання масивів можуть займати всю смугу пропускання шини, вільну від передавання інших типів. Пріоритет цього передавання найнижчий, вони можуть призупинятись при сильному завантаженні шини. Доставка гарантована – при випадковій помилці виконується повтор. Передавання масивів доречні для обміну даними з принтерами, сканерами, пристроями зберігання і т. п.

- Переривання (interrupt) – короткі передачі, які мають спонтанний характер і повинні обслуговуватись не повільніше, ніж того потребує пристрій. Межа часу обслуговування встановлюється в діапазоні 10 – 225 мс для низької, 1 – 225 мс для повної швидкості, для високої швидкості можна замовити і 125 мкс. При випадкових помилках обміну виконується повтор. Переривання використовуються, наприклад, при

введені символів з клавіатури або для передавання повідомлення про переміщення миші.

▪ Ізохронні передачі (isochronous transfers) – неперервні передачі в реальному часі, які займають попередньо узгоджену частину пропускної здатності шини з гарантованим часом затримки доставки. Дозволяють на повній швидкості організувати канал зі смугою 1,023 Мбайт/с (або два по 0,5 Мбайт/с), зайнявши 70% доступної смуги (залишок можна заповнити і менш ємнісними каналами). На високій швидкості кінцева точка може отримати канал до 24 Мбайт/с (192 Мбіт/с). У випадку виявлення помилки ізохронні дані не повторюються – недійсні пакети ігноруються. Ізохронні передачі потрібні для потокових пристроїв: відеокамер, цифрових аудіопристроїв (колонки USB, мікрофон), пристроїв відтворення і запису аудіо- і відеоданих (CD і DVD). Відеопотік (без компресії) шина USB має можливість передавати лише на високій швидкості.

Смуга пропускання шини розподіляється між всіма встановленими каналами. Виділена смуга закріплюється за каналом, і, якщо встановлення нового каналу потребує такої смуги, яка не вписується у вже існуючий розподіл, запит на виділення каналу відкидається.

Архітектура USB передбачає внутрішню буферизацію всіх пристроїв, причому чим більшої смуги пропускання потребує пристрій, тим більше має бути його буфер. Шина USB повинна забезпечувати обмін з такою швидкістю, щоб затримка даних в пристрої, викликана буферизацією, не перевищувала декількох мілісекунд.

Основні області використання USB.

✓ Пристрої введення – клавіатури, миші, трекболи, планшетні показники і т.п. Тут USB надає для різних пристроїв єдиний інтерфейс. Доцільність використання USB для клавіатури неочевидна, хоча в парі з мишею USB, (яка підключається до порта хаба, вмонтованого в клавіатуру), скорочується кількість кабелів, які тягнуться від системного блока на стіл користувача.

✓ Принтери. USB 1.1 забезпечує приблизно ту ж швидкість, що і LPT-порт в режимі ECP, але при використанні USB не виникає проблем з довжиною кабелю і підключенням декількох принтерів до одного комп'ютера (правда необхідні хаби). USB 2.0 дозволяє прискорити друк в режимі високої роздільної здатності, за рахунок скорочення часу на передавання великих масивів даних. Однак є проблема зі старим ПЗ, яке безпосередньо працює з LPT-портом на рівні регістрів, – на принтер USB воно друкувати не зможе.

✓ Сканери. Використання USB дозволяє відмовитись від контролерів SCSI або від заняття LPT-порта. USB 2.0 при цьому дозволяє також підвищити швидкість передавання даних.

✓ Аудіопристрої – колонки, мікрофони, головні телефони (наушники). USB дозволяє передавати потоки аудіоданих, достатні для забезпечення

найвищої якості. Передавання в цифровому вигляді від самого джерела сигналу (мікрофона з вбудованим перетворювачем і адаптером) до приймача і цифрова обробка в хост-комп'ютері дозволяють позбавитись від наводок, які властиві аналоговому передаванню аудіосигналів. Використання цих аудіокомпонентів дозволяє в ряді випадків позбавитись від звукової карти комп'ютера – аудіокодек (АЦП і ЦАП) виводиться за межі комп'ютера, а всі функції обробки сигналів (мікшер, еквалайзер) реалізуються центральним процесором лише програмно. Аудіопристрої можуть і не мати власне колонок і мікрофона, а обмежитись перетворювачами і стандартними гніздами («джеками») для підключення звичайних аналогових пристроїв.

✓ Музичні синтезатори і MIDI-контролери з інтерфейсом USB. Шина USB дозволяє комп'ютеру обробляти потоки багатьох каналів MIDI (пропускна здатність традиційного інтерфейсу MIDI вже суттєво нижча можливостей комп'ютера).

✓ Відео- і фотокамери. USB 1.1 дозволяє передавати статичні зображення будь-якої роздільної здатності за прийнятний час, а також передавати потік відеоданих (живе відео) з достатньою частотою кадрів (25 – 30 кбіт/с) лише з невисокою роздільною здатністю або стисненням даних, від якого, звичайно, знижується якість зображення. USB 2.0 дозволяє передавати потік відеоданих з високою роздільною здатністю без стиснення (і втрати якості). З інтерфейсом USB випускають як камери, так і пристрої захоплення зображення з телевізійного сигналу і TV-тюнери.

✓ Комунікації. З інтерфейсом USB випускають різноманітні модеми, включаючи кабельні і xDSL, адаптери високошвидкісного інфрачервоного зв'язку (IrDA FIR) – шина дозволяє здолати межу швидкості COM-порта (115,2 кбіт/с) не підвищуючи завантаження центрального процесора. Випускаються і мережеві адаптери Ethernet, які підключаються до комп'ютера по USB. Для з'єднання декількох комп'ютерів в локальну мережу випускаються спеціальні пристрої, які виконують комутацію макетів між комп'ютерами. Об'єднання більше двох комп'ютерів ускладнюється і топологічними обмеженнями USB: довжина сегмента кабелю не повинна перевищувати 5 м, а використовувати хабі для збільшення довжини неефективно (кожен хаб дає всього 5 м додаткового віддалення).

✓ Перетворювач інтерфейсів дозволяють через порт USB, який міститься зараз практично на всіх комп'ютерах, підключати пристрої з найрізноманітнішими інтерфейсами: Centronics і IEEE 1284 (LPT-порти), RS-232C (емуляція UART 16550A – основи COM-портів) і інші послідовні інтерфейси (RS-422, RS-485, V.35...), емулятори портів клавіатури і навіть Game-порта, перехідники на шину ATA, ISA, PC Card і будь-які інші, для яких достатньо продуктивності.

4.5 Рекомендації щодо вибору інтерфейсу для засобів оргтехніки

При виборі інтерфейсу для ДП необхідно врахувати такі зауваження. Паралельні інтерфейси для передавання сигналів використовують TTL-рівні, форма сигналів має імпульсний вигляд. Тому ці інтерфейси значною мірою піддаються впливу завад. Лінії паралельного інтерфейсу звичайно виконують витою парою. Довжина інтерфейсного кабелю в цьому випадку повинна бути не меншою 2,5 м, а при використанні екранованого кабелю його довжину можна збільшити до 3 м.

Послідовні інтерфейси більш захищені. Довжина кабелю для інтерфейсу RS-232 рівна 15 м. На практиці можливе використання кабелів довжиною до 30 м. Зважаючи на те, що інформація в цих інтерфейсах передається послідовно біт за бітом, то швидкість передавання даних значно нижча, ніж у паралельних інтерфейсів.

Підключення пристроїв за допомогою паралельних інтерфейсів у користувачів труднощів не викликає. В ПЕОМ і ДП повинні бути однаково встановлені такі параметри як: швидкість передавання, кількість стартових біт, розрядність даних, які передаються, наявність біта перевірки. Ці параметри для ДП задаються за допомогою мікроперемикачів, розміщених у пристрої чи на модулі інтерфейсу. В ПЕОМ вони визначаються, як правило, програмним способом, наприклад за допомогою утіліти MS-DOS MODE. При виборі параметрів інтерфейсу треба враховувати, що збільшення довжини пакета, який передається, зменшує швидкість передавання символів. Таким чином, при швидкості передавання 9600 Бод і мінімальній довжині пакета (1 старт-біт, 7-розрядні дані без біту парності, 1 стоп-біт) швидкість передавання символу становить біля 1066,6 символ/с ($9600/(1+7+1)$), а при максимальній довжині пакета (2 старт-біта, 8-розрядні дані з бітом парності, 2 стоп біти) швидкість приблизно дорівнює 738,5 символ/с ($9600/(2+8+1+2)$).

При виборі швидкості передавання слід враховувати, що чим вища швидкість передавання, тим більш чутлива до завад інформація, що передається. При збільшенні довжини кабелю потрібно зменшувати швидкість передачі.

Для синхронізації даних, що передаються, в кожному пристрої використовується свій тактовий генератор. Тому існує розкид частот генераторів. Для синхронізації цих тактових генераторів використовують старт-біти. Чим більше старт-бітів, тим точніша синхронізація тактових генераторів.

Сучасні ДП використовують 8-розрядну кодову таблицю, але багато присторів мають спеціальні команди керування старшим бітом даних (MSB), які дозволяють передавати по інтерфейсу 7-розрядні дані.

Біт парності, як зазначено раніше, дозволяє контролювати вірогідність передавання інформації та виявити її спотворення.

Контрольні запитання

1. Навести класифікацію інтерфейсів, що використовуються у складі принтерів.
2. Обґрунтувати переваги паралельного інтерфейсу типу Centronics у порівнянні з послідовним інтерфейсом типу RS-232.
3. Чому інтерфейс RS-232 характеризується підвищеною заводостійкістю?
4. Особливості функціонування паралельного інтерфейсу типу Centronics.
5. Чим обмежується довжина кабелю в інтерфейсі Centronics?
6. Навіщо в інтерфейсі RS-232 використовується дев'ятий біт?
Навести приклад.
7. Чому інтерфейс Centronics має низьку заводозахищеність і що належало б зробити, щоб її підвищити?
8. Пояснити, як можна використовувати паралельний інтерфейс типу Centronics в режимі передавання інформації в комп'ютер.
9. Порівняльний аналіз параметрів різних типів послідовних інтерфейсів.
10. Пояснити основні особливості послідовного інтерфейсу типу RS-232.
11. Навести приклади використання послідовних інтерфейсів в друкувальних засобах.
12. Навести часову діаграму роботи послідовного інтерфейсу ИРПС.
13. Чим обмежується максимальна довжина з'єднувального кабелю для послідовного інтерфейсу?
14. Що таке режим квитування?
15. Навести приклади периферійних пристроїв, які можуть отримувати живлення від USB-порта, обґрунтувати ці приклади чисельними даними.
16. Чим відрізняється USB-1.1 від RS-485?

Література [1, 2, 13]

5.1 Класифікація сканерів

Сканер це пристрій введення текстової та графічної інформації в комп'ютер шляхом перетворення її в цифровий вигляд для подальшого використання, обробки, зберігання чи виведення. Scan (англ.) - уважно розглядати, швидко проглядати.

Розрізняють ручні, сторінкові, планшетні та барабанні сканери. Всі вони мають свої переваги та свої недоліки. Одні дуже великої вартості (барабанні), інші хоча й малої вартості, але результат їхньої роботи залишає бажати кращого (ручні), а сторінкові не дають можливості введення в комп'ютер об'ємного зображення.

Планшетні сканери з'явилися в 80-х роках і зразу ж стали об'єктом підвищеної уваги. Але складність використання, відсутність універсального програмного забезпечення, а також висока вартість не давали можливості їм вийти на загальний ринок. З тих пір встиг виділитись цілий напрямок сканерів, призначених в основному для офісного та домашнього використання. Причому завдяки неймовірному зниженню цін популярність сканерів значно зросла.

Сканер незамінний, якщо потрібно ввести в комп'ютер графіку або тексти з паперових носіїв. Сучасні сканери достатньо прості у використанні, але існує ряд характеристик і особливостей, на які потрібно звертати увагу.

5.2 Особливості сканування

Раніше для кольорового сканування потрібно було використовувати трипрохідну технологію. Перший прохід з червоним фільтром для отримання червоної складової, другий - для зеленої та третій - для синьої. Такий метод мав два вагомих недоліки: мала швидкість роботи та проблема об'єднання трьох окремо сканованих зображень в одне, що призводить до несумісності кольорів. Оптимальним вирішенням цієї проблеми стало створення True Color CCD, який дає можливість сприймати всі три складові кольорового зображення за один прохід. True Color CCD на даний момент є стандартом. В наш час трипрохідних сканерів не випускають.

Однопрохідні сканери використовують одну із двох підсистем для отримання інформації про колір зображення: деякі використовують пристрій із зарядовим зв'язком зі спеціальним покриттям, яке фільтрує колір за складовими, інші використовують для розділення кольорів призму.

Щоб розібратися в характеристиках та особливостях сканера, необхідно мати загальну уяву про фізичні принципи роботи сканера.

Лампа підсвічування та система дзеркал закріплені на каретці, яка переміщується за допомогою крокового двигуна (рис. 5.1). Світло від лампи на кожному кроці двигуна відбивається від документа і через систему дзеркал потрапляє на матрицю. Її чутливі елементи визначають інтенсивність відбитого світла шляхом перетворення в електричний сигнал. Ці чутливі елементи називають CCD (Couple-Charged Device). Українською мовою цю назву можна перекласти як ПЗЗ (пристрій із зарядовим зв'язком). Далі аналоговий сигнал, потрапивши в аналого-цифровий перетворювач (АЦП), набуває цифрову форму, в якій і потрапляє в комп'ютер для подальшої обробки. Таким чином, на кожному кроці каретки сканер фіксує одну горизонтальну смужку оригіналу, яка розбивається в свою чергу на деяке число пікселів на лінійці ПЗЗ. Кінцеве зображення схоже на мозаїку, що складена із плиток (пікселів) однакових за розмірами та різних за кольором. Цифрові дані від сканера передаються в комп'ютер за допомогою апаратного інтерфейсу.

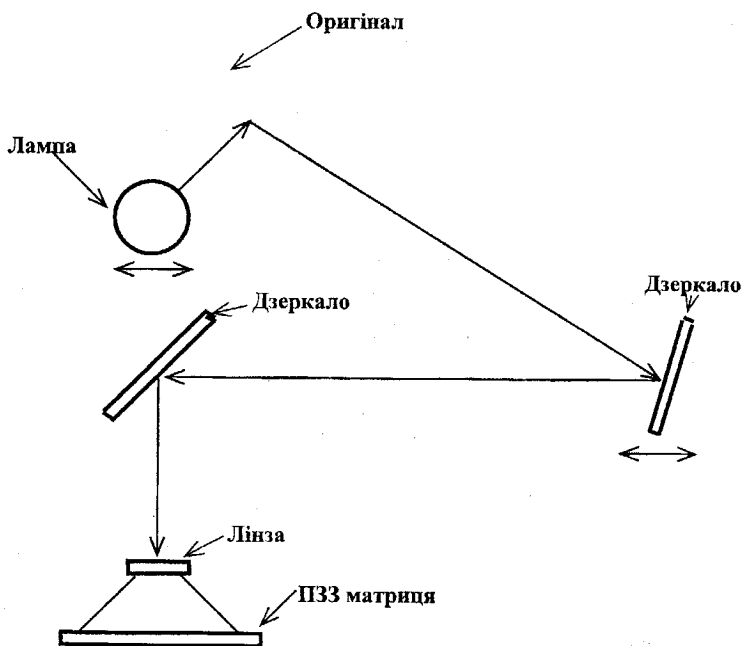


Рисунок 5.1 – Структура, яка демонструє роботу сканера

Найбільш розповсюджений спосіб передачі даних для планшетних сканерів – це SCSI-інтерфейс, який є платформно-незалежним і дозволяє використовувати сканер як на Macintosh, так і на PC. Більшість виробників комплектують сканер урізаним адаптером SCSI, який не дає можливості підмикати інші пристрої.

5.3 Характеристики та параметри сканерів

В останній час все більшою популярністю користуються моделі, для підключення яких не потрібно знімати кришку системного блока і встановлювати плату – достить з'єднати з паралельним портом комп'ютера. Як правило, всі сканери з таким інтерфейсом мають прозорий порт для під'єднання принтера.

Крім того, деякі планшетні сканери мають власну інтерфейсну плату, яка крім функцій передачі даних здійснює електричне живлення сканера від системного блока комп'ютера. Підімкнення такого сканера зводиться до встановлення інтерфейсної плати, під'єднання шнура сканера до зовнішнього роз'єму на платі, встановлення драйверів та програмного забезпечення. Живлення на сканер буде подаватись тільки при запуску програми сканування.

Оптична роздільна здатність - одна з основних характеристик сканера. Вимірюється в точках на дюйм, dpi. Для настільних сканерів характерні такі значення роздільної здатності: 300 × 300, 400 × 400, 300 × 600, 400 × 800, 600 × 600, 600 × 1200 dpi. Чим більша величина роздільної здатності, тим більш детальну інформацію про зображення можна отримати.

Оптична роздільна здатність сканера визначається параметрами ПЗЗ - матрицею по горизонтальній осі. Механізм двигуна сканера визначає кількість кроків каретки на дюйм, а він, в свою чергу, роздільну здатність по вертикальній осі. В зв'язку з цим більшість виробників вказують різні значення по горизонталі та вертикалі, завищуючи реальну роздільну здатність, тому що у сканера з роздільною здатністю 300 × 600 (300 ліній за рахунок обмежень в ПЗЗ і 600 за рахунок обмежень в кроковому двигуні). При заданій роздільності 600 × 600 програмний додаток (інколи це робиться на апаратному рівні) буде штучним чином збільшувати роздільну здатність по лінійці, математично розраховуючи недостаючі точки. Якби він реально сканував з різними значеннями по вертикалі і горизонталі, отримуючи з одного дюйма по одній осі в два рази більше точок, ніж по другій, кінцеве зображення було б розтягнутим в два рази по вертикальній осі. Тому при виборі сканера до уваги потрібно

брати менше значення, яке показує реальну оптичну роздільну здатність пристрою.

Інтерполяційне розділення - штучно збільшена розрізнявальна здатність сканера досягається програмним шляхом в драйвері сканера за допомогою математичних алгоритмів.

Для виведення на екран "один до одного" достатньо задати 72 точки на дюйм або 100 точок на дюйм, тому що всі монітори видають або 72, або 96 точок на дюйм.

При використанні струменевого принтера для виведення кольорових зображень корисна формула:

$$\text{Розділення сканера} = \text{Розділення принтера} / 3$$

При друкуванні в кольорі струменеві принтери використовують 3 точки, щоб утворити одну, яка отримується зі сканера, тобто вистачить 200 – 250 точок на дюйм. Тоді в яких випадках потрібна велика роздільна здатність? Відповідь проста: якщо потрібно збільшувати зображення, яке зняте з оригіналу.

Людське око здатне сприймати біля 17 мільйонів відтінків або 256 градацій сірого (фотографічна якість). Це відповідає 24-бітовому поданню кольора або 8-бітовому для зображення в градаціях сірого.

В сканері електричний сигнал з CCD – матриці перетворюється в цифровий за допомогою АЦП. Розрядність АЦП і якість виконання CCD визначає глибину кольору сканера. Отримуючи по кожній кольоровій складовій 256 градацій (8 біт), в кольорі виходить $8 \times 3 = 24 \text{ bit} = 16,77 \text{ млн.}$ відтінків.

У наш час всі настільні сканери дозволяють отримати 24-бітовий колір. З ним графічні адаптери і монітори ще справляються, але 30- або 36-бітовий колір уже не підтримується. При цьому існують сканери з 30-бітовим і 36-бітовим поданням кольору (10 і 12 біт відповідно на кожен складову).

Реально сканер працює з 24-бітовим кольором, але при великій розрядності АЦП, маючи надлишкову інформацію, можна без втрат якості виконувати корекцію кольору та зображення в ширшому діапазоні. Сканери, що мають більшу глибину кольору, дозволяють зберегти більше відтінків і переходів в темних тонах.

Оптична щільність - це характеристика оригіналу. Обчислюється як десятковий логарифм відношення падаючого світла до відбитого (при скануванні непрозорих оригіналів) або до прохідного (при скануванні слайдів і негативів). Мінімально можливе значення $D=0,0 \text{ Б}$ - ідеально білий оригінал. Максимально можливе значення $D=4,0 \text{ Б}$ - ідеально чорний оригінал. На практиці діапазон оптичних щільностей характеризує можливість сканера охоплювати різні оригінали. Чим більший діапазон,

тим краще. Діапазон оптичних щільностей сканера визначається оптикою пристрою і глибиною кольору.

Реально при скануванні непрозорих оригіналів сканер із значенням $D=2,5$ Б буде добре справлятися із покладеними на нього завданнями. Це головна причина відсутності вказань на цю характеристику у багатьох планшетних сканерах.

5.4 Програмне забезпечення сканерів

Сканер - один з перших пристроїв, в комплекті з яким користувач став отримувати декілька програмних продуктів. Сумарна вартість цих додатків може перевищувати вартість самого сканера.

Перше, що обов'язково йде в комплекті зі сканером, – це його Twain-драйвер. В середовищі DOS всі сканери працювали тільки зі своїми програмними додатками. Поява Windows повинна була б покласти край проблемам, які пов'язані із сумісністю сканерів і різних програмних забезпечень. Але Microsoft не додала сканери до списку пристроїв, що стандартно підтримуються Windows. Провідні виробники сканерів і програмного забезпечення утворили цей стандарт своїми силами, який назвали Twain, що не є абривіатурою, хоча багато хто вважає, що Twain - це Tool Without Any Interesting Name, або “ інструмент без будь-якої цікавої назви ”.

Тепер стандарт Twain підтримується всіма виробниками настільних сканерів та всіма провідними виробниками графічних пакетів та програм, що розпізнають символи. Таким чином, вибравши Twain пристрій, користувач може напряму сканувати зі своєї улюбленої графічної програми, запускаючи із неї Twain- драйвер сканера.

Twain-драйвер - це програма з графічним інтерфейсом, яка виконує функції панелі керування сканером та передає від нього дані в програму, з якою працює оператор. За допомогою Twain-драйвера виконується встановлення параметрів та області сканування, попереднє сканування та перегляд, забезпечується можливість корекції кольорів, післяобробка отриманого зображення. Сьогодні, крім сканерів, Twain підтримується також і цифровими камерами.

За допомогою графічного пакета виконується введення графічних зображень в комп'ютер. Зараз в комплекті із сканерами поставляються продукти таких фірм, як Adobe (Photoshop), Ulead (Image Palsgo, IPhoto Express), Micrografx (Picture Publisher) та деякі інші.

На даний час в Україні найбільш популярним є пакет Adobe Photoshop. На західному ринку зростає популярність продуктів фірми Ulead. Inc., яка в наш час створила декілька цікавих програм для Web-дизайну. Українським користувачам достатньо добре знайомий пакет

IPhoto Plus, простий у користуванні, компактний і який надає оператору всі необхідні можливості початкового редагування зображення. Нова модифікація IPhoto - програма IPhoto-Express має дуже красивий інтерфейс та, натиснувши одну кнопку, створює з відсканованого зображення календар чи Screen Saver. Програма PhotoImpact це потужний інструмент у світі графіки. Графічний пакет російською мовою представлено російською фірмою STOIK Software (графічний пакет Picture Man).

Деякі планшетні пристрої, крім використання для сканування непрозорих оригіналів, можна використовувати для сканування прозорих плівок, слайдів, негативів, рентгенівських знімків і т. і. Для цього використовується слайд-адаптер, який встановлюється замість кришки сканера і при скануванні плівок замінює лампу підсвічування на каретці (вона від'єднується) власним джерелом світла. На систему дзеркал в такому випадку потрапляє не відбите світло, а те, що пройшло через прозорий оригінал.

Для сканування більшого числа стандартних оригіналів (наприклад, бланків, візиток) сканер комплектується автоподавачем паперу. Автоподавач також встановлюється замість кришки і при скануванні за його допомогою, оригінали протягуються механізмом подавання через лампу підсвічування: каретка при цьому не переміщується.

Найпоширенішим графічним форматом є формат PCX (*.PCX), який був розроблений фірмою ZSoft в 1984 році. Графічний формат файлів PCX виник як стандарт графічних зображень. Він підтримується широким діапазоном програм, наприклад, PC Paintbrush, Ventura Publisher і Pagemaker. Цей формат також підтримують всі сканери та факсимільні плати. PCX файли можуть бути чорно-білими, з палітрою в 256 кольорів, з 24-х бітовим поданням кольору (так званий мільйон кольорів: 16,7 млн. кольорів TrueColor), з палітрою в 256 відтінків сірого (Graf Scale), та з палітрою в 16 кольорів і 16 відтінків сірого (16 Color/Graf). Формат PCX читає майже всі графічні редактори та програми перегляду (viewer). Фірмою Genus Microprogramming (США) створено потужний пакет розробника графічних програм PCX. Пакет програміста PCX дозволяє розробникам створювати прикладні програми, які мають засоби показу, збереження, редагування, друкування та маніпуляції зображеннями формату PCX. Зважаючи на те, що пакет підтримує 95% адаптерів дисплеїв і компіляторів, він може бути використаний в різноманітних областях - від показу заголовків, емблем програм (при початковому завантаженні) до створення інтерактивних відео- та демонстраційних програм. Формат PCX використовує компресію (стискання), яка називається груповим кодуванням. При зберіганні зображення воно стискається за допомогою підрахунку байтів, які повторюються.

Формат файлів Bitmaps (BMP)BMP використовується як внутрішній формат зображень в графічній оболонці Windows 3.0 та вище, а також на

машинах з операційним середовищем OS/2. Можливі типи: чорно - білий, 256 кольорів, 24-х бітові кольори, шкала сірого.

Кількість одночасно відображених на екрані відтінків визначається розрядністю подання кольору. Чотири біти задають 16 кольорів, 8 – 256, 24 – 16,7 млн. кольорів. Графічний режим, який підтримує 16,7 млн. кольорів, називається TrueColor. Останній термін підкреслює, що якість кольоропередачі нічим не відрізняється від професійного фотографічного зображення. Звичайно в документації до відеоадаптера вказується кольорова палітра та число кольорів, що одночасно виводиться на екран і визначається кількістю бітів на один колір. Дозвіл на кількість кольорів в режимі високої роздільності відповідає відеопам'яті на платі відеоадаптера комп'ютера. Наприклад, підтримка режиму 320×200 пікселів на 256 кольорів потребує 256 кілобайт відеопам'яті, $640 \times 480 \times 256$ і $800 \times 500 \times 256$ – 512 кбайт, $1024 \times 758 \times 256$ – 1 мегабайт.

Якщо програмне забезпечення для 256-ти кольорових режимів вельми доступне, то з TrueColor справи більш складні. Програм, що підтримують 16,7 млн. кольорів, дуже мало. Файл з таким зображенням розміром 640×480 займає десь біля 1-го мегабайта дискового простору, велика 24-х бітова картинка займе декілька десятків мегабайт.

З появою графічних співпроцесорів та акселераторів використання цього формату все більш поширюється.

5.5 Нові технології сканування

Як відомо роздільна здатність сканованого зображення прямо пропорційна об'єму файлу, а файл великого об'єму зможе опрацювати не кожен комп'ютер. Потрібно знайти компромісне рішення. Одне з правил сканування таке: щоб досягти найбільшої чіткості, необхідно сканувати з роздільною здатністю, яка кратна роздільній здатності сканера. Наприклад, якщо сканер має оптичну роздільну здатність 600 dpi (600×1200 dpi), слід обирати роздільну здатність 75, 150, 300, 600 або 1200 dpi. Тобто у цьому випадку ділення буде без остачі, тому якість обробки буде вища. Для кожної задачі слід застосовувати відповідну роздільну здатність (табл. 5.1).

Якщо зображення призначене для друку топографічним способом, його роздільна здатність повинна в півтора рази перевищувати щільність растра пластини – при використанні стандартної АМ-технології растрування. При використанні ЧМ-технології (стохастичного) растрування лінеатура множить на 1,2. Це відноситься до струменевих принтерів. В залежності від ситуації можна використовувати таку роздільну здатність чи максимальну роздільну здатність сканера. В подальшому цю величину можна буде змінити.

Встановивши роздільну здатність слід перейти до попереднього перегляду і вибору режиму сканування.

Таблиця 5.1 – Вибір роздільної здатності під конкретну задачу

Задача	Роздільна здатність, dpi
Розпізнавання тексту	75 – 300
Виготовлення бланків, візиток, фотографій, журналів, для виведення на екран і на принтер	300 – 600
Теж, але при збільшенні зображення	600 – 1200
Web-дизайн	75 – 300
Сканування якісних оригіналів для поліграфії	600 – 2000
Сканування слайдів і негативних фотоплівок	1200 і вище

Необхідно правильно виставити матеріал для сканування на планшеті. Зазвичай фотографію розміщують на край сканера для вирівнювання за його лініями. Але насправді лампа сканера нерівномірно освітлює оригінал, тобто на краях планшета освітлення слабше. Відповідно, інформація, яка захоплюється біля бічних лінійок сканера спотворюється. Отже, слід покласти фотографію на середину скла сканера і перевірити чи рівномірне сканування. Якщо ні, то обробити отримане зображення у будь-якому редакторі зображень, наприклад у Photoshop.

Майже всі сучасні сканери дають можливість попередньої корекції кольору. Однак в низькоякісних моделях «планшетників» функції настроювання кольору спрацьовують досить грубо. Можна рекомендувати скористатися програмою, яка надається в комплекті зі сканером Scitex Smart. Принцип її дії такий. Вибраний фрагмент ще раз попередньо сканується з більш високою роздільною здатністю і правильним передаванням кольору. Потім фрагмент коригується, і з урахуванням нових параметрів корекції кольору вставляється в файл. Такий метод дає найкращі результати.

Його можна імітувати, застосовуючи програму зв'язку настільного сканера, яка дозволяє завантажувати файли настройки корекції кольору з Photoshop. Зображення з низькою роздільною здатністю сканується в Photoshop, настроюється його кольоровий та тоновий баланс, параметри настройки зберігаються в файлах і застосовуються в програмі сканування при захопленні зображення. Для економії часу і дискового простору слід

обирати лише ту частину зображення, яку необхідно отримати у цифровому вигляді.

Для кожного конкретного випадку необхідно обирати оптимальний режим сканування. Режим обирають так, щоб, з однієї сторони, поставлена задача могла б бути виконана, з іншої – виконана з мінімальними затратами часу і ресурсів комп'ютера.

Обрати сірий режим або кольоровий – залежить від поставленої задачі. Наприклад, якщо необхідно друкувати скановану кольорову фотографію на звичайному лазерному принтері, немає необхідності сканувати її в кольорі. Достатньо буде режиму Gray. Бажає робити хоча б одну копію кожного зображення. Повнокольорові зображення з низькою роздільною здатністю призначені для перегляду на екрані, а високоякісні повнокольорові зображення можна друкувати на кольоровому принтері. Для чорно-білих зображень без відтінків сірого слід використовувати режим lineart, для зображень з відтінками сірого – режим grayscale (256 градаций сірого), для кольорових фотографій і рисунків необхідно використовувати режим RGB color. Обравши режим, слід настроїти яскравість і контрастність.

Контрастність це – різниця в значеннях яскравості між світлими тонами зображення, середніми тонами і тінями. А яскравість це – кількість світла, яке відбивається від зображення або проходить крізь нього.

Деякі сканери затемнюють зображення, що призводить до втрати контрастності. Зображення, отримане при захопленні нерухомого кадру, затемнюється при завантаженні в програму його обробки. Для настройки яскравості і контрастності можна використати опції меню Image → Adjust → Brightness/Contrast (зображення → корекція → яскравість/контрастність). Після виклику відповідного діалогового вікна встановлюється прапорець попереднього перегляду (Preview) і за допомогою повзунків Brightness і Contrast виконується настройка зображення. Це дозволяє отримати зображення достатньої якості. Якщо сканер поставляється з відповідним програмним забезпеченням, яскравість і контрастність краще настроювати, застосовуючи гаму кривих настройки (gamma curve settings).

Перед тим як виконувати кольоротонову корекцію, зображення слід обмежити інструментом Crop (клавіша C), потім за допомогою меню Image → Adjust → Levels викликається вікно, яке містить гістограму даного зображення. Гістограма являє собою графік розподілення яскравості пікселів. Якщо максимум кривої знаходиться ближче до лівого краю – це гістограма темного зображення, якщо ближче до правого краю – світлого.

Чорний і білий трикутника на краях позначають чорну і білу точки – найтемнішу і найсвітлішу ділянки зображення. При їх наближенні одна до одної контрастність зображення збільшується, але тіні відходять до області

чорного кольору, а світлі частини – до області білого. Тому зображення необхідно обрізати до корекції кольору, адже «підкладка» в сканерів (кришка з іншого боку) білого або чорного кольору, так що крайні точки зміщуються.

На гістограмі є точка і для середнього тону. Якщо необхідно плавно затемнити або освітлити зображення, необхідно перемістити цю точку в ту чи іншу сторону.

Проміжки в гістограмі свідчать про відсутність інформації про дану ділянку. Коли вони знаходяться на краях графіка, можна зближувати чорну і білу точки, пропускаючи пусті ділянки. Контраст при цьому підсилиться, світлотіні стануть глибші і виразніші, а зображення не спотвориться. В оптимальному випадку – якщо об'єкт сканування «лежить рівно», повністю охоплене необхідне зображення і обрізуватись не буде – можна перед скануванням визначити точки чорного і білого в сервісній програмі підтримки сканера. В загальному гістограма отриманої картинки не повинна мати велику кількість максимумів.

Якщо ж гістограма сканованого зображення має багато максимумів, є метод доповнити її інформацією, якої бракує. Для цього отримане при скануванні зображення копіюють п'ять раз на шари. Задається значення непрозорості (Opacity) для кожного наступного шару в два рази менше ніж для попереднього. В результаті отримуємо ряд значень прозорості шарів:

- | | |
|---------------------|-----------------|
| - Background | непрозорий шар; |
| - Background copy | 50%; |
| - Background copy 2 | 25%; |
| - Background copy 3 | 12%; |
| - Background copy 4 | 6%; |
| - Background copy 5 | 3%. |

Необхідно змістити Background copy на один піксель в сторону, Background copy 2 – в іншу сторону, Background copy 3 – на піксель вгору, Background copy 4 на піксель вниз і останній шар знову в бік. Потім суміщають всі шари. Описаний метод дозволяє імітувати недостатність інформації кольору. Ще один метод вирішення цієї задачі – встановлення крайніх значень світла й тіні.

Встановлення значень абсолютно білого (white point) і абсолютно чорного (black point) можна виконувати в програмі Photoshop автоматично чи вручну. Автоматично такі параметри можуть бути задані за замовчуванням. При цьому найсвітлішим ділянкам присвоюється яскравість білої точки, найтемнішим – чорної точки, а інші значення яскравості пікселів перерозподіляються між новими крайніми значеннями шкали яскравості. Виконують це таким чином за допомогою опцій меню Image → Adjust → Levels → Auto. Зміни в зображенні відобразяться на гістограмі. Щоб уникнути помилкового використання одиничних випадкових величин, через що значення окремих пікселів можуть бути

поза допустимими межами, використовують настройку «допуску ігнорування». Доступ до цих параметрів настройки отримують, натиснувши одночасно на клавішу Alt і клацнувши на кнопку Auto. При цьому кнопка Auto перетворюється в Options.

Крім того, параметри чорної і білої точок можна встановити вручну в діалогових вікнах Curves і Levels – за допомогою відповідних кнопок.

Після налаштування тонового балансу всього зображення переходять до регулювання червоної, синьої і зеленої складових окремо одна від одної. Аналіз проблемних ділянок зображення виконується за допомогою програми Photoshop – інструментом Gray eyedropper. Якщо навести цей інструмент на об'єкт в палітрі Info, будуть відображені значення компонентів кольорових режимів.

Встановити «викиди» кольору в зображенні можна в діалогових вікнах Curves і Levels. Для цього потрібно клацнути по кнопці Gray eyedropper і навести курсор інструмента на ділянку нейтрального сірого тону або рівного сірого кольору. Після виконання небажане кольорове підсвічування повинно зникнути або зменшитись. Photoshop автоматично змінить значення кольорового тону і насиченості відповідно до встановленого значення середньої точки. Якщо необхідно точно встановити значення нейтрального сірого тону, двічі натисніть кнопку Gray eyedropper. У відкритому після цієї дії вікні можна ввести точне значення.

Деякі сканери (наприклад Agfa Fotolook) місять програму для видалення «викидів» кольору, тобто кольорового діапазону в бік червоного, зеленого або синього. Якщо в зображенні якийсь з кольорів виражений надмірно, цього можна позбавитись, обравши параметр Color зі списку Preferences. У відкритому діалоговому вікні за допомогою повзунків можна відрегулювати співвідношення цих кольорів в зображенні.

За допомогою опцій меню Image → Adjust → Selective color можна змінювати окремі кольори. У відкритому діалоговому вікні потрібно встановити прапорець Preview, що дозволить спостерігати за змінами кольору. В розкритому спискові Color обирається колір, який потрібно змінити. При настройці того чи іншого кольору перемикачем Method можна встановити абсолютну або відносну шкалу.

Отже, якщо необхідно, за допомогою програм графічного пакета виконується додаткова настройка точок абсолютно білого і чорного. Потім при потребі змінюється роздільна здатність. Якщо скануються оригінали, віддруковані в типографії з використанням стандартної технології растрування (технологія АМ), то друкарський растр, який міститься в зображенні може викликати проблеми при подальшій обробці. Особливо помітним це може бути при повторному раструванні: через накладання нової і залишкової растрових структур (інтерференції) на зображенні майже завжди з'являється муар.

Більшість інтерфейсів сканерів містять вмонтовані фільтри приглушення растра (descreen), однак використовувати їх слід обережно: неправильно підбравши роздільну здатність і параметри дерастрування, можна погіршити чіткість зображення, приглушивши його разом з друкарським растром (рис. 5.2).

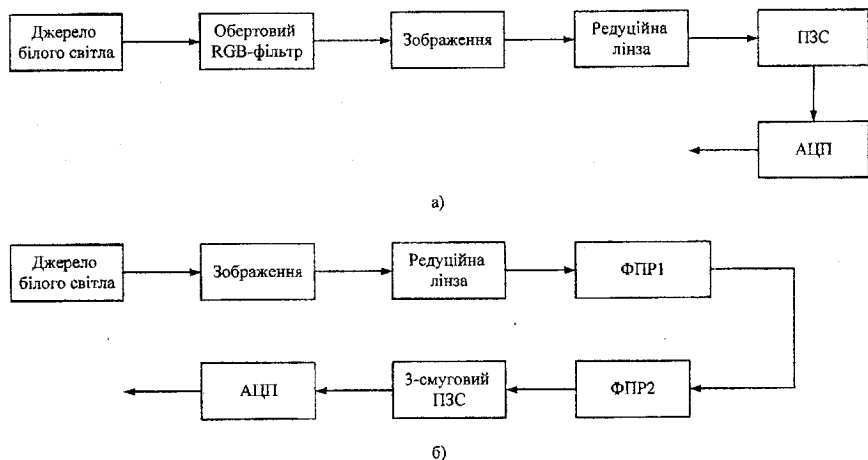


Рисунок 5.2 – Структура кольорового сканера

Спочатку слід визначити, яка частота точок растра зображення (лініатура), щоб правильно вказати її в параметрах фільтра. Інтерфейсом сканера, як правило, пропонуються варіанти найпоширеніших параметрів налаштування, які в більшості випадків дозволяють видалити друкарський растр з мінімальними втратами якості.

Якщо в драйвері сканера фільтра дескринування нема, слід зробити роздільну здатність сканування дещо більшою лініатури оригіналу. Потім додається монохроматичний шум в ділянку періодичної структури. Зображення «розмивається» фільтром Gaussian Blur (розмивання за Гаусом) або Radial Blur. Відновлюється різкість зображення після розмивання. На ділянках однорідного кольору (букви, логотипи і ін.) растр легко видаляється за допомогою заливки ділянки основним кольором. Нормальні результати дає вбудований в драйвер сканера фільтр Descreen.

Оцифрування зображення при скануванні дещо втрачається різкість, а при знятті растра вона ще погіршується.

Чіткість зображення підвищують декількома методами, наприклад за допомогою фільтра накладання нерізкої маски Unsharp Masking. При цьому слід налаштувати такі параметри.

- Amount (величина) задає контрастність. За її допомогою виконується двократне збільшення різкості якісних зображень і майже трикратне – нечітких.

- Radius (радіус) дозволяє задавати діапазон (в пікселях), в якому буде підсилюватись контраст примежевих ділянок. Ця величина пов'язана з роздільною здатністю. Щоб отримати оптимальне значення, роздільну здатність ділять на 200, однак не слід перевищувати значення 1.0, а для зображень малих форматів задавати радіус більше 0,5.

- Threshold (поріг) вказує наскільки повинні відрізнятися значення суміжних тонів, щоб до них можна було застосувати Unsharp Mask: його значення встановлюють від 2 до 6 (від 4 до 6 – для портретів і крупних планів).

Покращити якість зображення можна так. Конвертувати зображення в LAB, підсилити контрастність і деталізацію в каналі Luminance (яскравість), застосувавши для цього нерізде маскування, а потім конвертувати зображення назад в його кольорову модель. Так можна отримати якісні результати.

Чіткість може погіршуватись через порушення структури кольору в зображенні. В цьому випадку потрібно попрацювати над чистотою кольорів, підсилити контраст, покращивши таким чином сприйняття чіткості зображення. Сприйняття чіткості можна також покращити, додавши монохромний шум до окремих ділянок зображення, але не забагато, щоб воно не стало зернистим. При поліграфічному відтворенні зображення дещо пом'якшується, робиться не таким чітким. Для отримання результату потрібної якості при додрукарській обробці різкість потрібно зробити більшою її оптимального значення.

Якість опрацювання тіней і яскравих ділянок прямо залежить від класу сканера і його оптичної щільності, однак навіть на сканері початкового класу можна отримати зображення дуже високої якості. Слід лише правильно оцінити оригінал і підібрати параметри сканування.

Щоб не втратити деталі в тінювих ділянках, потрібно встановити значення точки чорного (найменшу яскравість – shadow) ненабагато вище нуля, а щоб як слід відтворити відблиски і дуже яскраві деталі, значення точки білого (найбільшу яскравість – highlight) встановити менше 255. Потім слід відкорегувати середні тони (параметр Gamma).

Щоб зображення було як можна виразніше, рекомендуються такі значення яскравості (табл. 5.2).

Таблиця 5.2 – Оптимальні значення яскравості

Характеристика оригіналу	Значення яскравості
Контрастний	1,2 – 1,3
Збалансований	1,4 – 1,6
Темний або малоконтрастний	1,6 – 1,9

В більшості випадків функція автопідбору яскравості в програмі сканування визначає оптимальні значення краще за людське око. Але як завжди потрібно слідкувати, щоб у виділену для сканування область не потрапили зайві деталі.

Для зберігання в архіві наступного виправлення краще використовувати формат TIFF. Крім того можна зберігати зображення меншого об'єму в стисненому форматі JPEG – для його розповсюдження.

5.6 Світлодіодні сканери

Світлодіодна технологія LIDE, яка застосовується в сканерах, має ряд переваг над класичною. Аббревіатура LIDE розшифровується як LED InDirect Exposure (непряме світлодіодне експонування).

Ключовим елементом системи на основі LIDE є контактний датчик зображення (CIS – Contact Image Sensor). LIDE сканери компактні, в них більш низький рівень шуму і мале енергоспоживання. (2,5 Вт). До того ж вони допускають вертикальне встановлення за допомогою спеціальної підставки.

Якщо порівняти традиційну конструкцію сканерів, які мають ПЗС і Canon LIDE (рис. 5.3), то в останній менша кількість оптичних елементів у вигляді дзеркал, які впливають на якість зображення, спрощена механіка привода скануючого вузла.

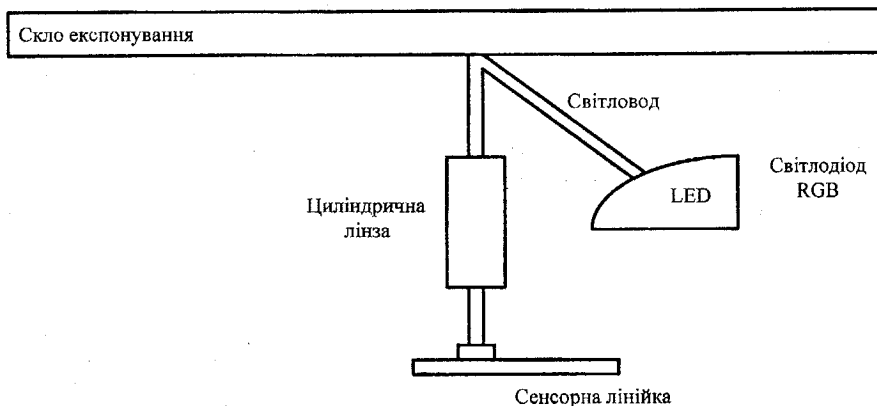


Рисунок 5.3 – Структура LIDE-сканера

Як джерело світла застосовуються потужні триколірові (Red, Green, Blue) світлодіоди, які забезпечують покращену світлопередачу

і мале енергоспоживання у порівнянні зі ксеноновими або флуоресцентними лампами. Спеціальний світловід розроблений Canon, збирає промені від світлодіодів в однорідний пучок, забезпечуючи рівномірне експонування сканованого оригіналу по всій ширині.

Canon розробив кілька технологій автоматичного ретушування і покращення зображень. Першою була запропонована FARE (Film Automatic Retouching and Enhancement), яка призначена для сканування плівок. В сканері N670U вперше була реалізована технологія QARE (Quality Automatic Retouching and Enhancement). Обидві технології призначені для автоматичного виправлення дефектів сканованих оригіналів.

Найбільше проблем з обробкою зображення викликають такі дефекти оригіналу, як подряпини і порошинки, особливо якщо зображення в подальшому має бути збільшено. Багато популярних графічних редакторів і прикладних програмних засобів сканерів містять схожі функції автоматичного ретушування зображення. Вони аналізують оцифровані зображення і у випадку виявлення різких змін даних про колір між сусідніми точками (пікселами) замінюють колір цих ділянок на колір навколишніх точок. Відповідно такі програми можуть помиляться, наприклад, білі точки на фотографії зоряного неба будуть розцінені як пил і зафарбовані.

На відміну від них, FARE не є черговим різновидом лише програмних технологій. При її використанні зображення спочатку сканується у видимому світлі, а потім повторно – в інфрачервоному діапазоні. При другому скануванні пристрій зчитування визначає лише дефекти на плівці (зображення майже прозоре для ІЧ-променів).

Потім програмне забезпечення віднімає результати другого сканування від першого і, беручи за основу дані про колір сусідніх пікселів, зафарбовує сліди лише від дійсно існуючих подряпин і пилу.

QARE теж автоматично усуває подряпини і пил, навіть на непрозорих оригіналах.

Додатково в драйверах нової моделі сканера реалізована технологія автоматичного покращення кольоропередачі і рівня гами незалежно від того, що сканується: плівка, фотографія чи текст.

5.7 Характеристики та параметри сучасних сканерів

У сучасних сканерах використовують одну з двох конкуруючих технологій сканування LIDE або CCD. Більшість відмінностей в технологіях LIDE і CCD визначаються джерелом світла і оптичною системою, які використовуються. В таблиці 5.3 наведено порівняння технологій за певними параметрами.

Таблиця 5.3 – Порівняльна таблиця основних технологій сканування

Технологія LIDE	Технологія CCD
Джерело світла – світлодіодна лінійка (LIDE), оптична система відсутня	Джерело світла – флуоресцентна лампа, оптична система складається з лінз і дзеркал
<i>Геометрична точність сканування</i>	
Досить висока, оскільки відбите від оригіналу світло відразу надходить на датчик, який знаходиться одразу під склом експонування	Обмежена, оскільки відбите світло проходить через лінзи, де спотворюється (сферичні аберації)
<i>Чутливість до зовнішніх впливів «ефект склеювання»</i>	
Не чутливий, «ефект склеювання» відсутній – сканер калібрується на заводі, а додаткове калібрування необхідне лише при заміні однієї з LIDE лінійок	«Ефект склеювання» регулярно з'являється внаслідок чутливості оптичної системи до механічних дій і перепадів температур. Сканер потребує періодичного калібрування
<i>Строк служби джерела світла</i>	
Лінійка LIDE вмикається лише під час сканування, тому має високий ресурс близько 50000 годин	Флуоресцентна лампа повинна горіти і в режимі очікування, щоб не втрачати робочих характеристик, тому її ресурс невисокий – приблизно 8000 годин
<i>Час виходу в режим готовності</i>	
Лінійка LIDE не потребує багато часу виходу на режим, тому сканер готовий до роботи майже одразу після ввімкнення	Флуоресцентна лампа вимагає трохи часу виходу на режим для досягнення робочих характеристик. Цей час складає біля однієї години. Можна починати сканувати і раніше, але виникають спотворення кольорів
Глибина різкості – це відстань між найближчою і найдалішою точками, які ще видаються різкими. З оптики відомо, що глибина різкості залежить від багатьох параметрів, також і від відстані до об'єкта. Чим більша відстань до об'єкта, тим більша глибина різкості	
Невелика (декілька міліметрів), оскільки датчики близько знаходяться до оригіналу	Велика, оскільки відбите світло проходить близько метра від об'єкта до датчиків
<i>Габарити та маса сканера</i>	
Невеликі за рахунок відсутності оптичної системи	Збільшені – оптична система потребує місця для розміщення в корпусі сканера

У таблиці 5.4 наведені основні параметри сучасних сканерів.

Таблиця 5.4 – Основні параметри сучасних сканерів

	CanoScan LIDE 25	CanoScan LIDE 90	Perfection V10	HR-Slim2400TA	Scanjet G2710
Джерело світла	RGB світлодіоди	RGB світлодіоди	Ф. Л.	Ф. Л.	Ф. Л.
Тип перетворювача	CIS	CIS	CCD-матриця (6 лінійок мікролінза)	CCD-матриця	CCD-матриця
Оптична роздільна здатність, dpi	1200	2400	3200	2400	2400
Механічна роздільна здатність, dpi	2400	4800	9600	4800	4800
Інтерпольована роздільна здатність, dpi	19200	19200	12800	65535	-
Глибина світла, біт	48/24	48/48	48/48	48/24	48/24
Джерело живлення	через USB-порт	через USB-порт	зовнішній блок	зовнішній блок	зовнішній блок
Слайд-адаптер (TPU)	-	-	-	зовнішній модуль	вбудований в кришку
Пристрій автоматичної подачі (ADF)	-	-	-	-	-
Інтерфейс	USB 1.1	USB 2.0	USB 2.0	USB2.0	USB 2.0
Габаритні розміри (Ш×Д×В), мм	256×383×34	250×364×40	280×430×41	294×483×60	287×450×65
Вага, кг	1,5	1,6	2,2	2,6	3,1

Контрольні запитання

1. Які існують графічні формати ?
2. Який найпоширеніший формат ? Які він має характеристики ?
3. Який формат файлів графіки використовує Windows ?
4. Який формат використовує максимальну компресію зображення ?

5. Які типи зображень розпізнає сканер ?
6. В якому випадку використовується півтонове зображення?
7. Скільки видів півтонів використовує DeskSkan ?
8. Скільки кольорів можна задати через 24-х бітове подання кольору?
9. Чи можливо продивитись таке зображення на Super VGA моніторі 1260×1024 пікселів чи 800×600 пікселів?
10. Для якої мети існують кнопки Preview, Zoom та Final?
11. Чи можна змінити насиченість в чорно-білому зображенні 256-ти градацій сірого ?
12. В яких межах можливі встановлення світлих та темних областей зображення ?
13. В якій залежності знаходяться ці установки між собою ?
14. Для чого використовується операція Emphasis (підкреслення)?
15. Як впливає перерозподіл кольорів для зображення 256-ти градацій сірого?
16. Чи зберігаються зміни в зображенні, що виконані опціями Color Adjustment та Emphasis після їх закриття ?
17. В якій залежності знаходяться роздільна здатність та масштаб зображення ?
18. Пояснити як працює ПЗЗ.
19. Чим в конструкції сканера визначається роздільна здатність по осях X та Y?
20. Як на характеристики сканера впливає розрядність та максимальна частота дискретизації аналого-цифрового перетворювача ?
21. Порівняльний аналіз характеристик сторінкового, ручного та планшетного сканерів.
22. В чому полягають особливості технічного обслуговування сканерів кольорового зображення?
23. Навести алгоритм техніко-економічно вибору типу сканера для наукових, інженерно-технічних та управлінських робіт.
24. У сканері використовується АЦП з 128 рівнями квантування та частотою дискретизації 0,1 МГц. Обґрунтувати чисельно типи інтерфейсів, які здатні передавати інформацію від такого сканера в комп'ютер у реальному масштабі часу.
25. У сканері з роздільною здатністю 1000×1000 точок/дюйм використовується 12-розрядний АЦП. Розрахувати обсяг буферної пам'яті, яка необхідна для збереження зображення зі сканера формату А4.
26. Які чинники впливають на строк служби сканерів?
27. Чим відрізняється світлодіодний сканер від CCD-сканера?
28. Які перспективи розвитку пристроїв сканування зображень?
29. Навести основні параметри сучасних сканерів.

Література [1, 2, 12]

6 БЕЗШНУРОВІ ТЕЛЕФОНИ

6.1 Особливості безшнурового телефону

Термін «безшнуровий телефон» закріпився за апаратами, що здійснюють зв'язок між абонентами радіоканалами та телефонними лініями зв'язку через АТС. Безшнурові телефони (БШТ) утворюють клас малопотужних приймально-передавальних пристроїв, основним призначенням яких на першому етапі була заміна шнура телефону безпровідною радіолінією для забезпечення мобільності абонента. Таким БШТ можна користуватися на досить значній відстані від телефонної розетки, не використовуючи довгий провід.

Іноді ці пристрої називають радіоподовжувачами телефонної лінії. При цьому, базовий блок і БШТ є радіостанціями, що працюють у режимі «повного дуплекса», коли можна вести розмову як звичайним телефоном, не натискаючи кнопки «приймання-передавання».

Спочатку БШТ були орієнтовані на резидентне використання, тобто в умовах квартир і офісів. Пізніше вони стали розвиватися як системи загального використання, що забезпечують підтримку будь-яких послуг зв'язку. Подальший розвиток цього виду зв'язку значно розширює області застосування БШТ. Принцип роботи мереж малопотужних радіотелефонів з урахуванням мікrostільникової концепції побудови аналогічний функціонуванню засобів мобільного зв'язку. Тенденція інтеграції мереж безшнурових індивідуальних телефонів зі стільниковими мережами рухомого зв'язку і пейджинговими системами ставить ці апарати на одне з провідних місць у сфері надання дешевих послуг електрозв'язку.

У найпростішому варіанті безшнуровий телефонний апарат це пристрій, що складається з носимої мікротелефонної трубки (НМТ) і стаціонарного блока (СБ), під'єданого до абонентської лінії телефонної мережі загального користування. Зв'язок між цими блоками здійснюється радіоканалом з використанням амплітудної (АМ) або частотної (ЧМ) модуляції. Таким чином, безшнуровий телефон — це об'єднані в одному пристрої радіостанція й електронний телефон.

В СБ встановлено всі функціональні вузли, що здійснюють взаємодію з телефонною лінією, а також система керування та УКХ-радіостанція. Схема керування має такі пристрої, як детектор виклику, дзвінок, реле захоплення лінії, повну DTMF-клавіатуру або тільки тональний генератор. Джерелом живлення для СБ служить звичайна електрична мережа. До складу СБ входить також зарядний пристрій для акумуляторів, приймально-передавальний блок, DTMF-клавіатура, мікрофон і телефонний капсуль. В СБ і в НМТ встановлено окремі незалежні керувальні мікропроцесори.

Для того, щоб безшнуровий телефон міг працювати в дуплексному режимі, приймання та передавання ведуться так, що сигнали від стаціонарного блока до НМТ передаються на одній частоті, а від НМТ до СБ – на іншій. Дві несучі частоти повинні бути підібрані так, щоб гарантувати при дуплексній роботі відсутність взаємних перешкод між переданим і прийнятим сигналами.

В старих моделях безшнурових телефонів використовується єдина пара частот. У більшості випадків ці системи працюють цілком надійно, але в деяких ситуаціях в них виникають завади від потужних радіо- і телепередавачів або розташованих поблизу інших телефонів. В сучасних апаратах можна вибирати частоти своїх передавачів, які вільні від зовнішніх завад. Великий набір частот не є панацеєю, але в більшості випадків все ж дозволяє підібрати канал зв'язку, достатньо захищений від місцевих перешкод.

В даний час використовуються безшнурові телефони чотирьох основних частотних діапазонів для радіозв'язку між СБ і НМТ: 31/40, 46/49, 250/380 і 900 МГц. Офіційно Держкомітетом зв'язку України дозволено до використання тільки 31/40 і 900 МГц. Діапазони 46/49 і 250/380 МГц не дозволені до застосування, оскільки у випадку частотного діапазону 46/49 МГц відбувається часткове перетинання з першим каналом телебачення, а радіотелефони, що працюють на частотах 250/380 МГц, створюють завади діапазонам, що використовуються в службових цілях.

Спрощена структурна схема стаціонарного блока показана на рис. 6.1. У СБ входить чотири групи функціональних вузлів: приймач, передавач, інтерфейс телефонної лінії (розмовна схема) і схема керування (МП). Джерело живлення СБ і зарядний пристрій утворюють окремий функціональний вузол.

Сигнали, передані НМТ, приймаються антеною і надходять на підсилювач радіочастоти (підсилювач РЧ), у якому відбувається попереднє посилення. Радіосигнали містять: несучу (синусоїдальний сигнал із певною частотою), спектральні компоненти мовного сигналу (у діапазоні ± 4 кГц від несучої), і сигнали керування, що координують спільну роботу СБ і НМТ.

У звичайному телефоні при розмові замкнено важільний перемикач. В безшнуровому телефоні при натисканні кнопки «Розмова» в НМТ, на стаціонарний блок посиляється відповідний керувальний сигнал. При цьому мікропроцесор СБ виробляє команду вмикання реле захоплення лінії, контакти якого в даному випадку еквівалентні важільному перемикачу. Після вмикання реле захоплення СБ починає передавати на НМТ сигнал готовності від місцевої телефонної станції.

Щоб виділити розмову та сигнали керування з прийнятого радіочастотного (РЧ) сигналу, його необхідно відповідним чином перетворити. РЧ-сигнал надходить на один із входів змішувача, де він

множитья зі сигналом гетеродина. У вихідному сигналі змішувача є множина комбінаційних (сумарних і різницевих) частот вхідних сигналів (РЧ і гетеродина) та їх гармонік. Корисний сигнал (з частотою, рівною різниці між частотами РЧ-сигналу і гетеродина) називається сигналом проміжної частоти (ПЧ). Значення ПЧ залежить як від частоти РЧ-сигналу, так і гетеродина, а їх звичайно вибирають з урахуванням багатьох чинників: заводозахищеності, простоти фільтрації, стабільності.

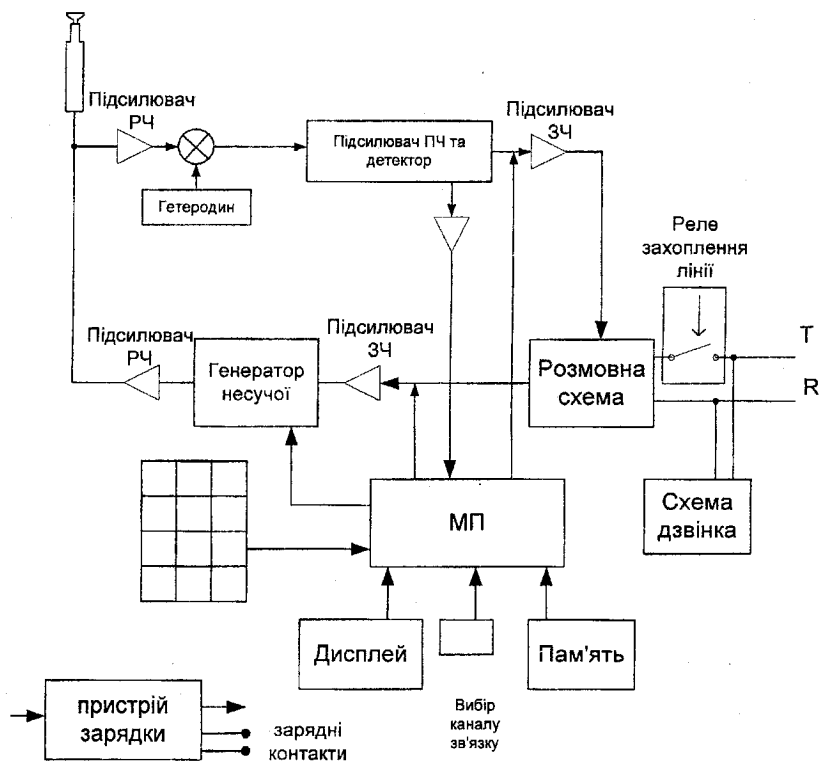


Рисунок 6.1 - Структура стаціонарного блока

ПЧ-сигнал підсилюється та детектується. Детектування може бути як частотним, так і амплітудним — в залежності від виду модуляції. Через формувач логічних сигналів керувальні імпульси надходять у схему керування мікропроцесором, а мовні сигнали проходять через підсилювач звукової частоти (підсилювач ЗЧ) і подаються на ІС розмовної схеми для передавання їх у телефонну лінію.

Передавання стаціонарним блоком сигналів мови та керування відбувається дещо простіше. Мовні сигнали з телефонної лінії, що пройшли через ІС розмовної схеми, надходять до підсилювача ЗЧ. Підсилений мовний сигнал (разом з керувальними сигналами) надходить до входу генератора несучої частоти, де й здійснюється модуляція радіосигналу.

Схема керування координує роботу усіх вузлів безшнурового телефону. У СБ мікропроцесор синхронізує процеси приймання та передавання, формує керувальні сигнали, передані на НМТ, опрацьовує команди, що надходять з нього, детектує сигнали виклику, виробляє необхідні імпульсні або тональні сигнали та взаємодіє з телефонною лінією через відповідний інтерфейс. Разом із МП можуть використовуватись одна або декілька ІС пам'яті для збереження постійних програмних інструкцій та даних.

Телефонний інтерфейс (розмовна схема) зв'язує СБ з телефонною лінією. При надходженні відповідної команди з НМТ включається реле захоплення лінії і воно своїми контактами підключає телефонну лінію до розмовної схеми. Лінією починає протікати струм, який станція сприймає як зняття трубки в звичайному телефоні. На СБ від телефонної станції надходить сигнал готовності, що передається радіоканалом в НМТ. Після цього з НМТ можна починати набір номера.

Структурна схема НМТ (рис. 6.2), містить ті ж основні групи функціональних вузлів, що і структурна схема стаціонарного блока. У більшості НМТ встановлюється клавіатура, що підключається безпосередньо до мікропроцесора. При наборі номера МП виробляє керувальні сигнали, що надходять у телефонну лінію. Найпростіша зарядна схема на базі захисного діода використовується для підзаряджання акумуляторів НМТ, коли він лежить у гнізді СБ.

Сигнал, прийнятий антеною НМТ, подається на підсилювач РЧ, що посилює слабкий радіосигнал, переданий стаціонарним блоком. Переданий стаціонарним блоком РЧ-сигнал містить ті ж складові, що і «зворотний» сигнал НМТ, і його перетворення в НМТ відбувається аналогічно як і в СБ. Єдина відмінність полягає в тому, що виділений із РЧ мовний сигнал надходить не до розмовної схеми, а на телефонний капсуль або невеличкий гучномовець.

Передавання сигналу здійснюється НМТ тим же способом, що використаний у СБ, тільки як джерело сигналу виступає електретний або електродинамічний мікрофон. Функції схеми керування НМТ також подібні функціям аналогічного вузла СБ. Існують, правда, деякі відмінності. Наприклад, коли СБ виявляє сигнал виклику та передає відповідну команду на НМТ, її МП виробляє звуковий сигнал, щоб попередити про виклик. У НМТ більшості безшнурових телефонів встановлюється клавіатура з повним набором цифр і керувальних кнопок.

В схему керування, як і в СБ, звичайно включаються ІС пам'яті для збереження програмних інструкцій і даних.

Приймання та передавання інформації здійснюється на різних частотах, а на вході підсилювача РЧ-приймача встановлюється вузькосмуговий селективний дуплексний фільтр.

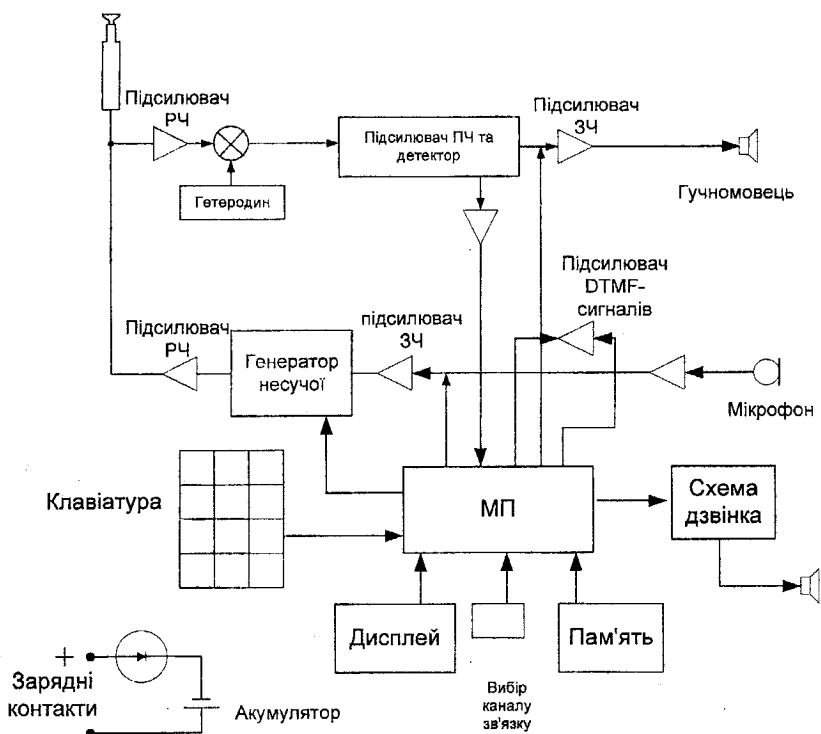


Рисунок 6.2 - Структура НМТ

Перше покоління систем безшнурової телефонії (БШТ) спочатку розвивалось у рамках національних програм. Перші системи БШТ, що з'явилися в 70-х роках у Європі, Азії і Північній Америці, працювали в діапазоні частот 27-50 МГц. Передача аналогових мовних повідомлень здійснювалася за допомогою частотної модуляції, а кількість робочих каналів не перевищувало 10. Дальність зв'язку за напрямком «НМТ – СБ» складала 200-300 м.

6.2 Безшнуровий доступ стандарту СЕРТ

У 1983 році Європейська організація адміністрацій і пошт (СЕРТ) розробила перший європейський стандарт (СТ-1) для аналогових систем безшнурових телефонів у смузі частот 900 МГц з 40 дуплексними каналами та частотним розділенням каналів (FDMA) через 25 кГц. При цьому зв'язок здійснювався тільки через індивідуальний стаціонарний блок з використанням ідентифікаційного коду. Загальне число кодів - більше мільйона.

У даній конфігурації системи не використовується канал керування для встановлення зв'язку між НМТ і СБ. У черговому режимі кожний блок БШТ постійно сканує канали, шукаючи сигнал з відповідним кодом ідентифікації. Коли виникає необхідність у встановленні зв'язку в будь-якому БШТ, цей блок знаходить вільний канал, визначаючи рівень напруженості поля в ньому. Після виявлення узгодження відповідного коду передавання пізнавальних сигналів ідентифікації припиняється і відбувається заняття абонентської лінії.

У ряді країн Європи смінь 40 дуплексних каналів виявилася недостатньою для використання в комерційних системах. У Німеччині, Австрії та Швейцарії за узгодженням із СЕРТ був прийнятий розширений стандарт СТ-1 із подвоєною кількістю дуплексних каналів - 80. Проте в цих стандартах не забезпечувалася таємність передачі мовних повідомлень.

Нове покоління систем БШТ було розроблено у Великобританії. Новий стандарт, що одержав назву СТ-2 (прийнятий СЕРТ у 1987 р.) був цифровим. Він забезпечував конфіденційність переговорів і кращу, чим у СТ-1, якість приймання мовних повідомлень. Цей стандарт використовує дуплексний режим з часовим розділенням каналів і багатократний доступ з частотним розділенням (TDD/ FDMA). При цьому в одному часовому інтервалі здійснюється передавання пакета повідомлень від абонента, а в іншому інтервалі — приймання пакета повідомлення для цього абонента від стаціонарного блока. Обмін пакетами повідомлень здійснюється на одній частоті. Відповідно до цього стандарту використовувана смуга 864-868 МГц поділена на 40 каналів по 100 кГц кожний.

Вибір ширини каналу залежить від мінімального розділення за частотою та від швидкості передавання даних без застосування дорогих методів модуляції. Такий підхід до TDD/FDMA добре відповідає доступності спектра і вимогам, запропонованим до телекомунікаційної мережі.

Стандарт СТ-2 прийнятий за основу при створенні системи безшнурових телефонів Telepoint, яка призначена для одночастотного зв'язку рухомих абонентів через радіопорти з абонентами телефонної

мережі загального користування (ТМЗК). Зв'язок у системі Telepoint здійснюється в зоні базової станції з дальністю до 200 м.

Характерною рисою цієї системи є та обставина, що, забезпечуючи своїм користувачам вихід у ТМЗК, не дозволяє викликати власників НМТ. Однією з перших таку систему ввела в дію компанія HUTCHISON TELECOM наприкінці травня 1992 р. В наш час мережі Telepoint розвиваються в Малайзії, Австрії, Італії, Бельгії, Фінляндії, Канаді та Португалії.

Проте системи безшнурового доступу СТ-1 і СТ-2 мають обмежену абонентську ємність.

6.3 Безшнуровий доступ стандарту DECT

Тому основні зусилля розроблювачів були спрямовані на створення системи, спроможної забезпечити велику кількість абонентів. У результаті Європейський інститут телекомунікаційних стандартів прийняв стандарт DECT (Digital European Cordless Telephony). В умовах «частотного голоду», зменшення вартості портативного пристрою з одночасним збільшенням його споживчих властивостей, розробники стандарту постаралися максимально врахувати усі вимоги користувачів.

Цей стандарт використовує багатостанційний доступ із виявленням несучої, багатостанційний доступ із частотним розділенням каналів і часовий дуплекс. Системі DECT виділено 10 частотних каналів (10 несучих частот) у діапазоні від 1880 до 1900 МГц. Інтервал між сусідніми частотами складає 1,728 МГц. Не менш важливою особливістю є часове розділення каналів - TDMA. Час передавання розбивається на 10-ти мілісекундні кадри, що складаються з 24 тайм-слотів. Кожному абоненту виділяється в цьому кадрі один тайм-слот на передавання та один на приймання. Весь інший час носима радіотелефонна трубка зайнята міжсистемним обміном керувальною інформацією та пошуком кращого каналу. Рознесення в часі приймання та передавання є не що інше, як дуплекс. Тільки дуплекс не частотний, як в аналогових системах, а часовий. Перша половина (12 тайм-слотів) кадру відведена для передавання від стаціонарного блока до носимих трубок, а друга - для приймання.

У стільникових системах рішення про виділення каналу для зв'язку приймає базова станція і канал виділяється на весь час розмови. У DECT вибір каналу виконує НМТ. У процесі розмови канал змінюється практично неперервно. Така дисципліна обслуговування одержала найменування «неперервний динамічний вибір каналів» CDCS. Приймально-передавальний блок може налаштуватися на будь-яку з 10 частот. Одночасно він підтримує 12 телефонних розмов. Таким чином,

кожна базова станція (і відповідно абонентська трубка) у будь-який момент часу має вибір із 120 каналів (12 часових і 10 частотних).

Високий ступінь гнучкості дозволяє використовувати DECT:

- у побутових системах індивідуального користування;
- у відомчих АТС з виходом на ТМЗК, мережі стільникового зв'язку та персонального виклику;
- у системі Telepoint;
- у системі передавання даних.

Число базових станцій залежить від необхідної площі покриття та величини абонентського трафіку, що обслуговується.

Системна реалізація в стандарті DECT близька до стандарту GSM і орієнтована на мікростільникову топологію мереж. DECT використовує інтелектуальні DAM-картки, що містять інформацію, аналогічну тій, що записана на SIM-картках стандарту GSM. Для роботи DECT потрібно смуга 20 МГц. Щоб врахувати такі параметри, як абонентський трафік, зона покриття і використання спектра, звичайно використовується інтегральна одиниця Ерланг /МГц/ кв. км. Найбільш поширені системи рухомого зв'язку мають такі значення узагальненого критерію ефективності: DECT - 500 Ерланг /МГц/ кв. км; DCS-1800 - 100; GSM - 10; аналогові стільникові – не більше 2.

Оператори, що надають послуги зв'язку, особливо зацікавлені у використанні DECT в безпроводних місцевих мережах зв'язку Wireless Local Loop-WiLL. Мова йде про організацію «останньої милі» підключення абонентів до телекомунікаційних мереж загального користування. Таке рішення може бути застосовано як у міських умовах, так і в селах. При цьому для повноцінного використання можливостей DECT бажано наявність місць із достатньо високою щільністю абонентів. Проте в Україні широке використання таких систем у домашніх умовах швидше за все почнеться з появою двомодових трубок DECT-GSM, коли той же радіотелефон використовується як стільниковий (із відповідною оплатою трафіка), і як DECT-безшнурова трубка.

6.4 Автоматичні визначники номера в безшнурових телефонах

У наш час в Україні великою популярністю користуються безшнурові телефонні апарати з автоматичним визначенням номера (АВН) абонента, що дзвонить. Наш ринок продовжує поповнюватися подібними пристроями найрізноманітніших модифікацій.

Звичайно, додаткові зручності очевидні в цьому випадку. Побачивши на індикаторі свого телефону номер викликаючого абонента, можна, не

знімаючи трубки, самостійно вирішувати, чи треба з ним розмовляти в даний момент або передзвонити пізніше.

Проте функція автоматичного визначення номера буде працювати тільки в тому випадку, якщо міська станція обладнана спеціальною апаратурою для автоматичного визначення номера телефону викликаючого абонента. Така апаратура обов'язково є на автоматичній міжміській телефонній станції, тому що відомості про номер телефону викликаючого абонента, необхідні для виписки рахунку на оплату міжміської розмови. Це необхідно, якщо наприкінці набору абонент не набирає номер свого телефону. Тому перед тим, як застосовувати телефон з АВН, спочатку треба впевнитись чи обладнані такою апаратурою існуючі міські телефонні станції.

Принцип автоматичного визначення номера телефонного абонента проілюстровано на рис. 6.3.

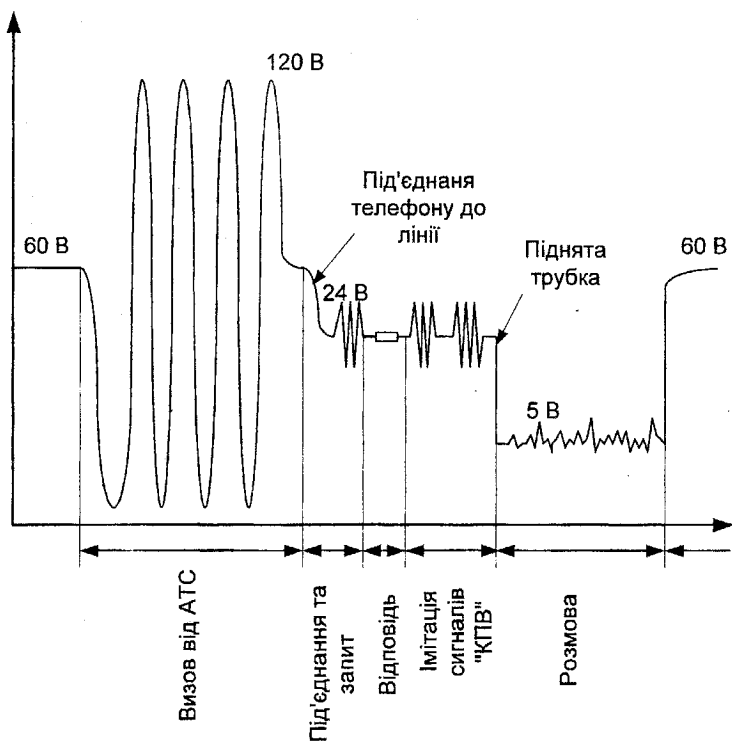


Рисунок 6.3 – Часові діаграми роботи телефонного апарата з АВН

Абонент АТС-1, піднявши трубку, дзвонить абоненту АТС-2. При цьому в абонента АТС-2 по телефонній мережі надходить індукторний виклик (виклик від АТС). Телефон з АВН абонента 2 підключається до телефонної лінії, понижуючи напругу до рівня 22..24 В та блокує розмовний тракт. Потім, через 250..275 мс (час на закінчення перехідних процесів при комутації телефонної лінії) АВН абонента 2 видає на АТС-1 сигнал «Запит АВН». При цьому параметри сигналу запиту інформації такі:

- час від підключення АВН до лінії, до видачі запиту – 250 – 275 мс;
- тривалість сигналу запиту – 100 мс;
- рівень сигналу запиту – 4.3 дБ;
- частота сигналу запиту – 495...505 Гц.

На АТС-1 цей сигнал декодується та видається «Відповідь» - номер телефону абонента, що дзвонить багаточастотним методом (безінтервальний пакет) у прийнятому коді «2 і 6». При цьому кожна цифра кодується в послітку 2 із 6, тобто дві одночасно передані частоти починаючи з 700 Гц із кроком 200 Гц.

У табл. 6.1 наведений код «2 і 6» для АВН.

Таблиця 6.1 - Код «2 і 6» для АВН

Значення кодової комбінації	Комбінація частот, що передаються, Гц
1	700, 900
2	700, 1100
3	900, 1100
4	700, 1300
5	900, 1300
6	1100, 1300
7	700, 1500
8	900, 1500
9	1100, 1500
0	1300, 1500
«Початок»	1100, 1700
«Повторення»	1300, 1700

«Початок» - означає початок або закінчення пакета двочастотних посилок. «Повторення» - застосовується у випадку, коли в номері викликаючого абонента, підряд надходять однакові цифри. При

безпаузному способі передавання інформації відрізнити такі комбінації одну від одної практично неможливо.

Тривалість кожної двочастотної послілки – 40 ± 2 мс.

Пакет інформації містить 10 двочастотних послілок із такою послідовністю передачі:

1	“Початок”	6	Цифра тисяч номера
2	Цифра категорії	7	Третя цифра індексу станції
3	Цифра одиниць номера	8	Друга цифра індексу станції
4	Цифра десятків номера	9	Перша цифра індексу станції
5	Цифра сотень номера	10	“Початок”

Апаратура АВН складається з передавальних та приймальних пристроїв. Передавальні пристрої встановлюються на районних АТС, а приймальним пристроєм може бути ТА або АМТС. Структурна схема вмикання апаратури АВН в АТС наведена на рис. 6.4.

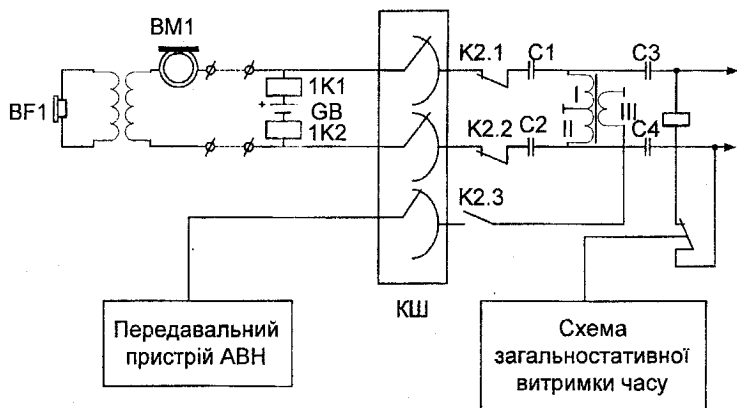


Рисунок 6.4 - Під'єднання апаратури АВН до АТС

Після набору номера абонента та відповіді ТА з АВН спрацьовує реле визначення номера К2 на час 400 мс. При цьому замикається контакт К2.3 і підключається передавальний пристрій АВН. Абонентська лінія відключається комутатором К2.1 і К2.2. Це необхідно для того, щоб сигнали, що з'являються на виході мікрофона в ТА викликаючого абонента, не впливали на передавання інформації.

Якщо за цей час (400 мс) з'єднувальною лінією від приймального пристрою надійде синусоїдальний сигнал запиту частотою 500 Гц із рівнем 4.3 дБ і тривалістю 100 мс, то схема загальноє стативної витримки часу продовжує час затримання реле К2 ще на 500 мс для передавання інформації про категорію і номер телефону викликаючого абонента.

Змінний струм сигналу запиту індукується в обмотку III трансформатора Т2 і через абонентський комплект надходить в передавальний пристрій АВН. Останній, отримавши частотний запит, починає видачу інформації. Інформація з передавального пристрою АВН передається в обмотку III трансформатора, індукується в обмотку I і II та передається з'єднувальною лінією на АВН телефонного апарату викликуваного абонента. Останній перетворює частотні комбінації в числовий код і запам'ятовує номер, що надійшов.

Для підвищення надійності визначення номера викликаючого абонента, в апаратурі АВН застосовано триразовий запуск передавальних пристроїв. Якщо при першому запуску АВН на приймальному кінці номер не визначився (з якихось причин інформація АВН не була прийнята), то приймальні пристрої короткочасно звільнюються (без порушення з'єднання) і знову надсилають сигнал запиту для запуску передавальних пристроїв. Якщо і при цьому інформація не буде прийнята, то формується третій сигнал запиту.

Передавальний пристрій АВН буде працювати аналогічно, якщо сигнал запиту буде передаватися не з телефону з АВН, а з приймального пристрою АМТС.

6.5 Автовідповідачі в безшнурових телефонах

В автовідповідачах безшнурових телефонів для опрацювання виклику широко використовуються спеціалізовані інтегральні схеми (СІС) і мікропроцесори (МП). Підвищення ступеня інтеграції мікросхем привело до істотного зменшення габаритів і вартості автовідповідачів. Застосування СІС дозволило запропонувати цілий комплекс таких можливостей, що були в принципі недосяжними в перших моделях автовідповідачів.

У звичайних касетних автовідповідачах для запису та відтворення вхідних - ICM (incoming message) і вихідних — OGM (outgoing message) повідомлень використовується одна або дві мініатюрні касети з магнітною стрічкою.

Перше, що повинен опрацьовувати автовідповідач — це визначити наявність у лінії сигналу виклику. Хоча в деяких апаратах для зручності встановлюється дзвінок, для роботи самого автовідповідача він не потрібен. Структура двокасетного автовідповідача подана на рис 6.5.

Сигнал виклику через схему захисту надходить на звичайну схему дзвінка (подібну тим, що використовуються в електронних телефонах) і на детектор виклику. В ньому аналоговий сигнал за допомогою оптрона перетворюється в логічний рівень, що сприймається й опрацьовується МП. Він порівнює кількість імпульсів виклику, що надійшли, з тими, що заздалегідь встановлено перемикачем вибору кількості дзвоників. Можливі варіанти — як правило, два або чотири.

Коли МП визначає, що надійшло достатнє число імпульсів виклику, він виробляє команду вмикання реле захоплення лінії, контактами якого розмовна схема автовідповідача з'єднується з телефонною лінією. Після підключення розмовної схеми по лінії починає протікати струм навантаження. Телефонна станція вважає, що відбувається відповідь на виклик і з'єднує автовідповідач з викликаючим абонентом.

Як і в звичайних телефонах, розмовна схема автовідповідача (майже завжди виконана у вигляді ІС) використовується для перетворення сигналів, що надходять по двопровідній телефонній лінії в автовідповідач та сигналів, що відправляються в лінію. Голос викликаючого абонента підсилюється і відновлюється через гучномовець автовідповідача.

Цей гучномовець дозволяє чути абонента, не відповідаючи на дзвінок — така операція називається прослуховуванням виклику. Розмовна схема залучена до підсилювача запису-відтворення (ПЗВ), тому магнітофон може відтворити заздалегідь записане або записати з лінії повідомлення. В автовідповідачі є свій мікрофон з підсилювачем (ПМ).

Важливим вузлом в автовідповідачі є схема контролю стану лінії (схема КСЛ), що виділяє сигнали роз'єднання лінії, передані телефонною станцією. Якщо викликаючий абонент поклав трубку, телефонна станція короткочасно відключає викликну лінію, припиняючи її струм навантаження. Це переривання аналогічне керувальним імпульсам, але має іншу тривалість і спрямоване «навіпаки» — від станції до телефону. Схема КСЛ виявляє це переривання струму та видає команду автовідповідачу звільнити лінію після того, як той хто дзвонить поклав трубку.

Існує два стандартних значення тривалості імпульсу роз'єднання: короткий (біля 10 мс) і довгий (біля 350 мс). Відповідним перемикачем можна вибрати режим роботи автовідповідача: із коротким або довгим імпульсом роз'єднання чи взагалі без нього. Тривалість цього імпульсу різна для різних телефонних станцій, а деякі з них не посиляють імпульси роз'єднання ліній.

Після того, як автовідповідач захопив телефонну лінію, повинно бути відтворене вихідне повідомлення (OGM). Мікропроцесор (або СІС) видає відповідні сигнали на схему керування електродвигуном і касета OGM починає обертатися. Крім того, включається тяговий електромагніт OGM, що призводить блок головок OGM (універсальну та стиральну) до контактування з магнітною стрічкою. При переведенні блока головок у

робоче положення замикається відповідний мікроперемикач, сигнал з якого повідомляє про правильність встановлення магнітних головок. Датчик спрямування стрічки стежить за обертанням касети зі стрічкою. Якщо сигнал будь-якого з цих датчиків не відповідає нормальному режиму, цикл роботи автовідповідача буде перерваний.

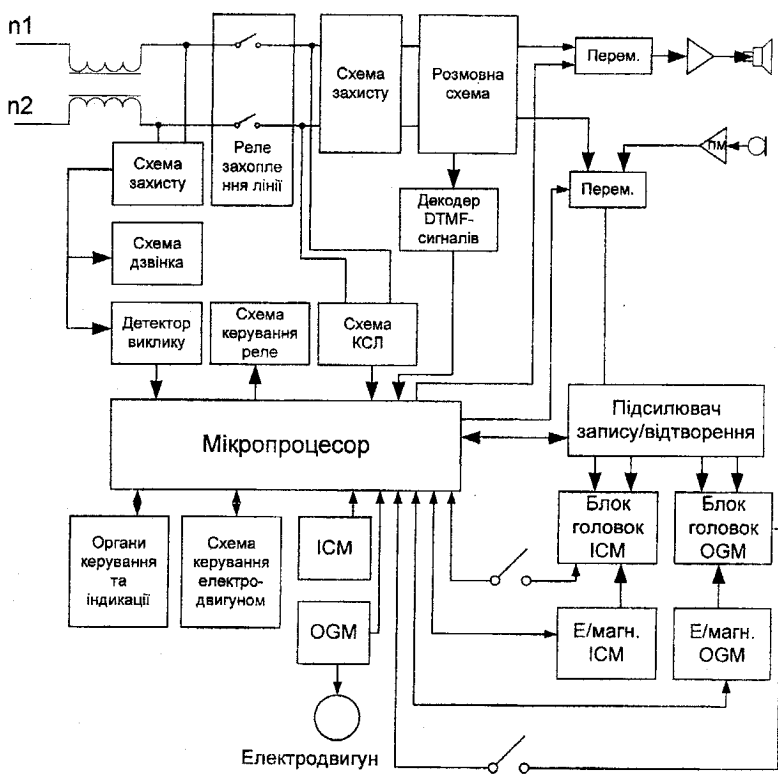


Рисунок 6.5 - Структура автовідповідача

Взаємодія вузлів автовідповідача при виконанні конкретних операцій залежить від програмних інструкцій, що зберігаються в постійних запам'ятовувальних пристроях (ПЗП). Якщо записується нове OGM замість існуючого, сигнал з вмонтованого мікрофона після попереднього посилення через відповідний перемикач надходить в ПЗВ. При цьому на стиральну головку подається струм стирання. При відтворенні OGM

сигнал зчитується зі стрічки універсальною головкою, підсилюється в ПЗВ і передається в телефонну лінію через розмовну схему.

Після того, як відтворення OGM закінчилося, стрічкопротяжний механізм OGM відключається та вмикається інший тяговий електромагніт OGM, що притискає блок головок ICM (універсальну та стиральну) до магнітної стрічки. Електродвигун тепер обертає касету, призначену для запису ICM. При нормальній роботі пристрою спрацьовує відповідний мікроперемикач, а датчик руху стрічки стежить за обертанням стрічки. Стиральна головка, що розташована біля універсальної, під час запису стирає попередні ICM, записані в цьому місці магнітної стрічки. Звичайно запис ICM продовжується доти, поки не відбудеться одна з таких подій: закінчиться касета та датчик руху стрічки покаже, що вона зупинилася; закінчиться заздалегідь встановлений час запису; абонент буде мовчати більше декількох секунд; абонент покладе трубку й автовідповідач виявить в лінії імпульс роз'єднання.

Наприкінці кожного ICM автовідповідач записує так званий контрольний струм (КС). КС використовується автовідповідачем для пошуку початку та кінця повідомлення.

Під час прослуховування ICM джерелом сигналу для ПЗВ є універсальна магнітна головка ICM (при цьому ПЗВ знаходиться в режимі відтворення), а відтворений сигнал надходить в телефонну лінію або на вузол гучномовлення.

Він надходить також на лінійний вихід (на схемі не показаний). Цей вихід відповідає аналогічному виходу побутового магнітофона або програвача і може використовуватися для передавання сигналу на інший магнітофон. Лінійний вихід під'єднано паралельно входіві схеми гучномовця, тобто до підсилювача потужності.

Електродвигун стрічкопротяжного механізму починає обертатися в зворотному напрямку, перемотуючи ICM стрічку в початковий стан. Коли касета ICM зупиниться, спрацює датчик руху стрічки, повідомляючи про те, що стрічка перемотана. Після цього вклучиться електромагніт ICM і електродвигун почне обертати касету в прямому напрямку. У цьому режимі відтворення стиральна головка не використовується. При цьому всі записані повідомлення залишаться на стрічці і надалі їх можна буде заново відтворити.

Електродвигун не може безпосередньо керуватися з виходу МП. Тому вводиться схема керування електродвигуном, яка побудована на основі спеціалізованої ІС, доповненої дискретними транзисторами. Вона перетворює логічні сигнали МП у напругу і струм, необхідні для роботи двигуна.

Для автовідповідачів характерна велика кількість різноманітних органів керування. Найбільш часто використовуються клавіші керування магнітною стрічкою: відтворення, перемотування вперед,

стоп/розвантаження касети та стирання. Крім того, існують органи керування для вибору тривалості імпульсу роз'єднання лінії та вибору кількості імпульсів виклику. Є також органи керування записом OGM і режимом роботи автовідповідача. У автовідповідача, як правило, є декілька індикаторів.

Контрольні запитання

1. Виконати порівняльний аналіз безшнурових ТА з проводовими апаратами.
2. Навести структурну схему та пояснити особливості функціонування безшнурового телефону аналогового стандарту.
3. Пояснити, чим відрізняється організація дуплексного режиму в ТА стандартів СТ та DECT.
4. Як організувати офісну мережу зв'язку на основі DECT-телефонів?
5. Пояснити особливості багатостанційного доступу в цифрових безшнурових ТА.
6. Чим відрізняються структурні реалізації ТА на базі стандартів DECT та GSM?
7. Навести особливості схемотехнічної побудови приймально-передавального блока безшнурового ТА.
8. В чому полягає необхідність використання АВН?
9. Яким способом передаються сигнали керування АВН?
10. Особливості двочастотних кодів, що використовуються в MATS.
11. Чому телефонні апарати з АВН не завжди можуть визначити номер?
12. Пояснити особливості апаратної реалізації апаратури АВН.
13. Навести алгоритм визначення номера в телефонному апараті з вбудованим блоком АВН.
14. Пояснити, чому в деяких зарубіжних країнах забороняється використовувати телефони з АВН.
15. Чим відрізняється апаратура АВН на квазіелектронних та електронних АТС?
16. Обґрунтувати необхідність використання автовідповідачів.
17. Пояснити особливості алгоритму функціонування автовідповідачів.
18. Навести типову структурну схему автовідповідача.
19. В чому полягає необхідність реалізації автовідповідача в двокасетному виконанні?
20. Пояснити, як можна перевести роботу автовідповідача в режим магнітофона.

Література [14 -18]

7 ЗАСОБИ СТІЛЬНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

7.1 Етапи розвитку засобів стільникового зв'язку

Підвищення популярності портативних телефонів протягом останніх десяти років переконливо доказує, що існує величезний попит на мобільний, а ще більше на персональний зв'язок. І в цьому плані стільниковий телефонний зв'язок – один з найбільш конкурентноздатних. Стільникова телефонія переживає зараз справжній бум, а стільникові телефони стали одними з найбільш поширених в США та Європі. Число абонентів стільникових мереж збільшується кожний місяць на 100 тисяч, а в 2005 році вже кожний п'ятий житель Землі користується таким телефоном.

Переваги стільникового зв'язку в Україні очевидні. По-перше, в більшості українських міст гостра нехватка телефонних ліній, по-друге, якщо раніше плата за встановлення телефону була невелика, то тепер вона складає декілька сотень долларів. Якщо піти на трохи більші витрати, багато українців зможуть скористатися перевагами стільникового телефону.

Після другої світової війни багато промислових компаній, що спеціалізувались на виробництві військової техніки, почали адаптувати свою продукцію та технології для громадського використання. Не залишився осторонь і радіозв'язок. В 1946 році американська компанія AT&T отримала дозвіл Федеральної комісії зв'язку на організацію першої мережі мобільного зв'язку в Сент-Луїсі штат Міссурі. Це була дуже проста шестиканальна система з однією базовою станцією. Вона функціонувала настільки вдало, що через рік AT&T почала надавати послуги мобільного зв'язку в 25 інших містах. Перші мережі будувалися за таким принципом: знайти найвищу будівлю, встановити найвищу антену, яка зможе там втриматись, видати найбільшу потужність – та охопити максимальну територію. При цьому виникло декілька проблем: по-перше, для двостороннього зв'язку потужність центральної базової та мобільних станцій повинні бути однаковими. Отже, для мобільного передавача були потрібні акумулятори великої ємності та потужний генератор. Ця система була неефективною внаслідок низького ресерсу безперервної роботи мобільних станцій.

В 1947 році BELL LABORATORIES запропонувала стільникову концепцію, яка дозволяє повторно використовувати частоти. Вся територія розбивалась на невеликі ділянки – стільники, в кожній з яких встановлювалася базова станція з власним набором частот, які були достатніми для обслуговування заданого трафіка. У суміжних стільниках використовуються різні частоти, щоб уникнути взаємних завад. Стільникова концепція включає ідею “перекидання” сигналу (hand off) від

стільника до стільника. Завдяки цьому абонент може вільно перетинати їх границі, перемикаючись з однієї базової станції на іншу. Оскільки базовій станції необхідно було обслуговувати меншу територію, ніж раніше, то її потужність (так як і потужність мобільних станцій) може бути значно меншою. Це дозволяє обходитися акумуляторами відносно невеликої ємності.

Системи стільникового зв'язку вперше були введені в експлуатацію в кінці 70-х – на початку 80-х років в Скандинавських країнах (NMT-450) і США (AMPS). Прийнята в подальшому стандартизація в цій області привела до того, що на зміну дев'яти окремим аналоговим стандартам першого покоління, прийнятих в різних країнах, прийшли три цифрових стандарти другого покоління (GSM, D-AMPS, JDC), один з них – GSM визнаний "глобальним".

Зараз в Україні функціонують системи стільникового зв'язку чотирьох стандартів – аналогового NMT-450і та цифрових GSM-900, GSM-1800 і DAMPS. Проводяться підготовчі роботи з розгортання мережі найбільш перспективного стандарту CDMA з кодовим розділенням каналів. Послуги стільникового зв'язку надають чотири оператора: СП "Український мобільний зв'язок" (UMC), НПВФ "Банкомзв'язок" з торговельною маркою "Golden Telecom" (GT), компанія "Цифровий стільниковий зв'язок України" (DCC) та ЗАТ "Київ-Стар Дж.Ес.Ем."

7.2 Аналогові засоби стільникового зв'язку

Умовно структуру аналогового стільникового телефону можна розділити на три блоки (рис.7.1).

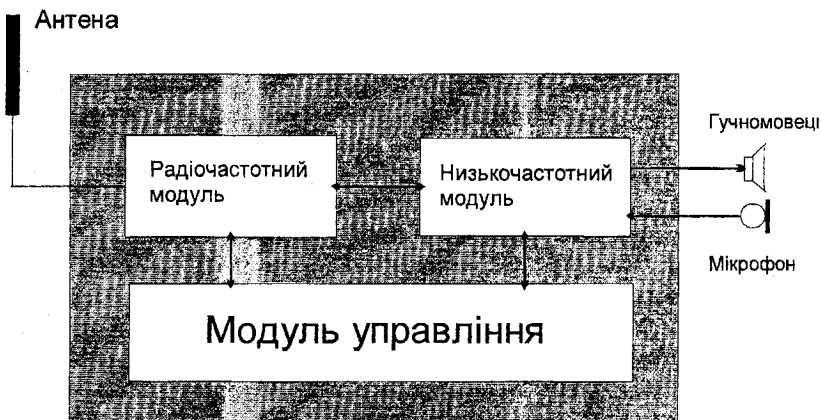


Рисунок 7.1 – Узагальнена структура стільникового телефону

Радіочастотний модуль (на рис. 7.2, а) обробляє всі радіосигнали, які приймаються або передаються стільниковим телефоном. Антена підключається до вхідного пристрою, що запобігає попаданню сигналів власного передавача на вхід приймальної схеми. В більшості - це система селективних фільтрів. Ефективність її така, що вхід приймача не перевантажується навіть при потужності передавача стільникового телефону в декілька ватів. Це необхідно для забезпечення дуплексного режиму зв'язку. Вхідні радіочастотні сигнали фільтруються та перетворюються в сигнали проміжної частоти. Вихідний сигнал проміжної частоти з радіочастотного модуля надходить до низькочастотного модуля. Однак якщо в звичайних радіоприймачах використовується ручне настроювання для встановлення частоти приймання, то в стільниковому телефоні використовується синтезатор частот, за допомогою якого можна вибрати будь-який з виділених каналів. Частотний канал визначається модулем управління. Коли стільниковий телефон переміщається в просторі від чарунки до чарунки, то частоти приймання та передавання перемикаються таким чином, щоб бути доступними каналам зв'язку в новій чарунці.

Інструкції про вибір конкретної частоти надходять до телефону разом з іншими сигналами керування зі станції стільникової зв'язку і декодуються модемом, що входить до складу модуля керування телефону. Мовні сигнали та службові коди з низькочастотного модуля надходять на схему передавача та після відповідної обробки подаються на антену. Несуча частота передавача встановлюється синтезатором і визначається керувальним кодом, переданим на телефон приймально-передавальним блоком відповідної чарунки.

Синтезатор частот будується на основі систем фазового автопідстроювання частоти (ФАПЧ) і складається з двох опорних генераторів, частоти яких стабілізуються кварцовими резонаторами та двох генераторів, керованих напругою (ГУН), що виробляють сигнали гетеродина приймача і несучої частоти передавача. Сигнали обох ГУН змішуються в окремих перетворювачах із сигналом одного з опорних генераторів, в результаті чого на виходах змішувачів виділяються сигнали різних частот.

Частота сигналу другого опорного генератора ділиться двома подільниками: одним - для отримання значення несучої, другим - для формування сигналу гетеродина. Коефіцієнт ділення кожного подільника визначається керувальним кодом, який передається стільниковою станцією. Схема ФАПЧ порівнює різниці частоти на виходах змішувачів із частотами на виходах ДПКР і керує ГУН так, щоб вищевказані частоти виявилися рівними. Таким чином, частоти сигналів гетеродина та генератора несучої визначаються, з одного боку, зразковими частотами

двох опорних генераторів, а з другого – кодами управління стільникової станції, що гарантує їх високу стабільність.

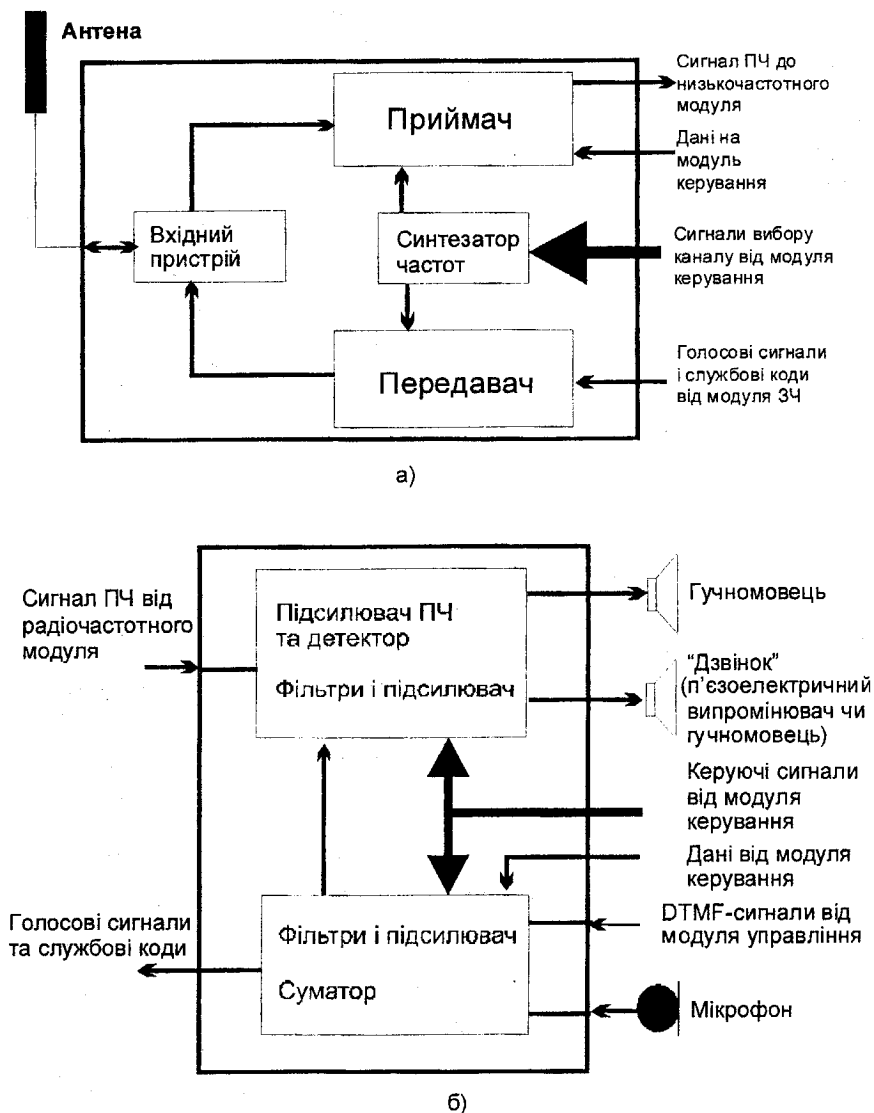


Рисунок 7.2 - Радіочастотний (а) та низькочастотний (б) модулі стільникового телефону

У низькочастотному модулі (рис.7.2, б) відбувається перетворення сигналів проміжної частоти, що надходять із радіочастотного модуля, в звукові сигнали. Досить часто в стільникових телефонах встановлюється другий звуковипромінювач, який використовується для подавання сигналу "дзвінка". Тональні DTMF-сигнали набору і мовний сигнал від мікрофону проходять через фільтри, підсилювачі та подаються на радіочастотний модуль (разом із сигналами з модуля керування). Функціонування приймача та передавача звукових сигналів синхронізується модулем керування (рис.7.3), який за своєю архітектурою нагадує мікро-ЕОМ. Функціонування мікропроцесора (МП) здійснюється на основі інструкцій (програм), що зберігаються в постійному запам'ятовувальному пристрої (ПЗП).

Оперативний запам'ятовувальний пристрій (ОЗП) використовується для тимчасового зберігання даних, наприклад, номера поточного каналу зв'язку, рівня потужності передавача, а також результатів логічних або математичних операцій при виконанні програми. В репрограмовуваному постійному запам'ятовувальному пристрої (РПЗП) зберігається інформація, специфічна для кожного конкретного телефону: наприклад, заданий стільниковий телефонний номер. Радіочастотний і низькочастотний модулі та DTMF-генератор керуються сигналами, що надходять безпосередньо з МП.

Оскільки стільникові телефони є активними елементами мережі, вони повинні знаходитися з нею в постійному контакті. Крім мовних і тональних сигналів мобільні телефони приймають дані від приймально-передавального блока поточної чарунки (від центральної стільникової станції). Для "підмішування" даних у переданий телефоном радіосигнал, а також для виділення та декодування команд і даних, одержаних з мережі, використовується ІС модему. МП керує роботою контролера стільникового телефону, тобто це спеціалізована ІС, через яку здійснюється взаємодія з клавіатурою й індикатором стільникового телефону. МП використовується також при встановленні необхідних частот синтезатора в радіочастотному модулі.

В стільниковому телефоні звичайно використовується дисплей, за допомогою якого висвітлюється номер, що набирається, та режим роботи мережі й телефону (наприклад, "вибір", "включений", "у роботі", "пошук", "зайнято"). Для зниження споживаної потужності та підвищення терміну служби як дисплей звичайно використовується рідиннокристалічний індикатор.

Застосування стільникових систем забезпечує економію частотного ресурсу за рахунок його багатократного використання в зоні обслуговування. Для цього вона розбивається на більш дрібні зони (кластери), що складаються з чарунок. Між чарунками розподілені всі доступні телефонні канали, число яких визначається дозволенням для

стільникової мережі частотним діапазоном. Число чарунок у кластері залежить від відстані між чарунками сусіднього каналу в сусідніх кластерах і радіуса чарунки. Це число називається розмірністю кластера i , як правило, знаходиться в межах від 4 до 12.

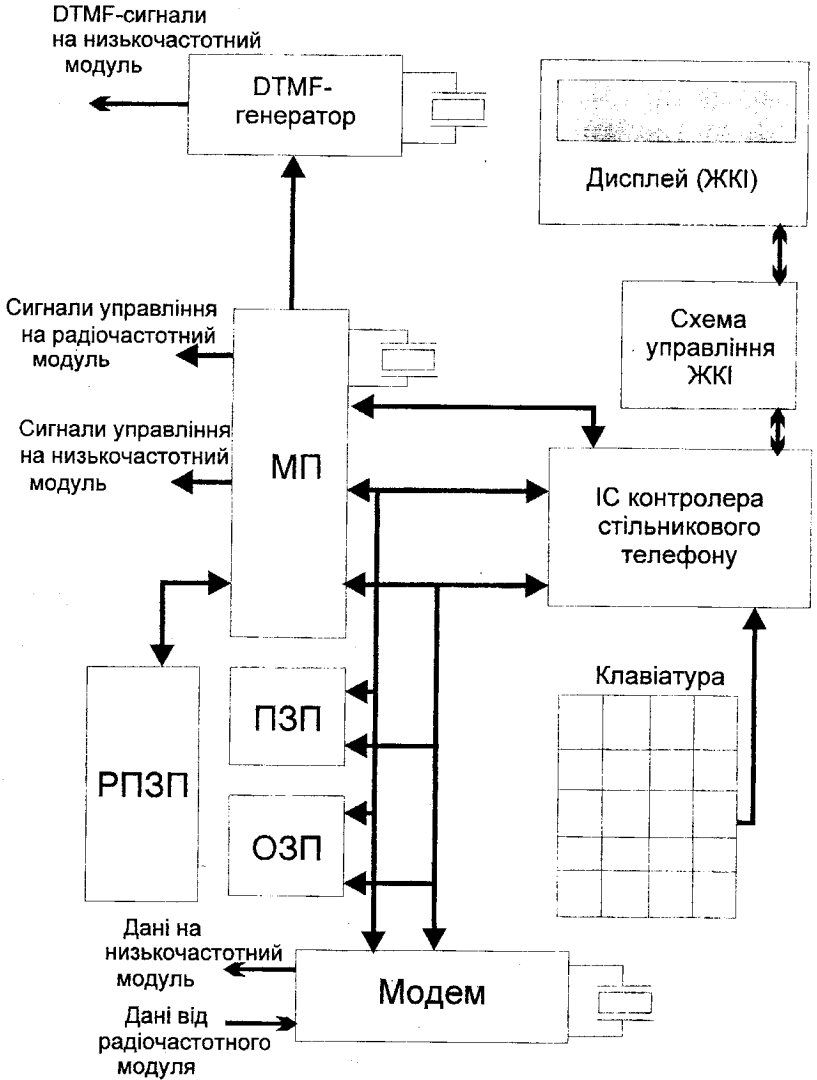


Рисунок 7.3 - Модуль управління стільникового телефону

На території кожної чарунки знаходиться автоматизована базова станція невеликої потужності, що забезпечує радіозв'язок з переносною або автомобільною абонентською станцією (рис. 7.4). Базова станція має канал керування, набір мовних каналів зв'язку та приймач, що вимірює інтенсивність сигналу. Число мовних каналів, діаграма повторного використання частот, зона обслуговування кожної чарунки вибираються таким чином, щоб забезпечити необхідну смність стільникової мережі з відповідним телефонним трафіком.

Кожна базова станція з'єднана з центром комутації рухомої мережі (центральна стільникова станція), що забезпечує зв'язок із комутованою телефонною мережею загального користування (ТМЗК), а також з іншими базовими станціями. Рухомі абоненти стільникової мережі зв'язуються тільки з найближчою базовою станцією. Таким чином, на великому просторі може бути створена мережа з множини взаємозалежних радіостанцій. При цьому невелика потужність передавачів дозволяє робити апаратуру дуже компактною та відносно недорогою.

Кожній базовій станції, оснащеній приймально-передавальною апаратурою, дається набір частотних каналів, які забезпечують декілька двосторонніх телефонних розмов одночасно (рис.7.5). На станціях, що розділені захисним інтервалом D , одні і ті самі канали використовуються повторно. Це основний принцип стільникових систем телефонного зв'язку, який визначає високу частотну ефективність системи. Суміжні базові станції, що використовують різні канали, утворюють групу із C станцій. Розмір C є частотним параметром системи, тому що визначає мінімально можливе число каналів системи. Якщо на кожній базовій станції є набір з l каналів шириною смуги F_k кожний, то загальна ширина смуги системи в напрямку передавання складе

$$F_c = F_k l C.$$

Число активних абонентів на всій території обслуговування визначається як $N = L$, де $L = 1,21 \cdot (R_0/R)$ - число базових станцій.

Ефективність використання спектра частот визначається згідно з виразом

$$n = N/F_c = 1,21 \cdot R_0/F_k C R.$$

Таким чином, ефективність системи не залежить від числа каналів у наборі і зростає зі зменшенням радіуса стільника R . Це означає, що менші розміри стільника дозволяють збільшити повторюваність частот (їхнє одночасне використання), а також обумовлюють доцільність вибору менших значень частотного параметра C .

Початкова дальність дії кожної базової станції складає 15-45 км в залежності від висоти підйому антени та умов поширення радіохвиль. Наступний крок розвитку стільникових систем – перехід до мікростільникової структури мереж. При радіусі чарунок у декілька сотень

метрів їхня ємність може бути збільшена в 5-10 разів у порівнянні з макрочарунками. Мікрочарунки будуються на основі базових станцій невеликої потужності, що обслуговують ділянки вулиць, приміщення в будинках (магазини, аеропорти, вокзали).

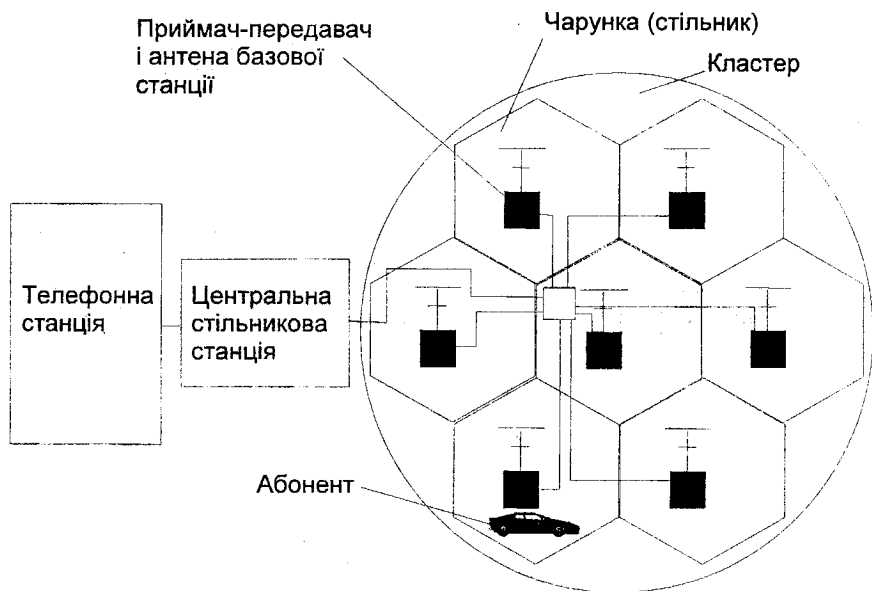
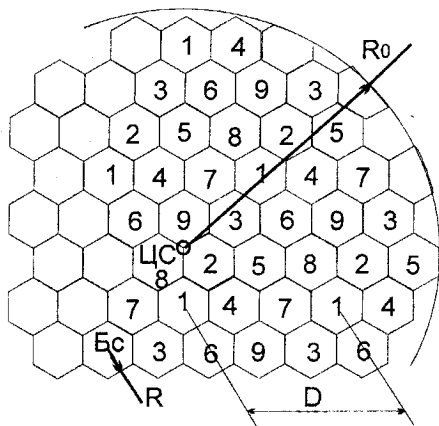


Рисунок 7.4 – Структура мережі стільникового зв'язку

Одним з прикладів мобільного зв'язку є стільникова мережа системи SMS-45 (стандарт NMT-450) фірми "ЕРІКСОН РАДІОСИСТЕМА" (Швеція), що побудована на принципах дворівневої ієрархічної системи.

Для посилання виклику з рухомого об'єкта абонент "активізує трубку" стільникового телефону та набирає бажаний номер. Абонентська станція рухомого об'єкта починає пошук наявного в даній зоні вільного каналу передачі, використовуючи метод перебирання каналів. В першому знайденому вільному каналі, здійснюється звичайна процедура входження в зв'язок, після чого набраний абонентом номер передається в центральну станцію. Вона аналізує номер, знаходить базову станцію, що викликається, а також об'єкт або маршрут у телефонній мережі загального користування та приступає до встановлення з'єднання. Після підключення до ТМЗК рухомий абонент почує сигнал готовності.



- D - захисний інтервал
- ЦС - центральна станція
- Бс - базові станції
- R_0 - радіус зони, що обслуговується
- R - радіус чарунки

Рисунок 7.5 - Розподілення каналів між чарунками

Виклик може надійти з ТМЗК, а також від іншого абонента стільникової мережі. При цьому центральна станція згідно з прийнятим номером здійснює перевірку присутності або відсутності абонента, що викликається в даній зоні обслуговування, категорію цього абонента, а також якість зв'язку. Якщо рухомий абонент, що викликається, є присутнім у зоні і його номер набрано правильно, центральна станція передає виклик для всіх базових станцій в зоні обслуговування. При одержанні виклику абонентська станція автоматично передає підтвердження на частоті викликового каналу і тим самим визначається місце розташування абонентської станції щодо діючої базової станції.

Далі центральна станція вибирає наявний в даному кластері вільний канал передавання та передає номер цього каналу на абонентську станцію. Приймавши номер, абонентська станція автоматично перемикається на канал передавання, по якому здійснюється звичайна процедура входження в зв'язок.

Під час розмови рухомий абонент звичайно переміщається по зоні обслуговування. Кожне з'єднання в процесі розмови контролюється за допомогою спеціального сигналу частотою 4 кГц. При цьому апаратура базової станції виконує оцінювання відношення сигнал/шум цього контрольного сигналу та приймає рішення про необхідність передавання обслуговування на з'єднання іншій базовій станції, що знаходиться в "кращому положенні". Для цього здійснюється ряд процедур пошуку інших базових станцій, що можуть забезпечити потрібну якість розмови, а також закріплення обраної нової базової станції за даною розмовою. Така процедура називається перекиданням виклику. Це перекидання непомітне

для абонента – його розмова не переривається. У випадку зайняття всіх розмовних каналів на базових станціях передавання з'єднань в процесі розмови не виконується.

В стільниковій системі є ще одна особливість. Якщо різні території обслуговуються різними компаніями-операторами, то вони можуть створити єдину мережу для обслуговування своїх клієнтів, забезпечивши таким чином роумінг. Якщо рухомий абонент виїжджає за межі своєї зони обслуговування, інша стільникова мережа автоматично прийме перекидання виклику та продовжить його обслуговувати.

Очевидно, що розвиток стільникових систем рухомого зв'язку та їхнє впровадження вирішило проблему економії спектра радіочастот шляхом багатократного використання виділеного частотного ресурсу при просторовому рознесенні приймально-передавальної апаратури з однаковими робочими частотами. Стільникова топологія дозволила багаторазово збільшити ємність телекомунікаційних мереж відносно мереж радіальної структури без погіршення якості зв'язку та розширення виділеної смуги частот. Однак впровадження стільникових систем рухомого зв'язку почалося після того, як були знайдені способи визначення поточного місця розташування рухомих абонентів і забезпечення безперервності зв'язку при переміщенні абонента з однієї чарунки в іншу.

В наш час відомі 9 основних стандартів аналогових стільникових систем рухомого зв'язку (табл. 7.1). Стандарт на аналогові стільникові системи рухомого радіозв'язку NMT-450 (The Nordic Mobile Telephone System) був розроблений адміністраціями зв'язку Данії, Фінляндії, Норвегії і Швеції для організації спільної автоматичної системи рухомого радіотелефонного зв'язку загального користування в Скандинавських країнах.

Найстарішим і найпотужнішим оператором, що донедавна був монополістом на ринку послуг стільникового зв'язку в Україні, є фірма UMC, що розгорнула мережу стандарту NMT-450i. Перевагою стандарту NMT-450i є низька вартість і висока швидкість розгортання мережі, тому що одна базова станція покриває в декілька разів більшу площу, чим в інших стандартах. Розмір чарунки в цьому стандарті досягає 30 км. За площею покриття території України NMT-450i не має собі рівних. Стільниковим зв'язком стандарту NMT-450i UMC охоплено біля 150 міст і 6000 км автодоріг України, а число абонентів цієї системи перевищує 300000. Крім того, є можливість автоматичного роумінга на території Росії.

У великих містах, де на малій площі зосереджена велика кількість абонентів, ефективність функціонування NMT-450i істотно нижче, чим інших стандартів через порівняно малу ємність системи. Крім того, цифрові стандарти мають велику завадозахищеність, набагато краще

захищені від підслуховування та непрошених "двійників" і дають ряд нових сервісних функцій.

Таблиця 7.1 - Стандарти аналогових стільникових систем зв'язку

Стандарти Характеристика системи	APMS (США)	NCMTS (Японія)	NMT-450 (Сканді- навські країни)	NMT-900 (Сканді- навські країни)
Рік введення в експлуатацію	1983	1979	1981	1986
Смуга частот на передачу, МГц				
Базова станція	869-894	870-885	463-	935-960
Рухома станція	824-849	925-940	467,5 453- 457,5	890-915
Рознесення дуплексних каналів, МГц	45	55	10	45
Рознесення каналів, кГц	30	25/12,5	25/20	12,5
Загальна кількість дуплексних каналів	832	600	180	1000
Максимальна потужність базової станції, Вт	100	50	50	100
Номінальна потужність передавача рухомої станції, Вт	3	5	15	6
Вид модуляції сигналу	FM	FM	PM	PM
Схема повторення чурунок	7; 12	9; 12	7; 12	7; 9; 12
Типовий радіус стільника, км	2-20	5-10	1-40	0,5-20
Час перемикання каналів на границі стільників, мс	250	800	1250	270
Мінімальна величина вхідного відношення сигнал/шум, дБ	10	17	15	-

Система стільникового зв'язку стандарту NMT-450 має чотири типи абонентських рухомих станцій: звичайні рухомі станції, рухомі станції з пріоритетом, портативні рухомі станції, рухомі станції-таксофони.

Робочі частоти знаходяться в двох смугах: 453 - 457,5 МГц та 463 - 467,5 МГц, що використовуються для радіозв'язку між рухомою і базовою станціями і між базовою і рухомою станціями, відповідно. Дуплексне рознесення каналів приймання та передавання в стандарті NMT-450 дорівнює 10 МГц (рис. 7.6.). Частотне рознесення сусідніх каналів дорівнює 25(20) кГц. На додаток до сигналів, що розрізняють канали виклику і канали зв'язку, є сигнали, що визначають зону

обслуговування і країну, в якій знаходиться рухома станція, а також сигнали, що позначають номер каналу. Всі службові сигнали є цифровими і передаються зі швидкістю 1200/1800 біт/с із FFSK-модуляцією (Fast Frequency Shift Keying).

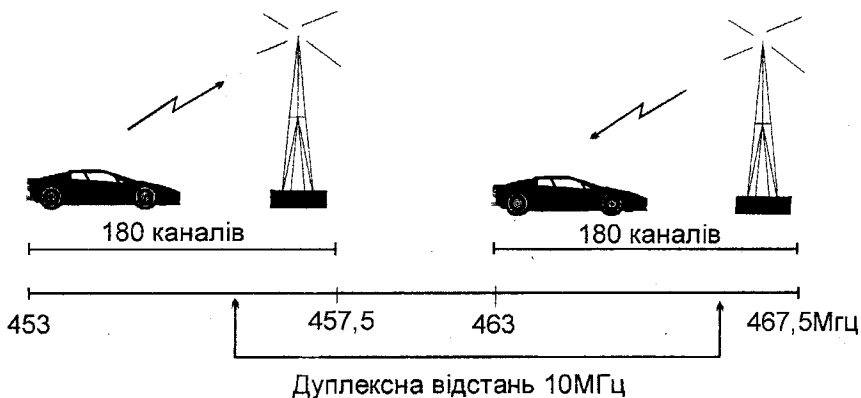


Рисунок 7.6 - Дуплексне рознесення каналів

Принципи побудови стільникових систем радіозв'язку стандартів NMT-900 та NMT-450 практично однакові. Обидві системи базуються на специфікації стандарту NMT-450. Основні відмінності стандарту NMT-900, головним чином пов'язані з удосконаленням керування та розширенням числа наданих послуг. В наш час стандарт NMT-450 доопрацьований і його характеристики доведені до стандарту NMT-900. Нова версія отримала позначення NMT-450i. Основні удосконалювання включають підвищену продуктивність, кращу якість роботи ручних телефонів і захист доступу до мережі зв'язку за допомогою системи ідентифікації абонента (Subscriber Identification Security - SIS). Ідентифікація абонента (абонентської станції) здійснюється спеціальним ключем (SAK). Цей же ключ міститься в реєстрі ідентифікації, встановленому в центрі комутації. Процедура ідентифікації здійснюється при кожному виклику від рухомої станції. Це дозволяє перевіряти кожний виклик і виключити появу так званого "двійника".

Системи стільникового рухомого зв'язку стандарту NMT-450i та NMT-900 надають абонентам широкий набір послуг. Крім передавання мовних повідомлень на місцевому, міжміському та міжнародному рівнях, мережа NMT дозволяє відправити факсимільні повідомлення та мати доступ до різних баз даних за допомогою факсів-модемів, що підключаються до рухомих станцій. При цьому швидкість передачі даних

не повинна перевищувати 4,8 кбіт/с. На базі стандартів NMT розроблені системи безпроводового зв'язку для стаціонарних абонентів (WiLL). Всі абонентські пристрої, включаючи телефони та модеми передавання даних, можна включити в систему цього радіотелефонного зв'язку як інтерфейс користувача. З погляду абонента цей варіант зв'язку не відрізняється від проводового зв'язку.

Аналогові стільникові системи рухомого зв'язку мають такі недоліки: несумісність стандартів; обмежена зона дії; недостатня якість зв'язку; відсутність конфіденційності переданих повідомлень та взаємодії з цифровими мережами з інтеграцією служб (ISDN) і пакетного передавання даних (PDN). В останні роки через обмежені можливості стандартів NMT-450 та NMT-900 спостерігається зниження числа їхніх користувачів. Однак у нашій країні завдяки рекордній можливості обслуговування великих площ NMT ще буде мати свою нішу - великі території з малою щільністю населення.

7.3 Цифрові засоби стільникового зв'язку

У 80-х роках в Європі, Північній Америці та Японії приступили до інтенсивного вивчення принципів побудови перспективних цифрових стільникових систем зв'язку. Зараз розроблено 3 основних стандарти таких систем із макростільниковою топологією мереж і радіусом до 35 км: загальноєвропейський стандарт GSM, прийнятий Європейським інститутом стандартів в області зв'язку (ETSI); американський стандарт ADC (D-AMPS), розроблений Промисловою асоціацією в області зв'язку (TIA); японський стандарт JDC, прийнятий Міністерством пошт і зв'язку Японії.

Загальноєвропейський стандарт GSM - перший у світі стандарт на цифрові мережі рухомого зв'язку, що передбачає їх функціонування в діапазоні 900 МГц і є основою стандарту DCS1800 (діапазон 1800 МГц) з мікростільниковою структурою. Стандарт GSM реалізується в наш час і в Північній Америці в діапазоні 1900 МГц (PCS-1900). В Росії стандарт GSM прийнятий як федеральний.

Зазначені стандарти відрізняються за своїми характеристиками, але побудовані на єдиних принципах і використовують часове розділення каналів TDMA, що відповідає вимогам сучасних інформаційних технологій (табл. 7.2).

В наш час популярність стандарту GSM настільки велика, що тепер він є глобальною системою рухомого зв'язку. GSM і його варіанти, - DCS-1800 (Digital Cellular Systems 1800) і PCS-1900 (Personal Communication Service), прийняті і розвиваються в Європі, Азії, Африці, Австралії і Північній Америці. З огляду на цю обставину, аббревіатура GSM спочатку

утворена з перших літер назви спеціальної групи (Group Special Mobile), у наш час розшифровується як Global System for Mobile Communications (глобальна система для рухомого зв'язку).

В 1997 р. УМС розгорнула також в нашій країні мережу в цифровому стандарті GSM-900. Послугами цієї мережі користуються понад 50000 абонентів у всіх великих містах України. На відміну від NMT-450i, що крім України та Росії використовується тільки в деяких країнах Східної Європи і Скандинавії, послугами мереж GSM-900 користуються близько 70 млн. абонентів у 110 країнах світу.

Таблиця 7.2 - Характеристики цифрових стандартів стільникового зв'язку

Характеристики стандарту	GSM (DCS1800, PCS1900)	ADC (D-AMPS)	JDC
Метод доступу	TDMA	TDMA	TDMA
Рознесення частоти, кГц	200	30	25
Число мовних каналів на одну носійну	8 (16)	3	3 (6)
Швидкість перетворення мови, Кбіт/с	13 (6,5)	8	11,2 (5,6)
Алгоритм перетворення мови	RPE-LTP	VSELP	VSLP
Загальна швидкість передавання, Кбіт/с	270	48	42
Еквівалентна смуга частот каналу, кГц	25 (12,5)	10	8,3 (4,15)
Необхідне відношення сигнал/шум, дБ	9	16	13
Радіус чарунки, км	0,5-35	0,5-20	0,5-20
Робочий діапазон частот, МГц	935-960 890-915 1710-1785 1805-1880	824-840 869-894	810-825 940-956 1429-1441 1447-1489 1453-1465 1501-1513

Стандарт GSM-900 дуже широко поширений у Західній Європі.

Практично вся її територія вже покрита стільниковим зв'язком даного стандарту. Фірма UMC має угоди про автоматичний роумінг з 20 країнами Західної Європи: Великобританією, Німеччиною, Францією, Нідерландами, Угорщиною, Швейцарією й ін. В цих країнах абонент UMC може користуватися своїм телефоном без обмежень. GSM-900 також поданий більше, ніж у 50 містах Росії.

Стосовно інших цифрових стандартів GSM забезпечує кращі енергетичні та якісні характеристики зв'язку, а також характеристики безпеки та конфіденційності зв'язку. Цей стандарт передбачає роботу передавачів у двох діапазонах частот: 890-915 МГц (для передавачів рухомих станцій), 935-960 МГц (для передавачів базових станцій). У цьому стандарті використовується вузькосмуговий багатостанційний доступ з часовим розділенням каналів (NB TDMA), що дозволяє організувати 8 фізичних каналів на кожній із 124 несучих частот.

Підвищення ефективності рухомих станцій досягається перемиканням робочих частот (SFH) у процесі сеансу зв'язку зі швидкістю 217 стрибків на секунду. Для боротьби з інтерференційними завмираннями прийнятих сигналів, викликаними багатопроменевим поширенням радіохвиль в умовах міста, в апаратурі зв'язку використовуються еквалайзери, що забезпечують вирівнювання імпульсних сигналів із середньоквадратичним часом затримки до 16 мкс.

Система синхронізації розрахована на компенсацію абсолютного часу затримки сигналів до 233 мкс, що відповідає максимальній дальності зв'язку або максимальному радіусу чарунки 35 км. В стандарті GSM використовується гаусова частотна маніпуляція з мінімальним частотним зміщенням (GMSK). В системі забезпечується вмикання передавача тільки при наявності мовного сигналу та відключення передавача в паузах і наприкінці розмови. Загальна швидкість перетворення мовного сигналу - 13 Кбіт/с. За даними фірми Ericsson, якість прийнятих мовних повідомлень забезпечується в GSM при відношенні сигнал/шум на вході приймача 9 дБ, для американського стандарту D-AMPS це відношення складає вже 16 дБ. У реальних каналах зв'язку при завмираннях сигналів енергетичні витрати в D-AMPS вище на 6-10 дБ, ніж в GSM. Крім того, стандарт GSM надає ряд послуг, що не реалізовані в інших стандартах стільникового зв'язку. До них відносяться:

- використання інтелектуальних SIM-карт для доступу до каналу і послуг зв'язку;
- закритий для прослуховування радіоінтерфейс;
- шифрування переданих повідомлень;
- аутентифікація абонента й ідентифікація абонентського устаткування згідно з криптографічними алгоритмами;
- використання служб коротких повідомлень;
- автоматичний роумінг абонентів різних мереж GSM;

- міжмережвий роумінг абонентів GSM з абонентами мереж DCS1800, PCS1900, DECT, а також із супутниковими мережами наземного рухомого зв'язку (Irdium, GlobalStar, Inmarsat-P).

Перше покоління стільникових систем було орієнтовано на надання абонентам радіодоступу в телефонній мережі загального користування (PSTN). В наш час вони швидко еволюціонують у напрямку створення цифрових мереж з інтеграцією служб (ISDN) і пакетним передаванням даних (PDN). Тому однією з основних вимог до другого покоління стільникових систем стало надання абонентам якомога більшого числа послуг ISDN і PDN. Це ускладнило структурну схему стільникових систем стандарту GSM/DCS.

Система GSM поділяється на підсистему мережі і підсистему базових станцій (рис.7.7). Підсистема мережі складається з центру комутації рухомого зв'язку (MSC), реєстра візитних абонентів (VLR), реєстра постійно приписаних абонентів (HLR), центру аутентифікації (AUC) та реєстра ідентифікації устаткування (EIR). Підсистема базових станцій складається з приймально-передавального обладнання (BTS) та контролерів базових станцій (BSC).

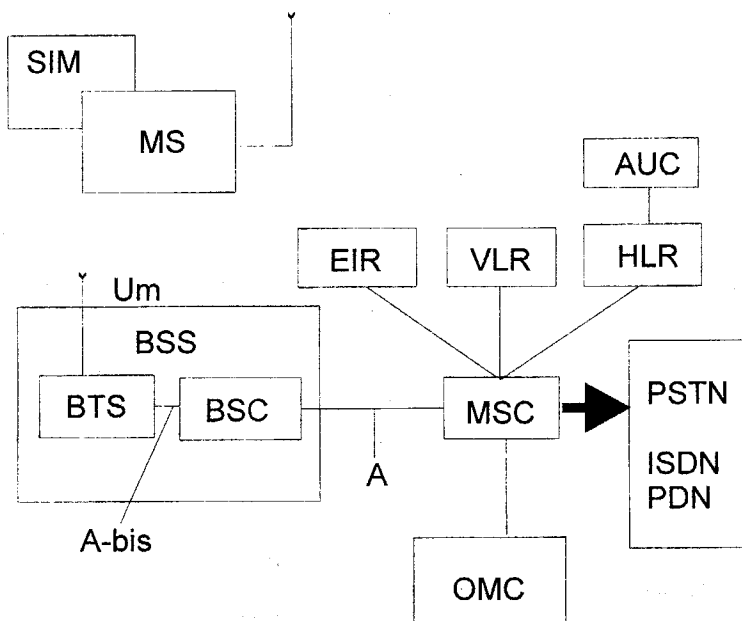


Рисунок 7.7 - Основні елементи мережі GSM

Базові станції з'єднуються з мобільними станціями (MS) радіоканалами через стандартний інтерфейс U_m . Підсистема базових станцій через стандартний інтерфейс А під'єднується до підсистеми мережі. Остання має виходи на стаціонарні мережі загального користування (PSTM, ISDN, PDN) через MSC, який обладнано міжмережевими переходами (GMSC). Обидві підсистеми зв'язані з центром технічного обслуговування (OMC).

Рухомі станції поділяються на три категорії:

- возимі, що монтуються на рухомому об'єкті із зовнішньою антеною;

- портативні, що можна установити на рухомому об'єкті, вставивши термінал в автомобільний адаптер;

- ручні, які мають невелику масу та розміри, що дозволяє абонентам мати їх при собі в будь-якій обстановці.

Кожна MS містить модуль ідентифікації абонента (SIM-картку), що являє собою вмонтований у пластикову оболонку мікročіп. В одному чіпі містяться запам'ятовуючий пристрій та мікропроцесор, який дозволяє зберігати та відтворювати всі дані, використовувані MS у процесі встановлення з'єднання. SIM-картки виготовляються або у вигляді модуля розмірами з кредитну картку, яку абонент може вставити в MS, або у вигляді невеликого модуля розмірами з поштову марку, який встановлюється в спеціально обладнаному місці MS.

У SIM-картці зберігаються:

- дані про абонента (міжнародний ідентифікаційний номер рухомого абонента (IMSI), ключ аутентифікації абонента (Ki) та клас керування доступом);

- тимчасові дані про мережу (ідентифікатор місця розташування (LAI), ключ шифрування (Ke), дані, що заборонені для доступу в рухомих мережах);

- додаткові дані, що характеризують якість обслуговування (краща мова спілкування, повідомлення про оплату і перелік заявлених послуг).

Одна з основних задач SIM-картки полягає в забезпеченні захисту від несанкціонованого використання рухомої станції. На рівні абонентського інтерфейсу в SIM-картці записується персональний ідентифікаційний номер (PIM-номер) довжиною від 4 до 8 розрядів, котрий мікропроцесор SIM-картки після вмикання станції звіряє з номером, що набирається користувачем за допомогою клавіатури. Якщо три рази підряд набрано помилковий PIM-номер, то використання SIM-картки блокується доти, поки абонент не введе 8-розрядний персональний ключ розблокування (PUK). Якщо помилковий PUK вводиться 10 разів підряд, використання SIM-картки повністю блокується й абонент змушений буде звернутися до оператора мережі. Крім того, завдяки SIM-карткам є можливість дзвонити не тільки зі свого стільникового телефону,

але і з будь-якого іншого GSM-телефону. Досить лиш вставити SIM-картку в апарат і набрати особистий ідентифікаційний PIM-номер.

Центр комутації рухомого зв'язку виконує функції комутації і управління певної географічної зони (наприклад, Москва й область). MSC керує процедурами установалення виклику і маршрутизації, формує дані, необхідні для виписки рахунків за надані послуги, накопичує дані з розмов, що відбулися, підтримує процедури безпеки та інше. Центр комутації здійснює постійне додавання за рухомими станціями, використовуючи реєстри HLR і VLR.

Реєстр постійно приписаних абонентів є базою даних, за допомогою якої можна простежити траєкторію переміщення рухомого абонента для посилення йому виклику. Крім цього, він містить інформацію про надання кожному абоненту мережі GSM додаткових послуг. При переміщенні абонента мережею GSM абонентська станція через MSC буде передавати повідомлення реєстру HLR про своє розташування, забезпечуючи його поточною інформацією, що дозволяє вхідний виклик MS передавати найкоротшим маршрутом. Реєстр HLR може спільно використовуватися декількома операторами.

Реєстр візитних абонентів є базою даних, що містить інформацію обслуговування MSC. Як тільки MS виявляється в зоні, що обслуговується іншими MSC, реєстр VLR запитує дані про MS у реєстра HLR, до якого вона приписана. У той же час HLR буде інформований про нове положення MS. Якщо з MS буде надіслано вихідний виклик, то VLR матиме всю необхідну інформацію для встановлення з'єднання без звернення до HLR. Таким чином, кожний VLR можна розглядати як частину розподіленого реєстра HLR, що має більш точну інформацію про розташування MS. Центр аутентифікації зв'язку з HLR постачає його необхідною інформацією для надання законної сили кожному абоненту, що зробив виклик в мережі GSM, а також постачає MS ключами шифрування.

Реєстр ідентифікації устаткування є обов'язковою частиною мережі GSM. Його задача - забезпечувати підвищений рівень її безпеки. При встановленні виклику кожний термінал повідомляє по радіоканалу свій серійний номер, що зберігається в ROM-пам'яті. Якщо цей номер відсутній в EIR, то стільниковий телефон дозволяє доступ до мережі.

Базова станція є інтерфейсом між рухомою та стаціонарною частинами GSM. Число приймально-передавальних блоків на кожній BS дорівнює числу частотних каналів, виділених цій станції. Область обслуговування BTS, тобто розмір і конфігурація стільника, залежить від вихідної потужності її передавача, типу та висоти підвішення антени. Контролер керує роботою BTS. Число базових станцій, що можуть бути під'єднані до одного BSC, залежить від конкретного виробника

устаткування і може змінюватися від декількох десятків до декількох сотень.

Центр технічного обслуговування виконує функції експлуатації, адміністрування та відновлення роботоздатності різних елементів мережі GSM.

Подальшим розвитком і доповненням GSM-900 є стандарт GSM-1800. Послуги зв'язку в цьому стандарті надає в Україні Golden Telecom. Кількість абонентів поки не дуже велика, і усі вони зосереджені в Києві. Можливий автоматичний роумінг з Росією, а також Словаччиною, Швейцарією, Данією та Великобританією. Даний стандарт працює на більш високій частоті, ніж GSM-900 і, що важливо, у діапазоні, не зайнятому іншими радіозасобами. Справа в тому, що перед розгортанням мереж стільникового зв'язку GSM-900 необхідно було провести деякі підготовчі організаційні заходи, пов'язані з тим, що діапазон 900 МГц давно використовувався в СНД у системах авіаційної радіонавігації, вторинної радіолокації та керування повітряним рухом. Стандарт GSM-1800 передбачається надалі застосовувати в системах глобального мобільного персонального зв'язку, що організовується за допомогою групи низькоорбітальних супутників "Гридіум" або проекту "Global Star", що об'єднують послуги стільникового зв'язку GSM-1800, бездротового телефону стандарту DECT та мобільного супутникового зв'язку.

Безсумнівною перевагою мережі GSM-1800 є те, що вона здатна обслужити значно більше користувачів, ніж GSM-900, що особливо актуально для перевантаженої абонентами Європи. Розмір чарунки в GSM-1800 менший, і для розгортання мережі потрібно в 3-4 рази більше базових станцій, ніж у GSM-900. Зате позитивним моментом є найменша серед всіх інших стандартів потужність випромінювання телефонів, що дуже важливо з погляду безпеки для здоров'я користувачів.

Стандарт GSM-1800 сумісний із GSM-900 і з GSM-1900 - американським варіантом GSM. Це означає, що SIM-картка апарата GSM-1800 також може використовуватися й у телефонах інших GSM-стандартів. Крім того, випускаються стільникові телефони, наприклад Nokia 8110, що працюють у двох стандартах GSM-900 та GSM-1800.

Компанія DCC надає послуги стільникового зв'язку в стандарті DAMPS для більш, ніж 10 тисяч абонентів у Києві, Дніпропетровську і Донбасі (Донецьк, Маріуполь, Макіївка, Горлівка), Харкові й Одесі. Користувачі DCC можуть стати абонентами радіотелефонної мережі СНД "Білайн" і працювати в більш, ніж 50 містах Росії, Грузії, Казахстану, Узбекистану, Киргизії. Крім СНД стандарт DAMPS поширений тільки в США, де він був створений. У Західній Європі даний стандарт взагалі відсутній, що є його серйозним недоліком. Інший недолік DAMPS полягає в тому, що через особливості організації керування мережею в ньому немає можливості забезпечити автоматичний роумінг. Після прибуття в

інше місто абонент повинен зареєструватися в мережі гостьового оператора. Однак у деяких випадках в цьому можуть бути і свої плюси. Наприклад, коли абонент знаходиться в іншому місті і веде розмову з таким же абонентом, то вартість розмови в DAMPS виявляється меншою, тому що при цьому немає необхідності завантажувати міжміські лінії зв'язку. Стандарт DAMPS несумісний з іншими цифровими стандартами. Тому перед від'їздом у країну, де цього стандарту немає, абонент повинен орендувати на час поїздки у свого оператора апарат іншого стандарту, що створює відповідні труднощі.

7.4 Рухомі станції стільникового зв'язку

Єдиною частиною системи GSM, яку бачить звичайний користувач, є його рухома станція-MS (англ. Mobile Station). Вона називається просто стільниковим телефоном. Існує кілька класів рухомих станцій, які відрізняються одна від одної потужністю передавача, розмірами та можливостями взаємодії з пристроями передачі даних.

Рухомі станції відрізняються одна від одної як функціями, основними і додатковими, так і електричними параметрами, тобто, перш за все максимальною потужністю рівня передачі, що впливає на розміри станції, та часом роботи акумуляторів.

В таблиці 7.3 показано класи рухомих станцій, які об'єднані в стандарті GSM, як в діапазоні 900 мГц (GSM-900), так і діапазоні 1800 мГц (система DSC-1800). Клас рухомих станцій визначено в залежності від максимальної потужності передавача. Історично найстарішими і найважчими були возимі станції, призначені для монтування в автомобілях з антеною, яка монтується ззовні автомобіля. Наступним етапом в еволюції рухомих станцій були переносні моделі. Відносно висока потужність возимих і носимих станцій, привела до того, що вони використовуються і зараз, а саме там, де місцевість покрита великими стільниками (напр. сільська місцевість). Носимі станції можуть бути також пристосовані до монтажу в автомобілях. Останньою, найбільш популярною зараз генерацією рухомих станцій, є кишенькові станції. Малі, вигідні і легкі термінали із інтегрованою антеною, досить зручні для малостільникових міських територій. Кінцевим обладнанням системи GSM може бути також безпроводний телефонний автомат та безпроводна комутаційна станція (використовується, наприклад, на кораблях, в поїздах і т. і). Рухомі станції можуть також використовуватися для нерозмовних цілей, наприклад для передачі результатів вимірювань.

Більшість рухомих станцій, які зараз продаються, – це кишенькові термінали, що призначені для передачі сигналів мови. Важливим застосуванням терміналів системи GSM є передача даних, тобто сигналів з

комп'ютерних модемів і телефаксу. З точки зору пристосування до передачі даних, термінали системи GSM поділяються на три типи, в залежності від місця встановлення модуля, що реалізовує адаптивні функції TAF (англ. Terminal Adaptation Functions), які необхідні для передачі даних (рис. 7.8)

- MT0 (англ. Mobile Terminal type 0) – це найпростіший випадок, в якому як функції зовнішнього пристрою, так і адаптивні функції інтегровані в одному пристрої. Термінали MT0 існують тільки для передачі мови;
- MT1 (англ. Mobile Terminal type 1) – це варіант, в якому термінал, який має ISDN-івський інтерфейс "S". До нього можуть бути під'єднані будь-які зовнішні пристрої ISDN. Зовнішні пристрої, що мають модемний інтерфейс, можуть взаємодіяти з терміналом MT1 через ISDN-івський адаптер терміналу TA (англ. Terminal Adapter) – в цьому випадку адаптивні функції розподіляються між MT1 і TA;
- MT2 (англ. Mobile Terminal type 2) – це варіант, в якому адаптивні функції TAF повністю інтегровані з терміналом і взаємодіють із зовнішнім пристроєм через класичний модемний інтерфейс.

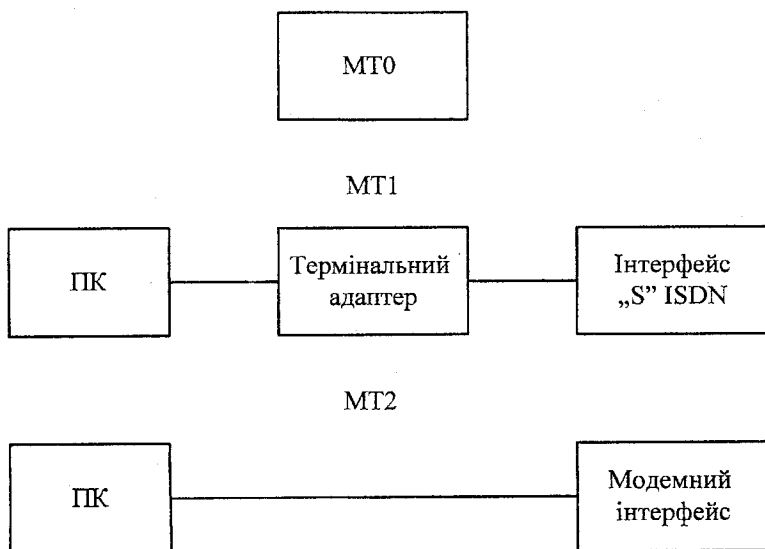


Рисунок 7.8 – Типи мобільних терміналів з точки зору можливості передачі даних

На рис. 7.9 подано структурну схему рухомої станції GSM. Вона відповідає окремим етапам перетворення сигналу, що передається від мікрофону аж до моменту генерації сигналу на радіочастоті. З іншого боку показано на ній окремі етапи обробки прийнятого сигналу.

На рис. 7.10 показано, для прикладу, спрощену функціональну схему носимої рухомої станції типу MT2. В цьому прикладі цифрова частина основної трансмісійної ланки станції містить три цифрові мікросхеми мікросхем, які реалізують відповідно кодування і декодування в каналі та корекцію радіоканалу.

В аналоговій частині основної ланки обробки сигналів знаходиться аналогова мікросхема інтерфейсу між аналоговою частиною і цифровою, а також підсилювачі, фільтри та конвертори частоти, АЦП, мікросхеми спряження і приймально-передавальна антена.

Таблиця 7.3 – Класи мобільних станцій в системах GS-M 900 і DSC-1800

GSM 900		DCS 1800	
Потужність передавача	Типи станцій	Потужність передавача	Типи станцій
20 Вт (43 дБп)	возимі носимі	1 Вт (30 дБп)	кишенькові
8 Вт (39 дБп)	возимі та носимі	0,25 Вт (24 дБп;)	кишенькові
5 Вт (37 дБп)	кишенькові	—	—
2 Вт (33 дБп)	кишенькові		
0,8 Вт (29 дБп)	кишенькові	...	...

Допоміжні функції виконуються в аналоговій частині модулем синхронізації, побудованим на основі фазової петлі та кварцового генератора. Подібно в цифровій частині знаходяться дві цифрові мікросхеми, що виконують, відповідно, функції керування та адаптивні (стикові) TAF функції для передачі даних, а також зчитувач з модуля ідентифікації абонента SIM. Інтерфейс з користувачем складається з клавіатури, мікрофону і навушника та дисплея, необхідного, між іншим, для передачі коротких текстових повідомлень.

Основні функції, що виконуються рухомою станцією:

- обробка прийнятих і переданих сигналів;
- допоміжні функції, що пов'язані з трансмісією – стрибки частот, регулювання потужності, вимірювання якості прийнятого сигналу (вимірювання ймовірності помилок) від власної "базової" станції вимірювання потужності прийнятих сигналів від "власної" і сусідніх базових станцій;
- функції інтерфейсу з користувачем – дозволяють користувачу зв'язатися з системою, використовуючи рухому станцію;

• функції, що пов'язані з передачею даних, тобто адаптивні функції, та функції, пов'язані із способом передачі з автоматичною ретрансляцією помилкових пакетів ARQ (англ. Automatic Repeat reQuest). В системі GSM рухома станція була стандартизована тільки частково. Не стандартизований, наприклад, інтерфейс людина-машина. Отже, стандарт закінчується "всередині" рухомої станції, між радіоінтерфейсом і користувачем.

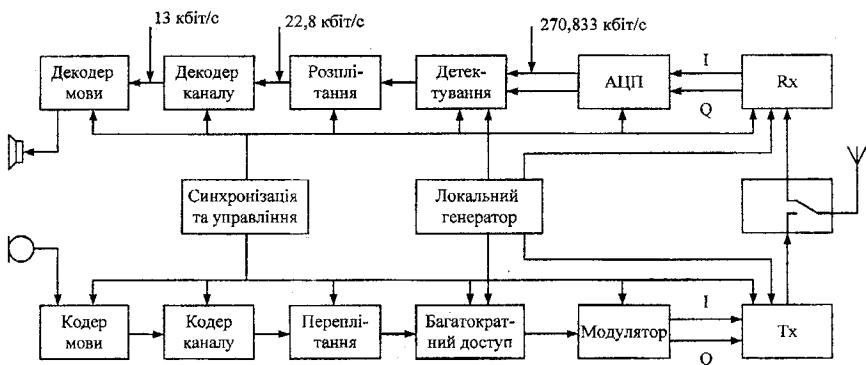


Рисунок 7.9 – Структурна схема мобільної станції

Виробникам залишено певну свободу в проектуванні рухомих станцій, але діюча рухома станція не може вносити завад в роботу інших систем та повинна виконувати вимоги щодо зовнішніх параметрів.

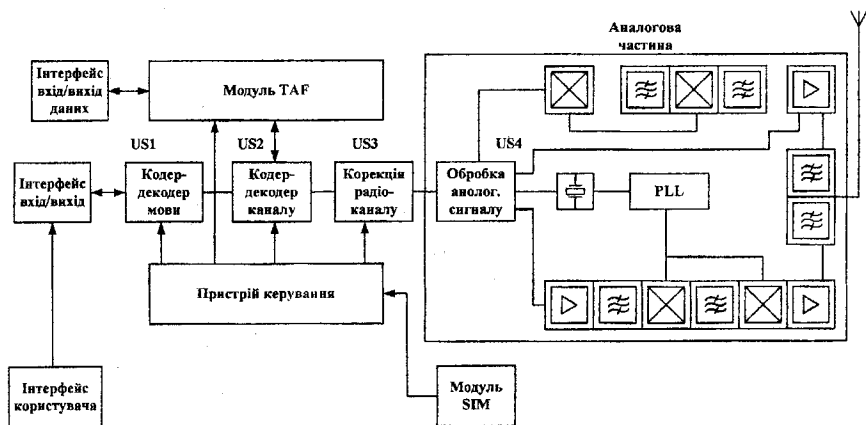


Рисунок 7.10 – Приклад функціональної схеми мобільної станції

Рухому станцію побудовано, як інтелектуальний термінал. Вона виконує, звичайно, ряд локальних функцій (англ. Lokal features), виконання яких не потребує співпраці мережі. Тільки частина з них належить до мінімальної групи основних функцій, які повинен виконувати кожний термінал. Крім того, виробники можуть надати йому функції, які не закладені в стандарті GSM. Група основних функцій робить одноманітними і спрощує користування терміналами незалежно від його типу і виробника. Важливою причиною, що виправдовує необхідність об'єднання групи основних функцій, є присутність стандартного модуля SIM. Функції, які необхідні для правильної роботи модуля SIM, повинні знаходитись в кожній руховій станції.

До групи основних локальних функцій належать такі функції: висвітлення набраного номера, висвітлення інформації про перебіг виконуваного з'єднання, висвітлення інформації про систему GSM (країна+оператор), можливість вибору оператора в даній країні, можливість запису в терміналі міжнародного ідентифікаційного номера IMEI. Важливими функціями, які не є основними, є функції, що пов'язані з обслуговуванням коротких текстових повідомлень, тобто сигналізування про отримання повідомлень та сигналізування про переповнення пам'яті короткими повідомленнями. Інші функції, необов'язкові, це, наприклад, виконання рухомою станцією функції ISDN-івського інтерфейсу "S", скорочений вибір, можливість встановлення з'єднань тільки до деяких номерів, повтор останнього номера, блокування вихідних з'єднань чи висвітлення нарахування оплати і т. і.

Основною функцією, яка виконується в трансмісійному аспекті рухомою станцією, є генерація правильного сигналу на радіочастоті та посилення його в канал. В зв'язку з тим, що кількість рухомих станцій та інших електронних пристроїв, які мають доступ до радіоканалу, може бути дуже великою, необхідним є дуже старанний нагляд за електричними параметрами випромінюваного сигналу. Нижче описано кілька найважливіших вимог, об'єднаних в стандарті GSM, які стосуються параметрів випромінюваного сигналу в радіоканал.

Проаналізуємо потужність передавача. В таблиці 7.3, подано класи рухомих станцій систем GSM-900 та DSC-1800 з точки зору максимальної потужності передавача рухомої станції. З іншого боку, дуже важливо щоб не передавати потужності більшої, ніж необхідно для якісної передачі. Дуже високий рівень сигналу передачі рухомої станції збільшує рівень інтерференції в сусідніх каналах і скорочує термін дії батарей. В системі GSM застосовано механізм управління потужністю (англ. Power control). З наказу базової станції рухома станція повинна мати можливість регулювання рівня сигналу передачі від максимального рівня для свого класу, через 2 дБ, до мінімального рівня +13 дБн. Це дозволяє динамічно

регулювати потужність сигналу передачі в залежності від відстані між рухомою та базовою станціями. Побічним ефектом регулювання потужності рухомої станції є небажане випромінювання в сусідніх радіоканалах на частоті, вищій від несучої на 400 кГц. З метою максимального обмеження інтерференції між рухомими станціями, які працюють в одній і тій комірці, специфікація GSM окреслює максимальну величину небажаного випромінювання в діапазоні приймання рухомої станції GSM (канал "вниз" – 935–960 МГц): для рухомих станцій першого класу -76 дБп і -84 дБп для інших класів. Крім того, стандарт GSM об'єднує також зразки, що характеризують часові параметри процедур ввімкнення і вимкнення рухомої станції (рівень потужності передавача від функції часу).

Розглянемо небажане випромінювання поза діапазоном. Крім описаних вище обмежень, що стосуються максимальних рівнів небажаних сигналів, генерованих в діапазоні GSM, стандарт GSM об'єднує також обмеження на потужність небажаних сигналів на частотах, що лежать поза діапазоном GSM. Метою обмежень є уникнення інтерференції з електронним обладнанням, діючим в інших діапазонах частот. Обмеження стосуються максимальної величини потужності небажаного сигналу в діапазоні частот від 9 кГц до 12,75 ГГц. Ці величини становлять: -36 дБп для діапазону від 9 кГц до 1 ГГц (за винятком діапазону GSM) і -30 дБп для діапазону від 1 ГГц до 12,75 ГГц.

Базова станція підстроює частоту рухомої станції на свій дуже точний еталон. Висока стабільність частоти в передавачах базових станцій (не менше $5 \cdot 10^{-8}$) дозволяє застосувати відносно дешеві кварцові генератори в рухомих станціях (їх стабільність приблизно рівна $5 \cdot 10^{-6}$). Для порівняння, рухомі станції в аналогових стільникових системах повинні мати стабільність частоти приблизно $1 \cdot 10^{-6}$.

В системі GSM застосовано модуляцію GMSK з параметром BT=0,3. Постійна обвідної сигналу GMSK дозволяє застосувати в рухомих станціях високопродуктивні нелінійні підсилювачі класу C. З метою забезпечення ефективного використання діапазону частот в стандарті GSM введено досить жорсткі вимоги щодо точності модуляції. Максимальне відхилення несучої частоти становить 90 Гц, а середньоквадратична величина шуму фази не може перевищувати 5%.

Проаналізуємо динамічний діапазон. Мінімальні межі регулювання приймача рухомої станції становлять 94 дБ (92 дБ для кишенькових терміналів), що дозволяє рухомій станції приймати сигнали на відрізок від -10 до -104 дБп (до -102 дБп для кишенькових терміналів).

Живлення рухомих станцій є важливим параметром саме тоді, коли беремо до уваги прагнення створити щораз менші і легші термінали, в яких часто містяться акумулятори все меншої ємності. З іншого боку, конструктори рухомих станцій прагнуть забезпечити своїм виробам хоча б

8-годинний "робочий день". В цій ситуації широко використовуються елементи CMOS, бо мають малу споживану потужність. Шансом створення економічніших терміналів є розвиток напівпровідникових технологій, тобто створення елементів, що потребуватимуть щораз менших напруг живлення. Основним обмеженням в цьому випадку є, однак, аналогова радіочастина, яка потребує певної потужності для передачі сигналу в радіоканалі.

В системі GSM впроваджено розподіл між характеристиками абонента і його обладнанням. Рухома станція була поділена на дві частини. В першій частині містяться всі функції запрограмованого обладнання, що пов'язані з обслуговуванням радіоінтерфейсу, а також стику із зовнішніми пристроями. В другій містяться ідентифікаційні дані користувача. Перша частина - це, практично, термінал системи GSM, який однак для своєї роботи потребує "ключа", пов'язаного з абонентом, який його використовує. Цим ключем є так званий ідентифікаційний модуль абонента SIM (англ. Subscriber Identity Module). В стандарті GSM рухома станція, позбавлену модуля SIM, називають рухомихм обладнанням (англ. Mobile Equipment-ME). Стик між модулем SIM і рухомихм обладнанням стандартизований (так званий Інтерфейс SIM-ME).

Переваги відокремлення модуля SIM від решти функцій рухомої станції системи GSM такі. В типових аналогових стільникових системах залишення терміналу без нагляду давало неуповноваженим особам можливість доступу до засобів абонента, включно з веденням розмов за його рахунок, читанням повідомлень, що надходять до цього абонента, і т. д. Позичити термінал іншій особі було нелегко, а купівля терміналу відбувалась тільки в спеціалізованих пунктах і була рівнозначною з реєстрацією абонента в системі. Обмін терміналу на інший, більш сучасний, був пов'язаний з необхідністю візиту до представника оператора системи.

Всі ці проблеми були розв'язані з впровадженням в системі GSM ідентифікаційного модуля абонента SIM. В цьому випадку рухоме обладнання ME без модуля SIM стало майже "обладнанням домашнього господарства", яке можна придбати без обмежень в магазинах, тому що його купівля відокремлена від реєстрації абонента в системі GSM. Єдиним елементом, який потрібно старанно зберігати, є модуль SIM, але цей модуль захищений від несанкціонованого доступу системою символів. Володіння кількома терміналами не викликає проблем для абонента, їх монтують фірми, здають на прокат в автомобілі або в таксі. Наприклад, власники кишенькових терміналів, придатних для міських теренів, переїзжаючи в сільську місцевість можуть брати на прокат термінали більшої потужності. Абонент, який має тільки карту SIM, може телефонувати з різних терміналів за власний рахунок, причому термінал позбавлений модуля SIM, дозволяє вести нетарифіковані розмови

(телефонувати в поліцію, пожежну, швидку допомогу і т. д.). Будь-які зміни інформації, записаної на карті SIM (напр. зміна повноважень абонента), вже не потребують посередництва продавців обладнання і навіть втручання в сам пристрій - оператор обмежується контактом з користувачем і його модулем SIM.

Модуль SIM може бути виконаний, як інтелектуальна карта (англ. smart card), розмірами стандартної кредитної картки, яка вкладається до зчитувача терміналу перед встановленням зв'язку і виймається після його закінчення. Незалежно від способу виконання, модуль SIM містить в собі мікрокомп'ютер з пам'яттю ROM, EEPROM, RAM і процесор з пристроями введення/виведення. Модулі такого типу, виконані в формі карт, використовуються все частіше в різних пристосуваннях, від інтелектуальних телефонних карт до банківських карт, системи нагляду за доступом до закритих об'єктів і т. д.

Найважливіші функції модулю SIM такі:

- зберігання інформації, записаної оператором, і використання її в процедурах, що пов'язані із захистом системи та генеруванням ключа Kc, який шифрує передачу в радіоканалі;
- зберігання оперативної інформації, згрупованої користувачем коротких повідомлень, що надходять до нього;
- захист доступу до даних за допомогою кодів доступу.

Модуль SIM охороняється від доступу неуповноважених осіб за допомогою коду доступу PIN (англ. Personal Identity Number). Код PIN записується в модулі SIM в момент реєстрації користувача в системі. Він становить від 4 до 8 цифр. Користувач має можливість зміни як самого коду, так і його довжини, може також вивести його з дії, використовуючи спеціальну функцію (англ. PINdisabling function). Триразове вписування помилкового коду PIN приводить до заблокування карти. В такій ситуації карта SIM може бути розблокована тільки після введення довшого розблоковувального коду PUK (англ. Personal Unblocking Key).

Підсумовуючи сказане, в модулі SIM зберігається така інформація:

- ідентифікаційний ключ та алгоритми шифрування для криптографічних процедур (Ki, A3, A8);
- міжнародний номер рухомого абонента (IMSI);
- номер "обладнання" абонента в мережі GSM (IMEI);
- тимчасовий номер рухомого абонента (TMSI);
- інформація про актуальне положення рухомої станції, тобто номер зони викликів (LAI);
- повноваження абонента;
- список скорочених номерів з індексом;
- короткі текстові повідомлення, прийняті під час відсутності абонента;
- права абонента відносно вибору системи GSM;

- код доступу (PIN) та розблокувальний код (PUK).

Впровадження модуля SIM – це крок в напрямку систем особистого зв'язку PCN (англ. Personal Communication Network), в яких в майбутньому користувач, маючи тільки свій ідентифікатор, буде мати можливість використовувати послуги будь-якої телекомунікаційної системи в будь-який момент часу і в будь-якому місці на землі, оплачуючи тільки за фактичне використання засобів системи.

Контрольні запитання

1. Навести основні складові стільникової мережі зв'язку.
2. Як впливають розміри чарунки на якість стільникового зв'язку?
3. Чим відрізняється стільникова мережа зв'язку від мікростільникової мережі на базі безшнурової телефонії?
4. Особливості роумінга абонентів стільникової мережі телефонного зв'язку.
5. Чому в Україні була насамперед впроваджена стільникова мережа стандарту NMT-450i?
6. Пояснити особливості визначення місцеположення рухомої абонентської станції.
7. Провести порівняльний аналіз стільникових мереж стандартів NMT-450i та GSM-900.
8. Від чого залежить розмір кластера стільникової мережі?
9. Особливості побудови абонентської станції аналогового типу.
10. Як реалізується дуплексний режим роботи в різних стандартах стільникових систем?
11. Які методи розділення каналів використовуються в стільникових мережах стандарту GSM-900?
12. З якою метою використовуються SIM-картки?
13. Пояснити чому стільникова мережа з кодовим розділенням каналів є перспективною.
14. Які особливості підтримання неперервного зв'язку в стільниковій мережі?
15. Навести класифікацію методів багатостанційного доступу.
16. Пояснити основні принципи тарифікації в мережах радіотелефонного зв'язку.
17. Як реалізується естафетна передача в системі NMT?
18. Навести протокол встановлення вхідного виклику в системі NMT.
19. Пояснити які перспективи розвитку стільникових мереж зв'язку в Україні.

Література [19 - 23]

8 ЗАСОБИ ПЕЙДЖИНГОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

8.1 Етапи розвитку пейджингового зв'язку

Пейджинговий зв'язок спочатку використовувався для персонального радіовиклику. Зараз пейджинговий зв'язок має досить широкі можливості, перетворившись у самостійну сферу послуг і надаючи абонентам широкий спектр можливостей щодо забезпечення різноманітною інформацією.

Рівень розвитку мереж операторів пейджингового зв'язку в наш час такий, що дозволяє охоплювати практично всі регіони України. Найбільшого поширення ринок пейджингового зв'язку одержав у Києві.

Застосування пейджерів можна віднести до 1921 року, коли принцип радіопошуку був використаний поліцією Детройта. Вже в 30-х роках подібні системи почали широко використовуватися в США урядом і збройними силами. Правда, тоді вони не були персональними і служили для передавання через диспетчера голосових повідомлень мобільним підрозділам. При цьому потрібно було прослухувати всі повідомлення, щоб не пропустити своєї інформації. Така система була незручна, потребувала постійної уваги, а про конфіденційність не могло бути і мови. Розробником першої у світі системи персонального радіовиклику стала англійська фірма MULTI-TONE. Відбулося це в 1956 році, коли в одній з лікарень Лондона була розгорнута перша мережа персонального радіопошуку. До складу мережі входив малопотужний радіопередавач, потужності якого вистачало для обслуговування декількох корпусів. Кожний лікар мав при собі невеличкий приймач. Коли необхідно було викликати або знайти лікаря, з центрального передавача посилався індивідуальний сигнал на відповідний приймач. Лікарю залишалося тільки подзвонити в диспетчерську з найближчого телефону та з'ясувати, кому і навіщо він потрібен. До речі, саме англійці й дали своєму кишеньковому приймачу назву – пейджер.

Пейджер завдяки своїй мініатюрності, простоті та мобільності став популярним у багатьох країнах. Але справжній успіх очікував його в країнах з низьким рівнем розвитку традиційних і рухомих засобів зв'язку. Наприклад, у Китаї в окремих містах до 80% населення мають пейджери.

На початку 90-х років на фоні бурхливого розвитку транкінгового та стільникового зв'язку пророкували падіння популярності пейджингу. Але цього не відбулося. На користь пейджингового зв'язку говорить висока ефективність використання частотного ресурсу та низька вартість наданих послуг. У табл. 8.1 наведено число власників пейджерів у різних регіонах та динаміка їхнього росту.

На початку 1998 року вихід із ладу зв'язкового супутника, що обслуговує пейджинговий зв'язок у США призвів майже до національної трагедії - мільйони користувачів і тисячі відповідних служб вмиль позбавилися оперативного зв'язку. Про цю катастрофу повідомило

телебачення більшості країн світу. Це говорить про важливу роль пейджингового зв'язку в сучасному суспільстві.

Таблиця 8.1 - Число пейджерів в різних регіонах (млн. шт.)

Регіон	1990	1991	1992	1993	1994	1995
США	10,0	11,2	13,0	15,0	17,5	20,5
Азія	7,5	9,0	11,0	13,7	17,0	21,2
Європа	2,0	2,2	2,4	2,6	3,1	4,5

8.2 Особливості реалізації пейджера

Структурна схема пейджера подана на рис. 8.1. Основними його компонентами є приймач, детектор, декодер, пристрій цифрової обробки та збереження інформації, а також дисплей відображення інформації. Приймач будується за супергетеродинною схемою з подвійним перетворенням частоти (перша проміжна частота – 10,7 або 21,4 МГц, а друга – 30 кГц)

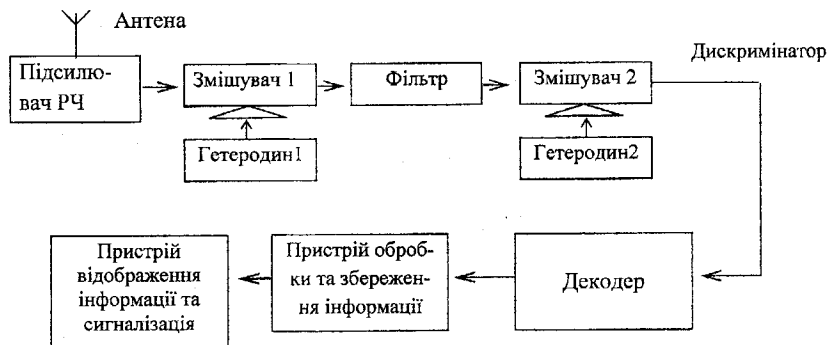


Рисунок 8.1 - Спрощена структурна схема пейджера

Подвійне перетворення частоти використовується для того, щоб поліпшити чутливість приймача, тому що цей параметр істотно впливає на якість роботи всієї системи. Друга особливість роботи пейджера – режим економії енергії батарей. Основна потужність елементів живлення витрачається у високочастотних каскадах і каскадах звукової сигналізації. Тому, якщо вони будуть працювати не постійно, а в імпульсному режимі, це значно збільшить термін служби батарей. Здійснити такий режим

дозволяє в структурі пейджингового протоколу його преамбула. Щоб визначити, приймається преамбула чи ні, пейджеру достатньо вмикатися приблизно на 100 мс щосекунди. При цьому, якщо преамбула не виявлена, приймач знову відключається. Особливої уваги заслуговує антена пейджера. Ефективність дії будь-якої антени залежить від того, наскільки добре вона виділяє електромагнітну енергію з навколишнього простору. У пейджерах використовуються рамкові антени. Розміри пейджера для зручності користування невеликі і при цьому, природно, малі і розміри антен.

Операторам пейджингових систем у різних країнах виділяються різноманітні робочі діапазони частот. Тому при майже однакових розмірах (60 × 40 мм) пейджерів ефективність антен буде різноманітною. Наприклад, при збільшенні робочої довжини хвилі в 2 рази, коефіцієнт підсилення антени зростає приблизно в 4 рази. При змінюванні довжини хвилі (при незмінних розмірах рамкової антени) значно змінюється опір випромінювання антени, що ускладнює її узгодження з підсилювачем РЧ приймача пейджера. Саме ці чинники змушують спеціалістів вдаватися до різних засобів поліпшення якості роботи системи в цілому, основним із яких є збільшення потужності передавача. З антеною пейджера пов'язана ще одна проблема. Мова йде про висоту розташування і про умови поширення радіохвиль. Потрібно знати, що якість роботи радіосистеми (достовірність прийнятої інформації) залежить не тільки від потужності передавача, але і від чутливості приймача, а також від міської забудови, ландшафта місцевості.

Чутливість пейджера визначається як рівень електромагнітного поля, виражений у мкВ/м, при якому пейджер приймає повідомлення з достовірністю 50% при його довільному обертанні навколо вертикальної осі. Слід також пам'ятати, що різні типи пейджерів (тональні, цифрові і буквенно-цифрові) мають відповідну чутливість. Наприклад, буквенно-цифрові пейджери потребують приблизно в 2 рази вищу чутливість та більш потужні пейджингові передавачі, чим тональні пейджери.

8.3 Особливості організації пейджингового зв'язку

Персональний радіовиклик (пейджинг) – це послуга електровз'язку, що забезпечує односторонню безпроводну передачу інформації в межах зони, що обслуговується. В основу роботи систем персонального радіовиклику (цей термін використовується в стандартах на засоби зв'язку і в технічній літературі) закладено принцип, при якому в більшості випадків не потрібно організовувати двосторонній зв'язок, а достатньо передати тільки коротку інформацію або навіть просто виклик. Така задача

вирішується шляхом використання одного радіопередавача при наявності в кожного абонента приймача-пейджер.

На рис. 8.2 подана функціональна схема організації пейджингового зв'язку. Головною частиною пейджингової системи, що визначає її основні параметри, є пейджерний термінал. Цей пристрій одержує від оператора пейджингового зв'язку адресу абонента і призначене йому повідомлення та видає на передавач сформований у відповідному форматі сигнал. Характеристики терміналу визначають кількість підтримуваних системою абонентів, вид використовуваних пейджингових протоколів, можливість керування одним або декількома передавачами. Зараз існує досить широкий спектр терміналів - від найпростіших, що мають базу даних на 1000 абонентів і виконаних у вигляді окремої комп'ютерної плати, до складних систем, розрахованих на 200 тисяч абонентів. Головне призначення терміналу - збереження в енергонезалежній пам'яті бази даних абонентів і перетворення інформації, що надходить, у низькочастотний сигнал пейджингового формату.



Рисунок 8.2 - Організація пейджингового зв'язку

Більшість пейджингових терміналів як пристрій введення використовують персональний комп'ютер. Фізична інформація передається на термінал через послідовний порт RS-232.

Більшість фірм-виробників пейджингових терміналів використовують для передачі даних у пейджинговий термінал єдиний стандарт - протокол TAP. Розроблювачі пейджинг-терміналів, як правило, тільки вносять свої незначні зміни і доповнення. Від моделі терміналу і його функціональних можливостей залежить і число передавачів, що використовуються одночасно в системі персонального радіовиклику. Система з одним передавачем достатньо проста, але не завжди забезпечує абонентам гарантований прийом повідомлень у радіусі дії системи.

Функцією передавача є формування високочастотного коливання та модуляція його низькочастотним сигналом, сформованим у пейджинговому терміналі. Як передавач в різних системах

використовується або спеціалізований цифровий передавач, або аналоговий (наприклад, усім відома радіостанція фірми MOTOROLA GM300). Як антена використовується антена з круговою (або близькою до неї) діаграмою спрямованості в горизонтальній площині. Смуга пропускання антени досить велика, тому що інформація передається в цифровому вигляді, а частотний спектр прямокутних імпульсів дуже широкий.

8.4 Структури пейджингових мереж

За своїм призначенням пейджингові мережі можна розділити на локальні (відомчі), міські загального користування та регіональні. Локальні пейджингові мережі забезпечують передавання повідомлень у межах будинку або на обмежених територіях в інтересах окремих груп користувачів (рис. 8.3). Типова область їх застосування - готелі, лікарні, аеропорти. Вони дозволяють швидко передавати інформацію співробітнику незалежно від його місця розташування, що набагато підвищує ефективність роботи. Як правило, передавання повідомлень у таких пейджингових системах здійснюється операторами з пультів керування без взаємодії з телефонною мережею загального користування. Пейджинговий термінал перетворює передану інформацію в спеціальні сигнали й керує передавачем з вихідною потужністю до 5 Вт (інколи термінал і передавач об'єднують в одному корпусі). Для введення повідомлень у найпростіших моделях терміналів використовують вмонтовану клавіатуру. Більш досконалі моделі дозволяють підключати персональний комп'ютер. Все устаткування можна легко розташувати в секретаря або диспетчера.



Рисунок 8.3 - Локальна пейджингова мережа

Розрахунки показують, що в організації, де передбачається використовувати більш 15-20 пейджерів, своя локальна мережа стає вигідною (якщо, звичайно, є дозвіл на використання частоти і не потрібно великого радіуса дії). Ефективність використання локальної системи буде ще вищою, якщо застосовувати мережне програмне забезпечення та встановити його на всі персональні комп'ютери організації. Це дозволить відправляти повідомлення без допомоги диспетчера. Якщо ж це програмне забезпечення інтегрувати з офісною системою електронного документообігу, то ефективність її функціонування значно підвищиться.

Під міськими пейджинговими мережами загального користування розуміють сукупність технічних засобів, за допомогою яких телефонною мережею відбувається передавання необхідних повідомлень. Основна відмінність цих систем від локальних - більший радіус дії (десятки кілометрів) та більше число абонентів (декілька тисяч). Схема будови такої мережі подана на рис. 8.4. Вихідна потужність передавачів таких систем 150-300 Вт. Вони мають ефективні антени з великою висотою підвішення (телевежі, висотні будинки). Повідомлення приймаються операторами по телефону і вводяться за допомогою персональних комп'ютерів, об'єднаних локальною мережею. Спеціальне програмне забезпечення передає всі повідомлення на пейджинговий термінал і далі - на передавач. Незважаючи на значну вартість устаткування міська мережа в розглянутій конфігурації проста. Це пояснюється наявністю одного передавача.

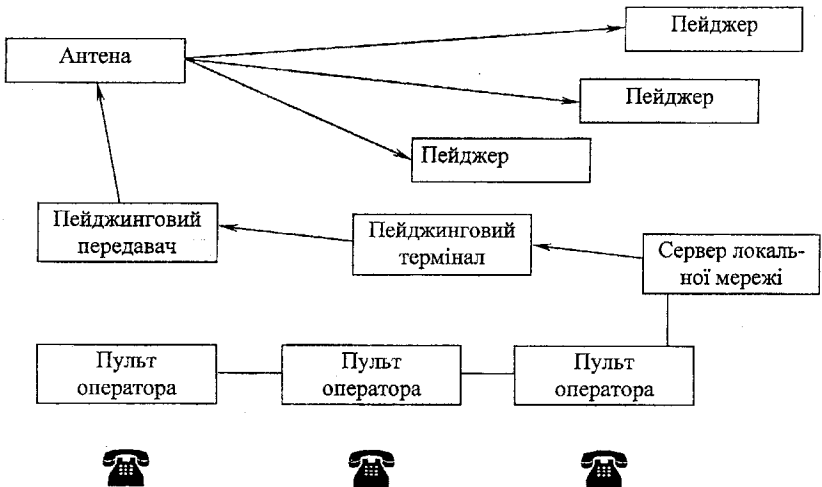


Рисунок 8.4 - Структура міської пейджингової мережі

Основною проблемою при побудові регіональної багатозонової пейджингової мережі є інтерференція сигналів сусідніх передавачів (рис. 8.5). Для усунення цього ефекту застосовується синхронне передавання (simulcast-системи) та часове розділення. У simulcast-системах передавачі працюють одночасно і пейджер "не помічає" їхнього взаємного впливу. Це дозволяє досягти максимальної ємності мережі. Платою за це є висока ціна апаратури та дуже високі вимоги до якості каналів зв'язку.

При часовому розділенні цикл роботи системи розбивається на декілька часових вікон і для кожного передавача виділяється своє вікно. Завдяки цьому в зоні дії декількох передавачів, пейджер у кожний момент часу приймає сигнал тільки одного з них. Це спрощує вимоги до апаратури та каналів зв'язку, але знижує максимальну ємність системи: у 2 рази для двочасових вікон і приблизно в 3 рази для трьох вікон.

В наш час різноманітними фірмами США, Японії, Великобританії розроблені численні типи локальних і національних пейджингових систем. Фірми-оператори пейджингових систем прагнуть до створення загального ринку устаткування і послуг зв'язку. Вживаються заходи для координації робіт і створення єдиних інтернаціональних стандартів пейджингових мереж, що могли б забезпечити масове виробництво уніфікованих приймачів і створення загальноєвропейського роумінгу.

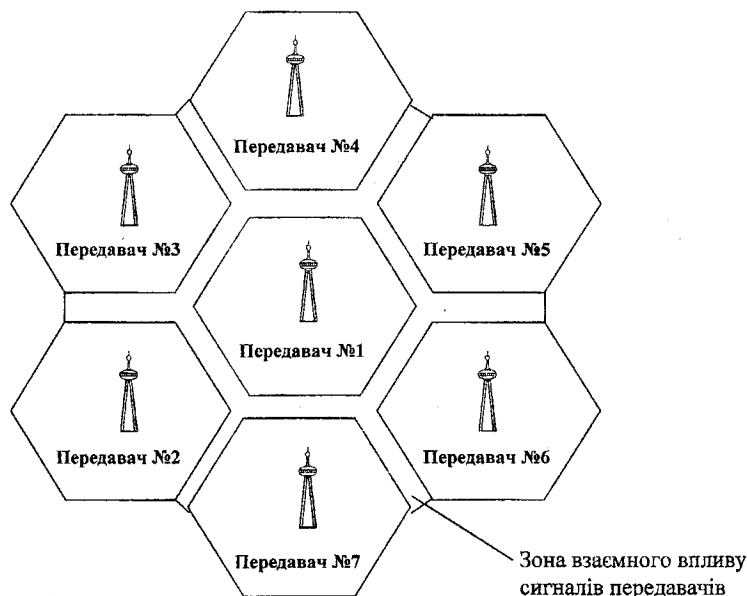


Рисунок 8.5 - Регіональна пейджингова мережа

8.5 Служби надання послуг пейджингового зв'язку

Кожна пейджингова мережа складається з набору базових служб, що взаємодіють між собою для надання абонентам певних послуг. Типова структурна схема пейджингової мережі повної конфігурації з широкими сервісними послугами наведена на рис. 8.6.

Основною та найбільш важливою є базова служба відправлення повідомлень. Її призначення полягає в керуванні передавачем системи (або їхнім набором). Ця служба визначає основні можливості мережі: число абонентів, використовуваний протокол (або їхній набір), швидкість передавання, число передавачів і режими їхньої роботи.

Призначення служби роумінгу полягає в передаванні повідомлень в інші пейджингові мережі або федеральну мережу. Вона забезпечує одержання абонентом повідомлень навіть тоді, коли він знаходиться поза зоною дії своєї системи. Надання послуг даної служби можливе тільки після укладання взаємних угод між різноманітними пейджинговими компаніями.

Служба підготовки повідомлень за допомогою операторів готує повідомлення для абонента. Кожен, хто хоче відправити повідомлення, дзвонить у пейджингову компанію і передає його оператору. Оператор приймає повідомлення, вводить його в систему і готує до передачі.

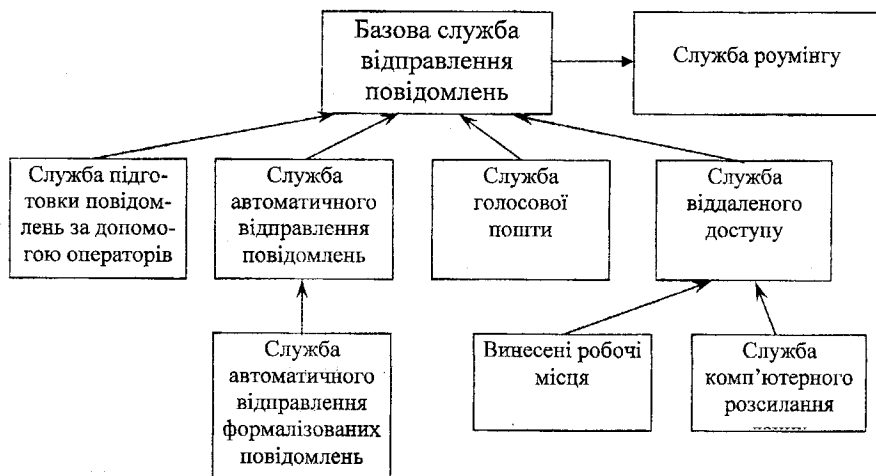


Рисунок 8.6 - Повна структура служб пейджингової мережі

Служба віддаленого доступу дозволяє організувати винесені робочі місця операторів і передавати повідомлення, що надходять комп'ютерними мережами. Даній службі підпорядкована служба винесених робочих місць операторів і служба комп'ютерного розсилання повідомлень. Перша служба дозволяє надати зручний доступ до своєї мережі співробітникам великих підприємств і фірм. Друга служба дозволяє використовувати для відправлення повідомлень існуючі комп'ютерні мережі та об'єднати послуги електронної пошти з послугою передачі повідомлень. Таке об'єднання послуг дуже зручне для абонентів, тому що звільняє їх від необхідності регулярно перевіряти свою поштову скриньку.

Служба автоматичного відправлення цифрових повідомлень дозволяє кожному, хто подзвонив на пейджингову станцію, відправити цифрове повідомлення абоненту самостійно без участі оператора (за умови використання телефону з DTMF-набором). При використанні автоматичного відправлення повідомлень текст повідомлення набирається тим, хто дзвонить, за допомогою клавіатури телефону. Такий засіб підходить для відправлення цифрових повідомлень, оскільки весь процес відбувається без участі оператора і є достатньо швидким.

У взаємодії з цією службою працює служба автоматичного відправлення формалізованих повідомлень. Вона дозволяє відправляти без участі оператора не тільки цифрові, але і стандартні повідомлення. При цьому кожному стандартному цифровому повідомленню ставиться у відповідність цифровий код. Нарешті, ще одною службою підготовки повідомлень є служба голосової пошти. Голосова пошта - це достатньо нова область телекомунікацій, що є логічним продовженням електронної пошти. При використанні електронної пошти передаються текстові, а при використанні голосової пошти - звукові послання. Текст послання надиктовується в комп'ютер, у якому за допомогою спеціальної плати розширення відбувається перетворення його в цифрову форму. Потім інформація передається комп'ютерними мережами адресату. У приймальному комп'ютері це послання перетворюється в звукову форму. Служба голосової пошти приймає звукові послання та передає повідомлення про них на пейджери абонентів. Абонент, отримавши повідомлення про послання, дзвонить телефоном з DTMF-набором на пейджингову станцію, набравши на клавіатурі телефону свій номер, номер послання, що надійшло, і пароль. Після цього послання, що надійшло, передається йому на телефон.

З усіх вищенаведених служб обов'язковими для кожної пейджингової мережі є базова служба відправлення повідомлень і одна з перерахованих служб підготовки повідомлень. Інші служби, як правило, додаються в процесі експлуатації мережі. Для організації в пейджинговій мережі усіх вищезгаданих служб потрібне спеціальне устаткування та додаткове програмне забезпечення. Конкретний розподіл функцій між

ними залежить від системи й устаткування, що використовується для її побудови.

8.6 Устаткування пейджингової мережі

Типовий склад устаткування пейджингової мережі повної конфігурації та виконуваними ними функції показані на рис. 8.7. Основним пристроєм кожної пейджингової системи є пейджинговий термінал. Саме він одержує повідомлення, передані абонентом від системи збору інформації, формує низькочастотний сигнал відповідно до конкретного пейджингового протоколу та керує пейджинговим передавачем або їх системою по каналах зв'язку.

Персональний комп'ютер, що працює разом із неавтономним пейджинговим терміналом, надалі будемо називати пейджинговим сервером, а програмне забезпечення, що функціонує на ньому - програмним забезпеченням пейджингового сервера.

Для передачі повідомлення термінал взаємодіє з передавачем системи, керуючи ним і подаючи на нього низькочастотний сигнал. Передавач приймає від терміналу сигнали керування та інформаційні сигнали і передає повідомлення на робочій частоті. Вихідна потужність передавача та висота підвішення антени визначають зону впевненого приймання повідомлень пейджером абонентів. Для керування передавачем використовується багатопровідний кабель, проте деякі типи передавачів (наприклад, Nucleus NAC і Nucleus LT) керуються по витій парі або каналу ТЧ з використанням протоколу TRC (Tone Remote Control) фірми MOTOROLA.

Як правило, в першу чергу будують локальну мережу робочих місць операторів. Вона призначена для приймання повідомлень, що надходять телефонними лініями у вигляді звичайних дзвінків, і введення їх у пейджингову систему для передавання абонентам. Ця частина системи збору інформації будується на основі декількох персональних комп'ютерів з відповідним програмним забезпеченням, що працює на них.

Наступною частиною системи збору інформації є винесені робочі місця операторів. Вони дозволяють надавати віддаленим операторам доступ до основної системи. Як правило, окреме віддалене місце оператора з'єднується з основною системою по звичайній телефонній лінії за допомогою модема, а у випадку її відсутності - по радіоканалу із застосуванням радіомодема. Іноді виникає необхідність у створенні локальної мережі винесених операторських місць. У цьому випадку мережа з'єднується з основною системою виділеним каналом з використанням високошвидкісного модема. Необхідно відзначити, що винесене робоче місце оператора може взаємодіяти з основною системою по комп'ютерних мережах передачі даних.



Рисунок 8.7 - Склад устаткування пейджингової системи

У системі збору інформації дуже важливе місце займає комунікаційний сервер. Він призначений для взаємодії з винесеними робочими місцями операторів, іншими пейджинговими системами і комп'ютерними мережами передачі даних, а також для взаємодії з пейджинговим сервером для безпосереднього передавання повідомлень.

Сервер додаткового сервісу, призначений для автоматичного відправлення цифрових і формалізованих текстових повідомлень та взаємодії з голосовою поштою. Цей сервер є персональним комп'ютером з одним або декількома модемами, що забезпечені голосовими функціями та спеціальним програмним забезпеченням. Голосові функції модемів необхідні для відтворення переданого повідомлення в звуковій формі. Сервер додаткового сервісу взаємодіє з пейджинговим і комунікаційним сервером системи для відправлення повідомлень в ефір або інші пейджингові системи.

8.7 Основні пейджингові протоколи

Для того щоб пейджер міг приймати повідомлення, необхідно передавати їх у певному форматі, що називається пейджинговим протоколом. Це своєрідна мова, набір правил, що дозволяє повідомленням не спотворюючись передаватися радіоканалом і надходити на пейджер. Він визначає швидкість передавання інформації, процедури синхронізації й адресації приймача, цілісність переданих даних і термін служби батарей пейджера.

Технічна реалізація посилянь персональних повідомлень досить проста. Кожна передача базової станції має два посилення, тобто ЧМ-несуча модулюється двома низькочастотними сигналами фіксованої довжини. В залежності від комбінації частот цих посилянь, повідомлення приймає лише один з пейджерів мережі. Реалізація персонального радіовиклику була першим пейджинговим протоколом, що одержав назву TWOTONE. Очевидно, що перші системи зонального радіовиклику, які використовували TWOTONE, могли передавати в ефір адресу пейджера абонента, прийнявши котрий пейджер видавав звуковий (тональний) сигнал. Незручності як для оператора, так і для користувача очевидні. По-перше, після приймання тонального повідомлення абонент повинен був зв'язатися з диспетчером для одержання безпосередньо самої інформації, а по-друге, протокол TWOTONE має обмеження на число абонентів.

Більш досконалими протоколами є FIVETONE і 5/6 TONE, які також побудовані за принципом модуляції несучої тональними посилками. На відміну від попереднього ці протоколи дозволили системі підтримувати до 100 тисяч абонентів, тому що кожній цифрі адреси присвоюється комбінація з п'ятох тональних посилок. Принципово новою стала і реалізація режиму роботи пейджера з низьким енергоспоживанням. Введення ще однієї тональної посилки дозволило пейджеру вмикати декодер сигналу лише на час приймання повідомлення, що різко збільшило термін служби джерела живлення пейджера. Проте на цьому ідея модуляції ЧМ-несучої тональними посилками себе вичерпала.

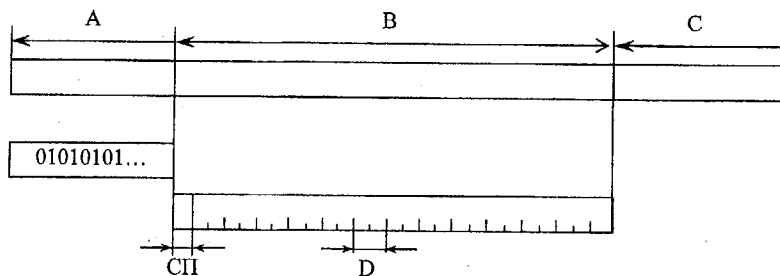
Подальший розвиток пейджингових протоколів пішов шляхом модуляції ЧМ-несучої (FSK Frequency Shift Keying) двійковим сигналом. При цьому стали очевидні основні критерії вибору протоколу обміну: аналого-цифровий сигнал, що дозволяє передавати інформацію в цифровому та в текстовому вигляді; висока швидкість передавання по ефіру, що дозволяє фізично збільшити число абонентів, які обслуговуються однією базовою станцією; висока завадозахищеність та економічність.

Багато фірм-виробників пейджингового устаткування стали розробляти свої протоколи обміну. Це такі протоколи, як HSC, GSC, MULTITONE, NECD3, POCSAG. Велика розмаїтість протоколів призвела

до несумісності різноманітних пейджингових систем. Зрештою з усієї цієї розмаїтості найбільше поширення одержав протокол (код) POCSAG (Post Office Code Standartisation Advisory Group), розроблений Британським поштовим відомством та розроблений фірмою MOTOROLA протокол GSC (Golay Sequential Code). У 1982 році протокол POCSAG був затверджений Міжнародним консультативним комітетом з радіозв'язку (CCIR) як Міжнародний стандарт (техрекомендація 584). Сьогодні цей протокол використовується в більшості існуючих в СНД пейджингових компаній.

Код POCSAG орієнтований на застосування частотної модуляції (FSK) і використання алгоритму прямої корекції помилок (FEC). Він підтримує до 2 млн. пейджерів, дозволяє передавати не тільки тональні, але цифрові і буквено-цифрові повідомлення, має стандартні швидкості передавання по ефіру 512, 1200 2000 біт/с та вмонтовані засоби корекції помилок. Особливості побудови самого протоколу дозволяють знизити енергоспоживання POCSAG-пейджерів у декілька разів, тобто будувати економічні абонентські приймачі.

При використанні протоколу POCSAG вся інформація в ефірі передається в двійковому вигляді. При цьому він має вмонтовані засоби корекції, що виправляють до двох помилок у кожному інформаційному пакеті. Загальна структура сигналу у форматі POCSAG наведена на рис. 8.8.



A - преамбула

B - перший такт

C - наступний пакет

D - подвійне слово (кадр)

СП - синхросигналення

Рисунок 8.8 - Структура сигналу у форматі POCSAG

Цей протокол є асинхронним, тобто, сигнал може прийматися пейджерами в будь-який момент часу. Тому передавання сигналу починається з передачі преамбули (preamble), яка переводить всі пейджери системи з "чергового режиму" у режим "приймання повідомлення". Причому на інтервалі приймання преамбули здійснюється тактова синхронізація прийнятого сигналу. Преамбула містить 576 біт з

почерговою зміною "0" та "1". Довжина преамбули не випадкова, вона дорівнює 32 біти, що достатньо для забезпечення тактової синхронізації пейджерів в будь-який момент часу.

Після преамбули вся інформація передається у вигляді послідовних пакетів (batch), що містять фізичну адресу пейджерів і призначене йому повідомлення, що може займати декілька послідовних пакетів. Кожне передане повідомлення обов'язково складається з цілого числа пакетів. В свою чергу кожний пакет містить кадри (frames) та кодове слово синхронізації (Synchronization Keyword), яке сигналізує пейджеру, що буде передаватися адреса або повідомлення. Пакет містить 8 кадрів, кожний з яких складається з двох кодових слів (codeword), що можуть бути адресними, інформаційними або "порожніми". Таким чином, кожний пакет складається з сімнадцяти 32-бітових слів.

Для передавання адреси пейджерів застосовується таке правило. Весь простір адреси ділиться на 8 груп, що нумеруються від 0 до 7. Кадри всередині блока також нумеруються від 0 до 7. Адреса пейджерів ділиться на 8. Залишок від ділення дає номер кадру, у якому пейджер буде шукати свою адресу. В цьому кадрі або в першому, або в другому слові передається результат ділення. Всі попередні кадри цього блока заповнюються "порожніми" словами - спеціальними 32-бітовими послідовностями. Відразу ж після передавання адреси починається передача власне повідомлення. Наприклад, для передавання повідомлення пейджеру з фізичною адресою 1234565 необхідно поділити 1234565 на 8. Отриманий результат 154320 із залишком 5 означає, що результат ділення буде переданий у п'ятому кадрі.

Пейджери реагують тільки на ті кадри, де містяться їхні індивідуальні адреси. Приймання іншої адреси або порожнього кодового слова означає кінець повідомлення та переведення пейджерів у черговий режим. Отже, адресне слово, що містить адресу пейджерів, може передаватися тільки у відповідному кадрі. Інформаційні слова можуть передаватися в будь-якому кадрі або пакеті, але послідовно і відразу ж за відповідним адресним словом. Кінець повідомлення позначається "порожнім" або наступним адресним словом.

На рис. 8.9 показано конкретний формат адресного й інформаційного слів. Біт прапорця (E) використовується для розпізнавання адресного та інформаційних кодових слів: "0" - адресне слово, "1" - інформаційне слово. Поле повідомлення (F) має довжину 18 біт для адресного слова та 20 біт для інформаційного. Довжина цього поля для адресного слова та наявність 8 груп дає загальну довжину адреси пейджерів в 21 біт. Відповідно максимальне число підтримуваних протоколом пейджерів - 2 мільйони.

Поле субадреси (G) існує тільки в адресному слові. Спочатку в протоколі POCSAG це поле використовувалося для позначення типу

тонального сигналу, котрим пейджер вказує на приймання повідомлення. Зараз поле використовується для організації інформаційних каналів. Контрольна сума (Н) призначена для корекції помилок. Більшість пейджерів звичайно працюють в умовах великого рівня перешкод, а число помилок досить високе (приблизно одна помилка на 15-18 переданих бітів). Для виправлення помилок у протоколі POCSAG використовується циклічний блоковий код BCH 31,21 (що отримав назву за іменами розробників Боуз - Чоудхури - Хоквінгом або просто БЧХ), де 31 - загальна довжина слова, 21 - число інформаційних бітів у слові. При прийманні повідомлення відбувається обчислення контрольної суми, що порівнюється з прийнятою. При виявленні розбіжності виконується корекція помилок.

Нумерація біт

1	2-19	20-21	22-31	32
---	------	-------	-------	----

Адресне слово

E	F	G	H	I
---	---	---	---	---

Інформаційне слово

E	F	H	I
---	---	---	---

E – біт прапорця

I – біт парності

F – поле повідомлення

G – поле субадреси

H – контрольна сума

Рисунок 8.9 - Формат адресного й інформаційного слова

Біт парності використовується для перевірки правильності корекції помилок. Він обчислюється на підставі бітів з 1 по 31 таким чином, щоб загальне число одиничних бітів стало парним.

Кожне повідомлення передається різноманітним числом кодових слів. Наприклад, простий тональний виклик потребує одного кодового слова. Цифровий виклик задіює три кодових слова, а текстове повідомлення може містити 20 кодових слів.

При побудові великих пейджингових мереж було виявлено, що максимальна швидкість протоколу POCSAG - 2400 біт/с недостатня, тому що практична сміність одного радіоканалу при використанні буквено-цифрових пейджерів і трафіку середньої щільності на цій швидкості не перевищує 15 тисяч абонентів на частотний канал. При цьому виявилось, що швидкість передавання 2400 біт/с є практично граничною при використанні модуляції FSK двійковим сигналом.

Це потребувало розробки більш швидкісних протоколів. В результаті був створений протокол ERMES (European Radio Messaging System), затверджений у 1992 році Європейським інститутом стандартизації в області телекомунікацій (ETSI) як єдиний стандартний європейський протокол. У 1994 році Міжнародна спілка електров'язку рекомендувала використовувати ERMES як міжнародний стандарт. Важливе значення має можливість інтеграції цього протоколу зі стандартом POCSAG. У цьому протоколі використовується нове технічне рішення - чотирирівнева модуляція FSK, що дозволила без втрат якості досягти швидкості передачі інформації в ефірі до 6400 біт/с. Пейджингові системи ERMES роблять можливими:

- передавання цифрових повідомлень довжиною 20-1600 знаків;
- передавання буквено-цифрових повідомлень довжиною від 400 до 9000 символів;
- передавання довільного набору даних до 64 Кбіт;
- приймання виклику і повідомлень одним пейджером в усіх країнах, що входять у мережу ERMES.

Однією з умов, що дозволяє забезпечити останню послугу, є домовленість країн, що беруть участь у проєкті ERMES, виділяти для цих систем єдиний частотний діапазон 169,4 - 169,8 МГц, що дозволяє організувати 16 каналів з рознесенням несучих частот у 25 кГц з використанням при прийманні сканувальних сигналів з частотою приймачів. Структура радіосигналу в системах ERMES обрана таким чином, що дозволяє підвищити ємність трафіка в 10-15 разів у порівнянні з існуючими аналоговими системами. Цікаво також відмітити дуже важливу (у першу чергу з погляду користувача) особливість протоколу ERMES - економічне використання джерела живлення. Наприклад, при довжині повідомлення 40 знаків співвідношення режимів роботи "черговий режим - приймання повідомлення" може дорівнювати 200:1, а час безупинної роботи приймача - більше 40 тижнів.

Крім переваг, пов'язаних зі структурою протоколу, можна виділити ще розширений інтерфейс доступу різних систем зв'язку до пейджингової системи рис. 8.10. Ця особливість дозволяє одержати багатий набір сервісних послуг, серед яких можна назвати переадресацію пейджингового повідомлення або переадресацію дзвінка, що надходить на радіотелефон стандарту GSM у пейджингову мережу, абонентом якої є власник радіотелефону.

Крім того, система дозволяє здійснювати процедуру роумінгу, тобто абонент одержує можливість, використовувати свій пейджер у країнах, охоплених мережами ERMES. При цьому користувачу потрібно тільки повідомити оператору "рідної" мережі про плани своєї подорожі, а оператор подбає про те, щоб усі повідомлення, що надійшли для

абонента, потрапляли у відповідну пейджингову мережу за місцем його перебування.

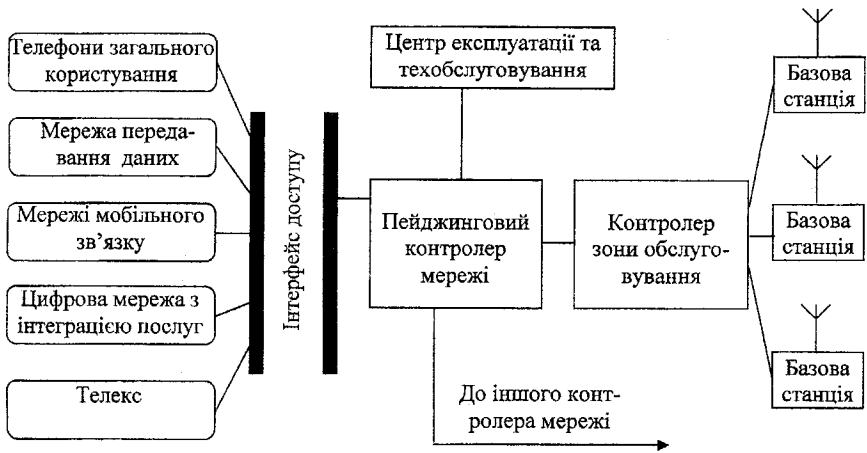


Рисунок 8.10 - Інтерфейс доступу систем до пейджингової мережі

У новому стандарті FLEX (Flexible wide-area protocol), розробленому фірмою MOTOROLA, вдалося об'єднати в одному пейджері системи FLEX усі світові досягнення в області персонального радіовиклику. FLEX - синхронний багатошвидкісний протокол передавання односторонніх повідомлень, який оптимізовано за критеріями ефективності, пропускної спроможності та гнучкості. Протокол FLEX може працювати на швидкостях 1600, 3200 і 6400 біт/с. В цій мережі на один канал може припадати 60 тисяч абонентів, які мають пейджери, що значно вище, чим у системі POCSAG. Крім того, число адрес (абонентів) у системі POCSAG обмежено двома мільйонами, а протокол FLEX може підтримувати більше 1 млрд. адрес (абонентів). В системах даного класу передбачено додатковий захист від завмирань сигналу, що викликані багатопробним поширенням радіохвиль в умовах міста. За цим показником система FLEX в 12 разів ефективніша, ніж POCSAG-1200 та в 24 рази, ніж POCSAG-2400.

Протокол POCSAG за своєю структурою є протоколом асинхронним, що потребує відправлення сигналу, який активізує всі пейджери для приймання можливого повідомлення. Це змушує всі пейджери мережі періодично вмикати режим приймання. На ці зайві операції витрачається цінна ємність батарей живлення. Протокол FLEX навпаки, є синхронним протоколом. Будь-яке повідомлення, призначене для конкретного

абонента, посилається в ефір не випадковим способом, а в певний момент часу, тобто в певному часовому інтервалі. Це означає, що пейджеру достатньо вмикатися для перегляду одного або більше призначених саме для нього часових вікон один раз і у кожному FLEX-циклі. При цьому не потрібно витрачати енергію на декодування повідомлень, призначених для інших пейджерів. Це значно знижує кількість споживаної енергії, що у свою чергу дозволяє використовувати батарейки меншої ємності і зробити сам пейджер більш компактним.

Контрольні запитання

1. Історія розвитку пейджингового зв'язку.
2. Чим пояснюється стрімке зростання числа абонентів пейджингових мереж ?
3. Навести структурну схему пейджерного приймача.
4. Які особливості схемної реалізації пейджера ?
5. Якими критеріями користуються при проектуванні антени пейджера ?
6. Пояснити особливості організації пейджингового зв'язку.
7. Навести класифікацію пейджингових мереж.
8. Обґрунтувати доцільність розгортання локальної пейджингової мережі.
9. Які проблеми виникають при побудові регіональної пейджингової мережі і які методи подолання цих проблем ?
10. Які служби входять до складу пейджингової мережі ?
11. Пояснити в чому полягають особливості взаємодії між основними складовими пейджингової системи.
12. Чим обмежується максимальне число абонентів в пейджингових мережах з аналоговим принципом оброблення сигналів ?
13. В чому полягають особливості пейджингового протоколу POCSAG ?
14. Виконати порівняльний аналіз протоколів POCSAG та FLEX.

Література [1, 15, 19]

ЛІТЕРАТУРА

1. Кичак В. М., Бортник Г. Г., Семенюк О. А. Засоби оргтехніки та зв'язку. Навчальний посібник. – Вінниця: ВДГУ, 2001.
2. Кичак В. М., Бортник Г. Г. Друкувальні та копіювальні пристрої. Лабораторний практикум. – Вінниця: ВДГУ, 1999.
3. Артамонов Г. Т. Средства информационной техники.- М.: Энергоатомиздат, 1988.
4. Кошелев Г. И. Организационная техника.- М.: Экономика, 1984.
5. Величко О. М. Новий технічний поступ технологій друкарства / Технологія і техніка друкарства.- 2008.- № 1.- С. 9-21.
6. Витенберг И. М. Печатающие устройства для персональных ЭВМ.- М.: Радио и связь, 1992.
7. Колесниченко О., Шарыгин М., Шишигин И. Лазерные принтеры.- СПб., 1997.
8. Есипенко А. А. Редакторский пакет ChiWriter 3.x.- К.: ВЕК, 1995.
9. Айден К., Крамер М., Фибельман Х. Аппартные средства РС.- СПб. 1996.
10. Ярмола Ю. Компьютерные шрифты.- СПб., 1994.
11. Менжинська Н. В., Гавенко С. Ф. Аналіз технологічних характеристик устаткування для термотрансферного друку / Технологія і техніка друкарства.- 2009.- № 1.- С. 68-71.
12. Окно в мир оргтехники.- К.: Кворум, 1996.
13. Гук М. Аппаратные интерфейсы ПК.- СПб.: Питер, 2003.
14. Кизлюк А. И. Справочник по устройству и ремонту телефонных аппаратов зарубежного и отечественного производства.- М.: Библ., 1997.
15. Дьяконов В. П., Смердов В.Ю. Бытовая и офисная техника связи.- М.: СОЛЮН, 1999.
16. Гайворинская Г. С. Основы построения сетей и систем телефонной связи. Учебное пособие для вузов.- Одесса: УГАС, 1997.
17. Уайндер С. Справочник по технологиям и средствам связи. Пер. с англ.- М.: Мир, 2000.
18. Андрианов В. И., Соколов А. В. Средства мобильной связи.- СПб: БХВ – Санкт-Петербург, 1999.
19. Ратынский М. В. Основы сотовой связи.- М.: Радио и связь, 1998.
20. Корнейчук В. Н. Сотовые коммуникации.- К.: ВИПОЛ, 1997.
21. Стеклов В. К., Беркман Л. Н. Телекоммуникаційні мережі. Підручник для вузів. – К.: Техніка, 2001.
22. Климаш М. М., Яцишин Є. М. Радіомережі коміркового зв'язку. Навчальний посібник.- Львів: НУ «Львівська політехніка», 2005.
23. Бортник Г. Г., Кичак В. М., Стальченко О. В., Яблонський В. Ф. Мережі абонентського доступу. Навчальний посібник.- Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009.

Навчальне видання

**Геннадій Григорович Бортник
Василь Мартинович Кичак
Олександр Володимирович Стальченко**

ЗАСОБИ ОРГТЕХНІКИ

Навчальний посібник

Редактор В. Дружиніна

Коректор З. Поліщук

Оригінал-макет підготовлено О. Стальченком

Підписано до друку 20.10.2010 р.
Формат 29.7×42¹/₄. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman.
Друк різнографічний. Ум. друк. арк. 12,6
Наклад 300 прим. Зам № 2010-167

Вінницький національний технічний університет,
науково-методичний відділ ВНТУ.
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,
ВНТУ, ГНК, к. 114
Тел. (0432) 59-85-32.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009р.

Віддруковано у Вінницькому національному технічному університеті
в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі.
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Тел. (0432) 59-81-59.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009р.