

Навчальний посібник



Воропаєва В.Я., Молоковський І.О.,
Поддубняк В.Й., Турупалов В.В.,
Шебанова Л.О., Яремко І.М.

КІНЦЕВІ ПРИСТРОЇ АБОНЕНТСЬКОГО ДОСТУПУ



Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

КІНЦЕВІ ПРИСТРОЇ АБОНЕНТСЬКОГО ДОСТУПУ

Навчальний посібник
для студентів вищих навчальних закладів

За загальною редакцією
кандидата технічних наук, професора В.В. Турупалова

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

Донецьк
ДВНЗ «ДонНТУ»
2013

Автори:

Воропаєва Вікторія Яківна – професор кафедри «Автоматика і телекомунікації» Донецького національного технічного університету, кандидат технічних наук, доцент;

Молоковський Ігор Олексійович – асистент кафедри «Автоматика і телекомунікації» Донецького національного технічного університету;

Поддубняк Володимир Йосипович – директор Донецького інституту залізничного транспорту Української державної академії залізничного транспорту, кандидат технічних наук, доцент;

Турупалов Віктор Володимирович – декан факультету комп'ютерних інформаційних технологій і автоматики, завідувач кафедри «Автоматика і телекомунікації» Донецького національного технічного університету, кандидат технічних наук, професор;

Шебанова Людмила Олександрівна – доцент кафедри «Автоматика і телекомунікації» Донецького національного технічного університету, кандидат технічних наук, доцент;

Яремко Ігор Миколайович – доцент кафедри «Автоматика і телекомунікації» Донецького національного технічного університету, кандидат технічних наук, доцент.

Рецензенти:

В.А. Краснобаєв – доктор технічних наук, професор (Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка);

В.І. Гостєв – доктор технічних наук, професор (Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій);

Г.В. Альошин – доктор технічних наук, професор (Українська державна академія залізничного транспорту).

Рекомендовано Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, лист №1/11-19488 від 18.12.12.

Кінцеві пристрої абонентського доступу: навч. посіб. / В.Я. Воропаєва, К 41 І.О. Молоковський, В.Й. Поддубняк та ін.; за заг. ред. В.В. Турупалова. – Донецьк: ДВНЗ «ДонНТУ», 2013. – 201 с.

ISBN 978-966-377-168-7

Розкриті питання побудови, проектування, способів експлуатації, конфігурування та параметрування кінцевого обладнання телекомунікаційних мереж, а також дослідження характеристик інформаційних потоків, що обробляється цим обладнанням.

Навчальний посібник призначений для студентів напрямку підготовки «Телекомунікації» та орієнтований на читачів, які володіють мінімумом знань щодо основ передачі інформації, побудови і функціонування телекомунікаційних мереж. Посібник буде корисним і досвідченим спеціалістам, технічним фахівцям, аспірантам, студентам інших спеціальностей галузі знань «Радіотехніка».

УДК 621.395.62

ISBN 978-966-377-168-7

© Воропаєва В.Я., Молоковський І.О.,
Поддубняк В.Й., Турупалов В.В.,
Шебанова Л.О., Яремко І.М., 2013

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 ТЕЛЕФОННІ АПАРАТИ	8
1.1 Класифікація телефонних апаратів та їх основні параметри.....	8
1.2 Дискові телефонні апарати	10
1.3 Тастатурні телефонні апарати.....	14
1.3.1 Структура тастатурних телефонних апаратів.....	14
1.3.2 Принцип роботи тастатурних телефонних апаратів в імпульсному режимі.....	16
1.3.3 Система частотного (тонального) набору.....	22
1.4 Цифрові телефони – структура і можливості.....	25
1.5 Радіотелефони	32
1.6 Завдання для самоконтролю	45
2 ОБЛАДНАННЯ МІНІ-АТС	46
2.1 Види та функції міні-АТС.....	46
2.1 Абонентське обладнання міні-АТС.....	53
2.2 Додаткове устаткування міні-АТС.....	58
2.3 Особливості підключення міні-АТС	63
2.4 Завдання для самоконтролю	72
3 АБОНЕНТСЬКА АПАРАТУРА ТЕЛЕГРАФНОГО ЗВ'ЯЗКУ.....	73
3.1 Напрямки розвитку телеграфного зв'язку	73
3.2 Апаратне забезпечення телеграфії	77
3.2.1 Основні характеристики телеграфування	77
3.2.2 Структура й функції телеграфного устаткування.....	81
3.2.4 Сучасний стан апаратного забезпечення телеграфії.....	90
3.3 Система Телетекс	94
3.4 Телеграфний модем	97
3.5. Методи фазування роботи кінцевої телеграфної апаратури.....	100
3.6 Завдання для самоконтролю	102
4 ПРИСТРОЇ ПЕРЕДАЧІ ЗОБРАЖЕНЬ.....	103
4.1 Основні принципи передачі зображень	103
4.2 Принцип роботи факсимільного апарата.....	110

4.2 Типи факсимільних апаратів	116
4.3 Багатофункціональні пристрої (БФП)	125
4.4 Завдання для самоконтролю	127
5 ОСНОВИ МОДЕМНОГО ЗВ'ЯЗКУ	128
5.1 Аналогові модеми	133
5.1.1 Структурна схема модему	133
5.1.2 Протоколи роботи модемів	134
5.1.3 Швидке з'єднання (Quick Connect)	137
5.1.4 Утримання з'єднання (Modem-on-Hold)	138
5.1.5 Робота модему з використанням послідовного інтерфейсу RS-232 ..	139
5.1.6 Передача тактових сигналів для синхронізації потоку даних	140
5.1.7 Сигнали інтерфейсу RS-232	141
5.1.8 Алгоритми роботи модему при вихідному з'єднанні	143
5.1.9 Алгоритм роботи модему при вхідному з'єднанні	144
5.2 Модеми технології xDSL	147
5.3 Завдання для самоконтролю	150
6 ОСНОВИ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ПО БЕЗДРотовИХ МЕРЕЖАХ	151
6.1 Wi-Fi	151
6.1.1 Поняття та області застосування бездротових локальних мереж	151
6.1.2 Захист бездротових локальних мереж	154
6.1.3 Фізичні рівні стандартів 802.11a і 802.11b	156
6.1.4 Фізичний рівень стандарту 802.11g	158
6.1.5 Фізичний рівень стандарту 802.11n	158
6.1.6 Обладнання користувача Wi-Fi.	160
6.1.7 Режими і особливості їх організації	162
6.2 Персональні мережі та технологія Bluetooth.	167
6.2.1 Особливості персональних мереж.	167
6.2.2 Архітектура Bluetooth	169
6.2.3 Стек протоколів Bluetooth.	171
6.2.4 Кадри Bluetooth	173
6.2.5 Пошук і стиківка пристроїв Bluetooth	175
6.2.6 Обладнання Bluetooth	176
6.3 Завдання для самоконтролю	178

7 ОСНОВИ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ПО ЛОКАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ.....	179
7.1 Інтерфейс RS-232	179
7.1.1 Область застосування RS-232.	180
7.1.2 Характеристики сигналів RS-232.	180
7.1.3 Характеристики сигналів.....	183
7.2 Інтерфейс RS-485	188
7.2.1 Властивості інтерфейсу стандарту RS-485	189
7.2.2 Технічні характеристики RS-485	190
7.2.3 Опис роботи RS-485.....	191
7.2.4 Опис обміну даними за стандартом RS-485:	192
7.2.5 Основні принципи реалізації протоколів верхнього рівня	193
7.2.6 Топологія мережі RS-485.....	194
7.3 Завдання для самоконтролю	197
Перелік літератури.....	198

ВСТУП

Зв'язок сьогоднішнього дня – неодмінна складова практично будь-якої сфери людської діяльності.

Інформація стала основним двигуном прогресу, а засоби її переносу від джерела до споживача постійно удосконалюються. Телефонні апарати, основним призначенням яких є передача мовної інформації між абонентами телефонної мережі, сьогодні ще залишаються одними з найбільш поширених і використовуваних пристроїв зв'язку, хоча обсяг трафіку передачі даних сьогодні вже перевищує обсяг трафіку передачі мови.

Протягом останніх двох десятиліть спостерігається високий темп росту факсимільного зв'язку, що забезпечує передачу документальної інформації безпосередньо між абонентами телефонної мережі в реальному масштабі часу з найвищою точністю й досить великою швидкістю. Цей вид зв'язку виявився потужним конкурентом найстаршого виду електров'язку – телеграфу й витісняє його.

Можливість представлення інформації в цифровій формі, яка властива сучасному розвитку техніки зв'язку, забезпечує передачу будь-якої інформації, наприклад мови, тексту, даних або зображення за допомогою багатфункціональних кінцевих пристроїв – терміналів цифрової мережі з інтеграцією послуг. А розповсюдження персональних ЕОМ і потреба обміну інформацією між ними з використанням мережі телефонного зв'язку призвели до революційних перетворень в техніці передачі інформації, у тому числі й мови. Комп'ютерно-телефонна інтеграція у вигляді ІР-телефонії, яка стала результатом зближення двох магістральних напрямів сучасних технологій – комп'ютерної й телекомунікаційної, становить конкуренцію традиційним операторам телефонному зв'язку.

Значне поширення також одержали різні концентратори і міні-АТС, які дозволяють більш ефективно використовувати телефонну мережу загального

користування, знімаючи з неї обслуговування «внутрішнього» телефонного навантаження локальних телефонних мереж.

Таким чином, інтенсивний розвиток сучасних засобів телекомунікацій, їх складність та різноманіття потребують глибоких знань у сфері їхнього проектування й експлуатації. Саме тому сучасний спеціаліст з телекомунікацій повинен володіти глибокими знаннями в сфері побудови та застосування сучасного кінцевого обладнання абонентського доступу. Тож вивчення основ проектування та принципів роботи кінцевих пристроїв абонентського доступу телекомунікаційних систем і мереж – це один з найважливіших етапів у формуванні спеціаліста з телекомунікацій.

Ці знання мають базуватися на теоретичних та практичних курсах, одним з яких виступає дисципліна «Кінцеві пристрої абонентського доступу». Матеріал, який представлено у навчальному посібнику, є актуальним і необхідним для бакалаврів та майбутніх спеціалістів з телекомунікацій при проектуванні, розробці, експлуатації та оптимізації сучасних кінцевих пристроїв.

Навчальний посібник складається з семи розділів, в яких розглядаються загальні відомості щодо устаткування, що розташовано у безпосередній близькості від абонента, розкриваються питання функціонування та принципів роботи цього обладнання, варіантів його підключення до телекомунікаційних мереж.

Навчальний посібник може використовуватись як доповнення до лекційного матеріалу, самостійної роботи, а також в програмі дистанційного навчання студентів вищих навчальних закладів з цієї дисципліни, а також дисциплін «Системи комутації в електрозв'язку», «Системи передачі в електрозв'язку», «Проектування засобів та систем телекомунікаційних мереж», «Захист інформації в телекомунікаційних системах та мережах» та ін.

1 ТЕЛЕФОННІ АПАРАТИ

1.1 Класифікація телефонних апаратів та їх основні параметри

Залежно від конструктивного виконання й виконуваних функцій (ГОСТ 7153-85) телефонні апарати (ТА) підрозділяються на чотири класи складності (табл. 1.1).

Таблиця. 1.1. Класи складності телефонних апаратів.

Основне виконання	Клас складності	
	Найменування	Шифр
Багатофункціональні ТА.	Вищий	0
ТА з додатковими функціями й можливостями.	Перший	1
ТА із кнопковим номеронабирачем, тональним приймачем виклику, невугільним мікрофоном.	Другий	2
ТА з дисковим номеронабирачем, електромеханічним приймачем виклику, вугільним мікрофоном.	Третій	3

Параметри, що характеризують якість телефонних апаратів, можна розділити на електричні, телефонметричні, електроакустичні й часові [16].

Основні електричні параметри ТА різних класів наведені в табл. 1.2.

Часові параметри набору для ТА з імпульсним способом передачі сигналів набору номеру наведені в табл. 1.11.

Телефонометричні й електроакустичні параметри [12, 22, 24] характеризують якість телефонної передачі щодо гучності. Для їх оцінки використовується еквівалент загасання передачі, приймання й місцевого ефекту, а також коефіцієнт гармонік на передачу і на приймання. Оскільки для виміру й об'єктивної оцінки цих параметрів потрібне спеціальне устаткування,

яке в наявності лише в спеціалізованих лабораторіях, ці дані в цьому виданні не наводяться.

Таблиця. 1.2. Основні електричні параметри телефонних апаратів.

Параметр	Норма по класах складності			
	0	1	2	3
Напруга власного шуму, мВ, не більше	0,5	0,5	0,5	0,4
Модуль вхідного електричного опору в режимі:				
- розмовному, Ом	450 - 800	450 - 800	-	-
- очікування виклику, кОм, не менш	10	10	-	-
- виклику, кОм, не менш	4	4	-	-
Електричний опір постійному струму, Ом, у розмовному режимі при струмі 35 мА в положенні мікротелефонної трубки:				
- вертикальному	160 - 400	160 - 400	160 - 400	<320
- горизонтальному	160 - 400	160 - 400	160 - 400	<600
Електричний опір постійному струму в режимі набору номера для ТА з імпульсним способом передачі набору номера при струмі живлення 35 мА:				
- при замиканні шлейфа, Ом, не більше	150	150	50	-
- при розмиканні шлейфа, кОм, не менше	300	300	300	-
Постійний струм, споживаний ТА в режимах очікування виклику й відбою, мА, не більше	1,0	0,5	0,5	-
Змінний струм, споживаний приймачем сигналу, що викликає, при максимальній гучності цього сигналу, мА, не більше	8,0	8,0	8,0	8,0
Час розриву шлейфа для ТА, що містять пристрій нормованого розриву шлейфа, мс	80 - 40	80 - 40	-	-

Таблиця. 1.3. Часові параметри набору номера для телефонних апаратів з імпульсним способом передачі сигналів набору номера.

Параметр	Норма по класах складності			
	0	1	2	3
Період імпульсів в серії (Т), мс	100 ± 5	100 ± 5	100 ± 5	100 ± 10
Імпульсний коефіцієнт	1,4 + 1,6	1,4 + 1,6	1,4 + 1,6	1,4 + 1,7
Пауза між двома серіями імпульсів, с, не менше	4Т - 10Т	4Т - 10Т	4Т - 10Т	>800
Програмувальна пауза між двома серіями імпульсів, с, не менше	2	2	2	-

1.2 Діскові телефонні апарати

Телефонний апарат з дисковим номеронабирачем складається із трьох основних частин (рис. 1.1):

- розмовної частини з мікрофоном (ВМ) і телефонним капсулем (ВФ), об'єднаних у телефонну трубку;
- обертового диска для набору телефонного номера (номеронабирача – НН);
- дзвінка, який повідомляє абонента, що йде виклик з телефонної лінії (НА).

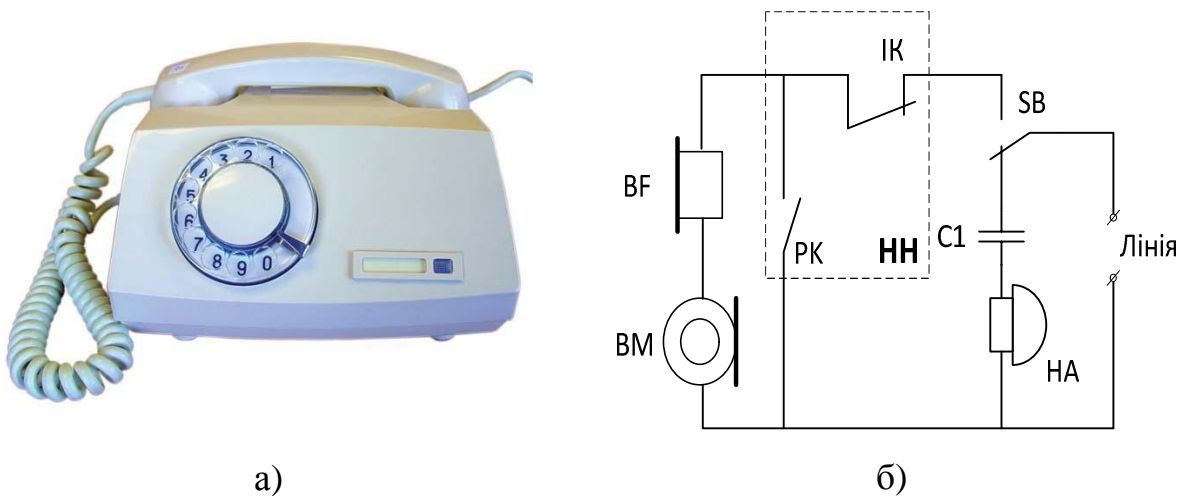


Рисунок 1.1 – Телефонний апарат дискового типу:
а) зовнішній вигляд; б) схема телефонного апарата

Діскові номеронабирачі використовуються тільки в телефонних апаратах з імпульсним способом набору номера. Набір номера абонента здійснюється в такий спосіб: при обертанні диска за годинниковою стрілкою до пальцевого упору імпульсний ключ (ІК) номеронабирача (НН) замикає лінію накоротко, а при зворотному обертанні він же розмикає лінію таку кількість раз, яка відповідає набраній цифрі, тобто формує кодову послідовність. Розмовна частина, що складається з мікрофона ВМ і телефонного капсуля ВФ, під час обертання диска як у прямому, так і у зворотному напрямку відключається контактом розмовного ключа РК. Після зупинки диска НН до лінії знову підключаються ВМ і ВФ. Таким чином, при наборі, наприклад, цифри «5», ІК НН п'ять разів розімкне/замкне ланцюг (рис.1.2).

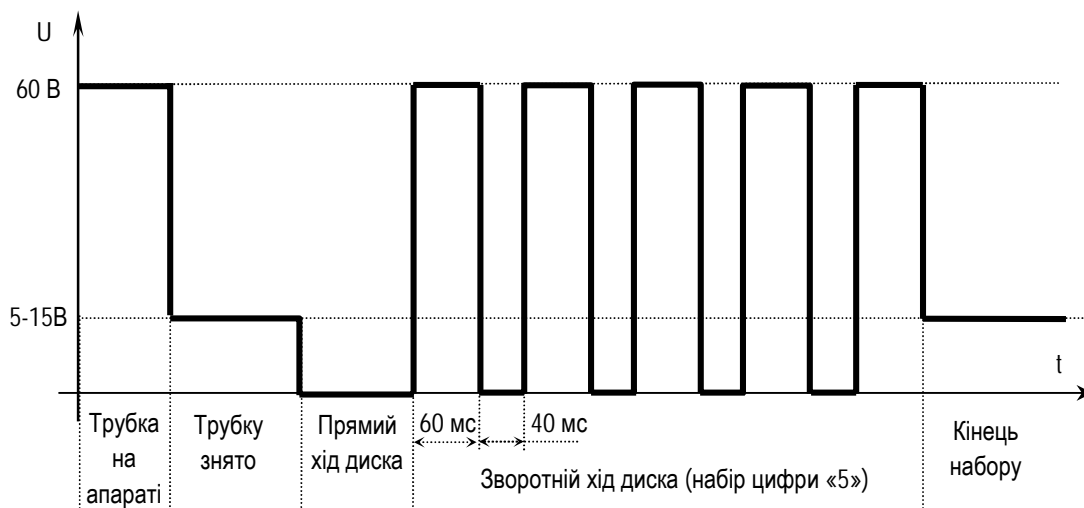


Рисунок 1.2 – Часова діаграма роботи дискового номеронабирача

Чіткість роботи системи комутації безпосередньо залежить від часу розмикання контакту ІК номеронабирача телефонного апарата. Саме тому (відповідно до ГОСТ 10710-81) до імпульсних номеронабирачів для забезпечення нормальної роботи приладів АТС пред'являються досить чіткі вимоги. Їх часові характеристики наведені в табл. 1.4.

Таблиця. 1.4. Часові характеристики імпульсних номеронабирачів.

Характеристика	Припустиме значення	Номінальне значення
Частота створюваних імпульсів, imp/c	9 - 11	10
Період повторення, $мс$	95 - 105	100
Міжсерійна пауза, $мс$, не менше	650 (але не більш 10с)	800
Час розмикання контактів ІК, $мс$	53 - 70	60
Час замикання контактів ІК, $мс$	34 - 46	40
Імпульсний коефіцієнт (відношення часу розмикання t_p до часу замикання t_z контакту імпульсного ключа)	1.4 - 1.7	1.5

Пауза між двома кодovими послілками називається міжцифровою (міжсерійною).

Якщо подивитися часову діаграму роботи дискового НН (рис.1.3.), наочно видно принцип формування імпульсної послідовності, що управляє роботою АТС при наборі номера. Значення імпульсного коефіцієнта (відношення t_p/t_z) зазвичай дорівнює 1.5, частота імпульсів усередині кодової послілки $f - 10$ Гц, значення міжцифрової паузи не нормується й варіюється залежно від швидкості обертання диска й значення цифри номера.

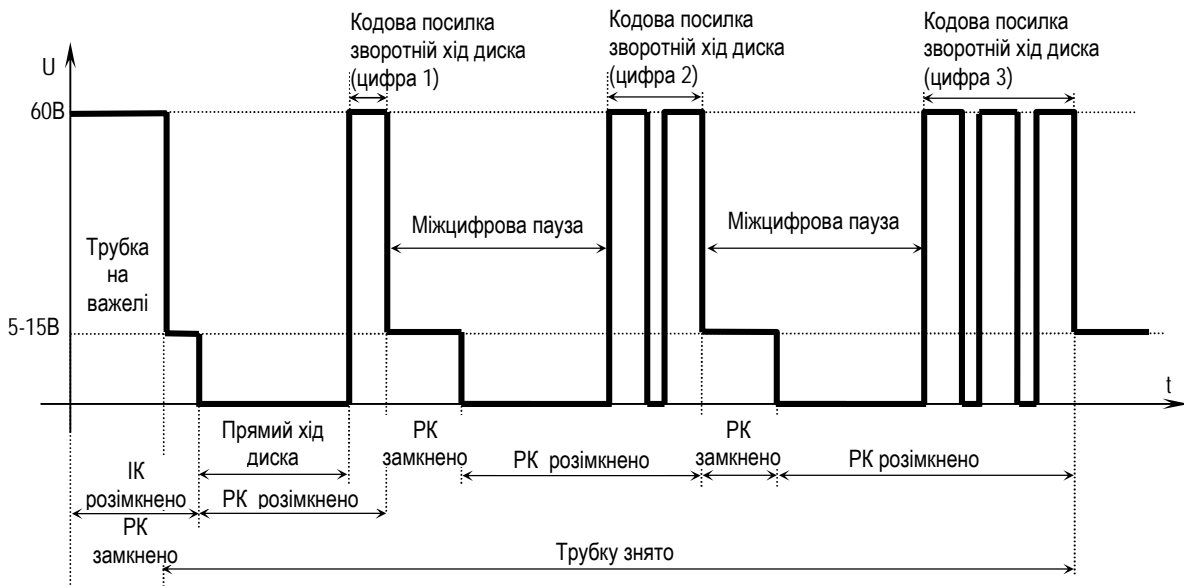


Рисунок 1.3 – Набор номера 123 на дисковому набирачі

У звичайному стані апаратура АТС надсилає в лінію напругу постійного струму 60 В через обмежувальні резистори із сумарним опором 700-1500 Ом і відстежує струм у лінії. При покладеній трубці ключ SB перемикається й підключає через конденсатор пристрій виклику, при цьому телефон не навантажує лінію по постійному струму. Для виклику абонента АТС посилає серію імпульсів амплітудою близько 120 В із частотою 25 Гц. Ці імпульси через конденсатор проходять в обмотку дзвінка й збуджують коливання. При знятій трубці до лінії підключається розмовний вузол (це положення показане на рис. 1.1, б), його опір постійному струму – близько 150-600 Ом. Розмовний вузол містить мікрофон, телефон і схему придушення прослуховування сигналу

власного мікрофона (протимісцеву схему). Підключення розмовного вузла призводить до протікання постійного струму в лінії, що дозволяє станції фіксувати факт зняття трубки. При знятті трубки станція посилає безперервний тональний сигнал відповіді (425 Гц) і готується прийняти сигнали набору номера. У цей час (а також під час розмови після встановлення з'єднання) на навантаженні телефону падіння напруги становить близько 5-15 В постійного струму, і на тлі цього рівня змінна складова (звуковий сигнал розмови) має амплітуду порядку десятків-сотень мілівольт. Відбій трубки сигналізується розривом ланцюга для постійного струму. При наборі номеру (трубка знята) розмовний вузол відключається контактом РК. Під час прямого ходу диска контакт ІК замикається, під час зворотного ходу він кілька разів розмикається (по одному розриву на одиницю набраної цифри, 1-10 розривів). Після закінчення набору цифри контакти РК знову підключають розмовний вузол. Тривалість (60 мс) і частота (10 ± 1 імпл/с) розривів стандартизовані [12,14] й розраховані на час спрацьовування шукачів крокових станцій. Імпульсний набір заради сумісності зі старими телефонами підтримується всіма АТС. Про результат комутації станція сигналізує короткими гудками «зайнято» (тональний сигнал 425 Гц, тривалість послідовної послідовності й паузи 0.35 с) або довгими гудками (1 с послідовності, 3 с пауза). Часова діаграма сигналів у різних стадіях показана на рис. 1.4.

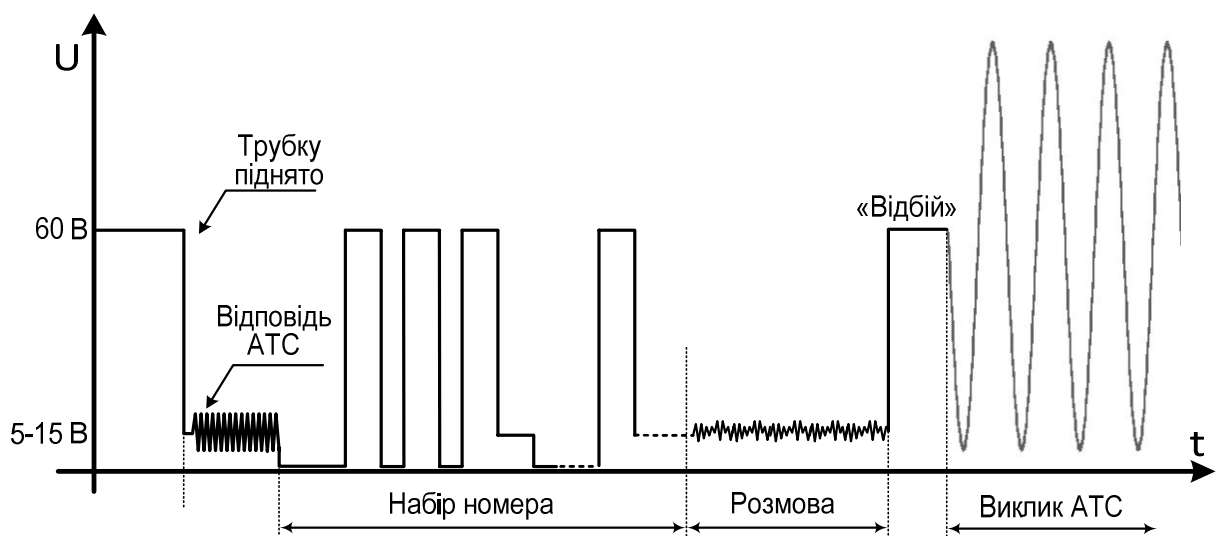


Рисунок 1.4 – Часова діаграма роботи дискового телефонного апарата

1.3 Тастатурні телефонні апарати

1.3.1 Структура тастатурних телефонних апаратів

У перехідний період з імпульсного набору на тоновий набір, а також у процесі інтенсивного здешевлення електроніки, мав місце випуск кнопкових номеронабирачів [19], виконаних у форм-факторі їх дискових попередників, що дозволяло замінити ними механічний номеронабирач у існуючому телефонному апараті (рис.1.5).



Рисунок 1.5 – Тастатурний телефонний апарат:
а) електромеханічний; б) електронний

Тастатурні електронні телефонні апарати (рис.1.5, б) містять наступні основні вузли (рис. 1.6):

- пристрій виклику, призначений для приймання сигналу індуктора (виклику абонента АТС) і перетворення його у звукові коливання;
- діодний міст, що виключає вплив полярності напруги лінії на полярність включення ТА;
- схема «відбій» для початкової установки інтегральної схеми НН;
- мікроперемикач для відключення живлення схеми ТА при покладеній на важіль трубки;
- часозадаючі елементи генератора для визначення частоти внутрішнього тактового генератора, від якої залежать усі часові параметри сигналів, що

формуються НН (частота набору, тривалість імпульсів і міжсерійної паузи й т.п.);

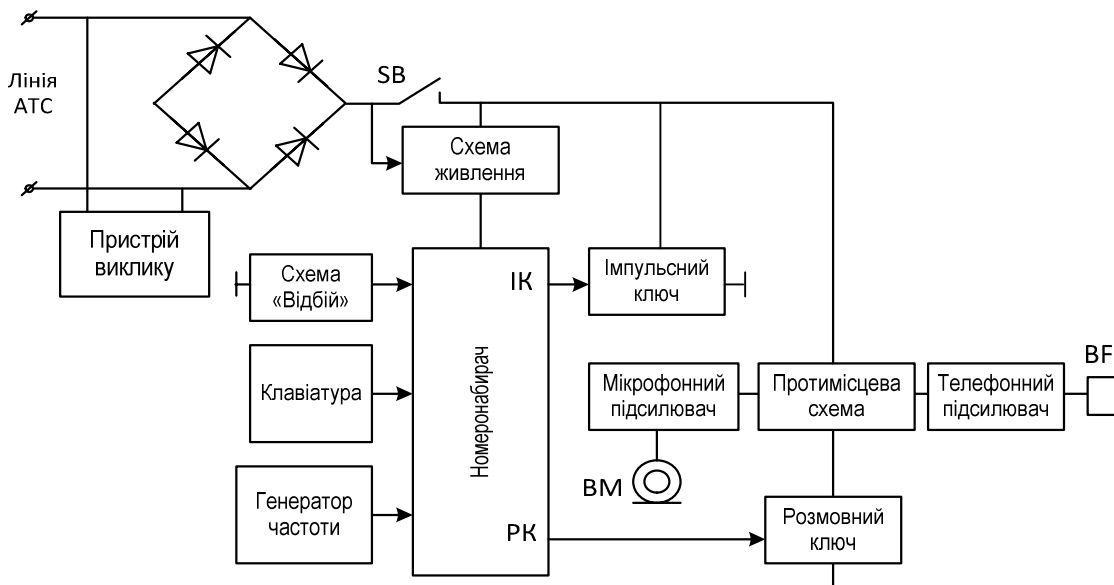


Рисунок 1.6 – Структурна схема тастатурного телефонного апарата

- схема живлення мікросхеми НН для живлення мікросхеми під час набору номера й підтримку живлення ОЗП при покладеній на важіль трубки;
- мікросхема номеронабирача виготовляється по КМОП-технології й виконує наступні функції: опитування клавіатури; формування сигналів набору номера, керуючих роботою імпульсного ключа; формування сигналу відключення розмовної частини під час набору номера, що управляє роботою розмовного ключа; запам'ятовування останнього або декількох номерів, що набираються;
- імпульсний ключ, що формує імпульси набору в лінію;
- R_n – резистор навантаження лінії, що виключає її замикання накоротко під час формування імпульсів набору;
- телефонний підсилювач – підсилює мовний сигнал до рівня нормальної чутності й погоджує опір лінії з опором звуковипромінюючого елемента;
- мікрофонний підсилювач для підсилення сигналу мікрофона;

- протимісцева схема для усунення місцевого ефекту, тобто можливості прослуховування в телефонній трубці власного голосу;
- розмовний ключ для відключення розмовної частини на час проходження імпульсів набору, що усуває неприємні клацання в телефонній трубці;
- клавіатура, що виконує функцію датчика ІС НН. Вона побудована за координатною схемою (рис. 1.7), де: COL – координати стовпців (Column) входів; ROW – координати рядків (Row) виходів або входів залежно від типу інтегральної схеми.

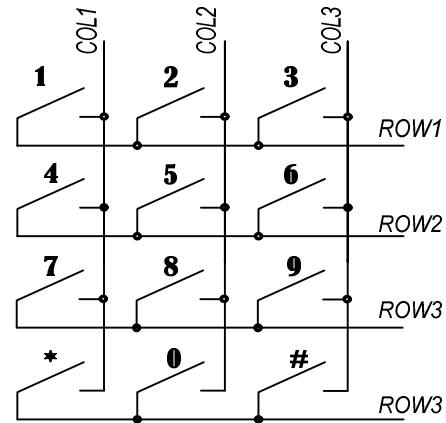


Рисунок 1.7 – Стандартна клавіатура номеронабирача

1.3.2 Принцип роботи тастатурних телефонних апаратів в імпульсному режимі

У тастатурних ТА функцію механічних контактів номеронабирача виконують електронні ключі. Їх підключення трохи відрізняється від прийнятого в дисковому номеронабирачі. Розглянемо його роботу за спрощеною структурною схемою (рис.1.8).

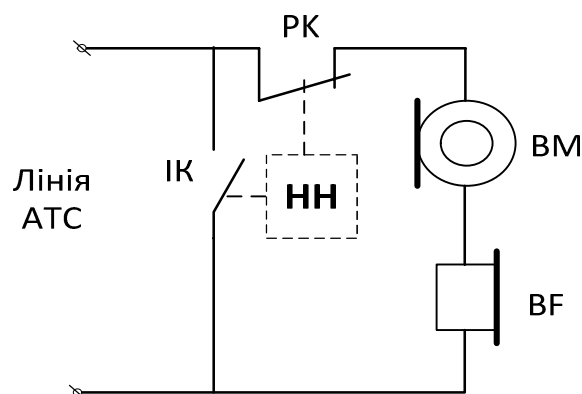


Рисунок 1.8. – Включення номеронабирача в кнопкових телефонних апаратах вітчизняного виробництва

З моменту натискання кнопки на наборному полі ТА й до закінчення набору, РК відключає розмовну частину. Одночасно ІК замикає лінію накоротко й розмикає її кількість разів, яка дорівнює цифрі набору. Таким чином, діаграма роботи кнопкового НН аналогічна діаграмі роботи дискового з тією різницею, що паузи між імпульсами набору й міжсерійні паузи при використанні кнопкового НН нормовані й близькі до оптимальних (рис.1.9). Це підвищує стабільність роботи АТС і зменшує час з'єднання.

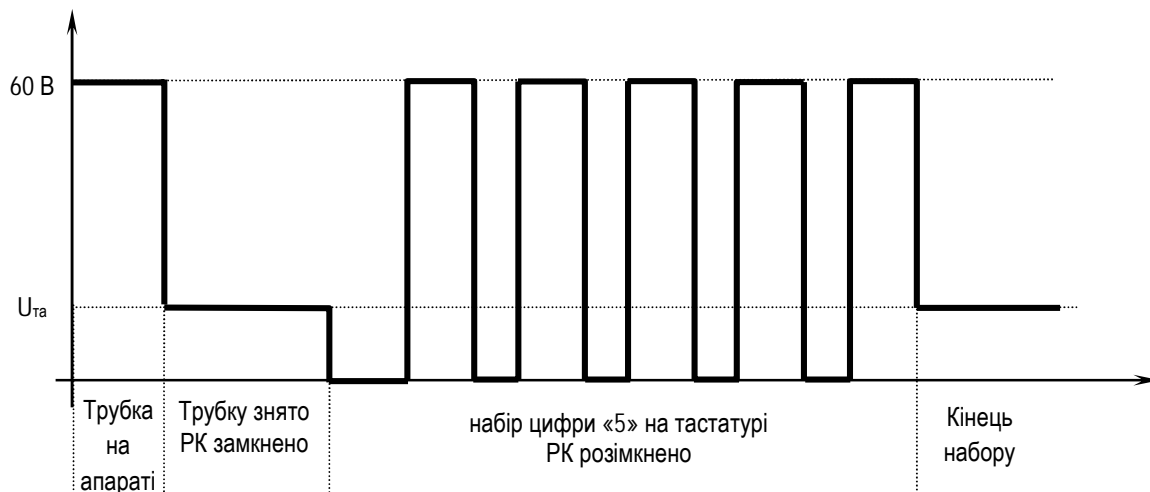


Рисунок 1.9 – Часова діаграма роботи кнопкового номеронабирача в телефонних апаратах вітчизняного виробництва

В імпортних ТА ІК включається послідовно з навантаженням, у якості якого може бути використана розмовна частина ТА (рис. 1.10,а), або в ТА більш високого класу - резистор опором 130-150 Ом (рис. 1.10,б).

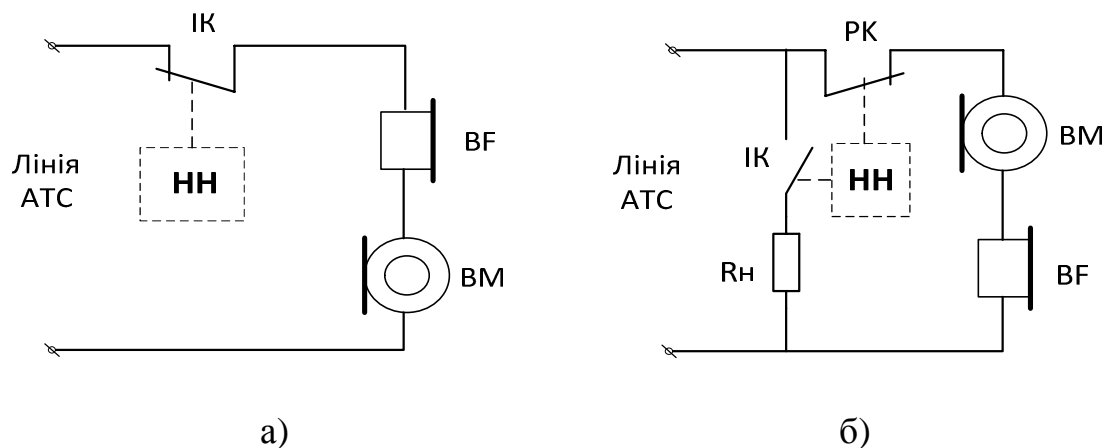


Рисунок 1.10. – Підключення номеронабирача в кнопкових телефонних апаратах закордонного виробництва

У першому випадку ІК комутує розмовну частину, у другому – розмовна частина на час набору відключається, а навантаженням ІК є резистор R_n . Часто в закордонних ТА для усунення клацань під час набору номера застосовується схема блокування входів мікрофонного й телефонного підсилювачів. Діаграми роботи цих ТА однакові (рис. 1.11).

Підвищений опір ІК у замкненому стані може іноді приводити до збоїв у роботі й неправильного з'єднання при використанні ТА на лініях зв'язку вітчизняних АТС.

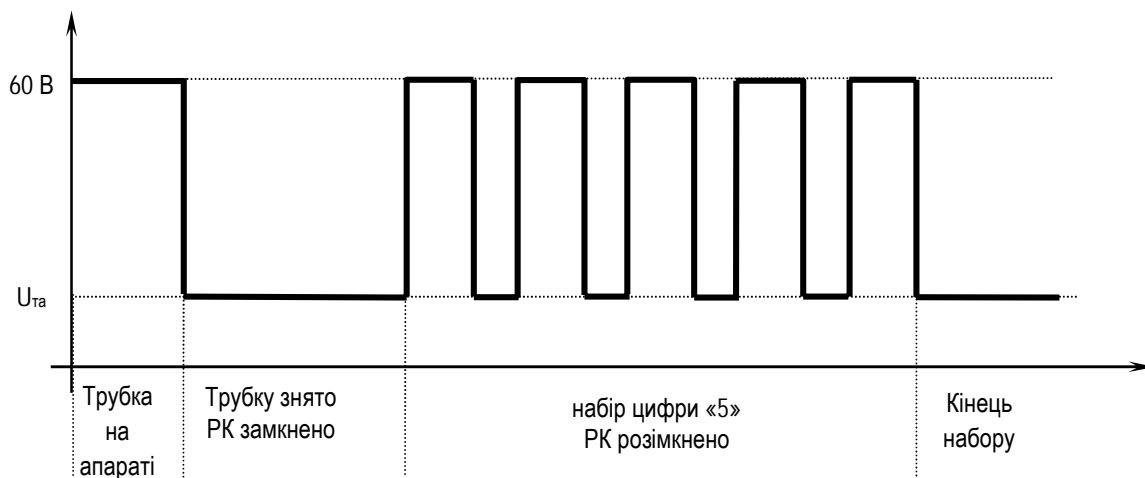


Рисунок 1.11 – Часова діаграма роботи кнопкового номеронабирача в телефонних апаратах закордонного виробництва

Таким чином, відмінність усіх варіантів полягає лише у відмінності схемотехніки НН, керуючих роботою УК, і в особливостях комутації лінії АТС.

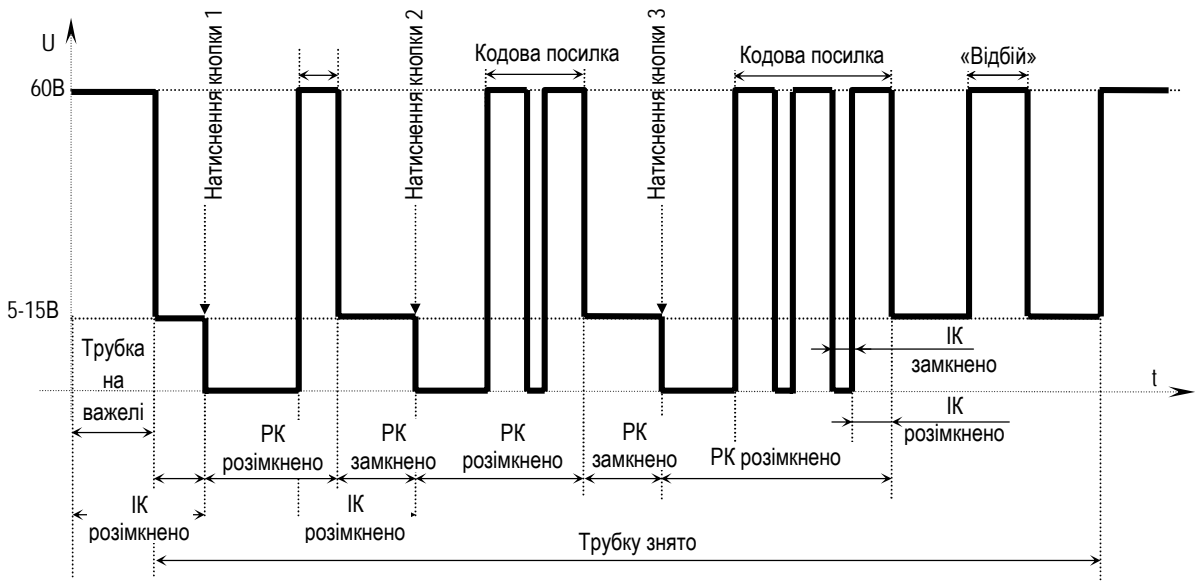
Розглянемо принцип роботи електронного телефонного апарату.

При знятті трубки, важільний перемикач SB підключає ТА до лінії АТС. У результаті напруга на лінійних затискачах знижується до величини 5-15В. При цьому схема «відбій», внаслідок подачі напруги в схему, здійснює початкове встановлення ІС НН (режим готовності до набору номера).

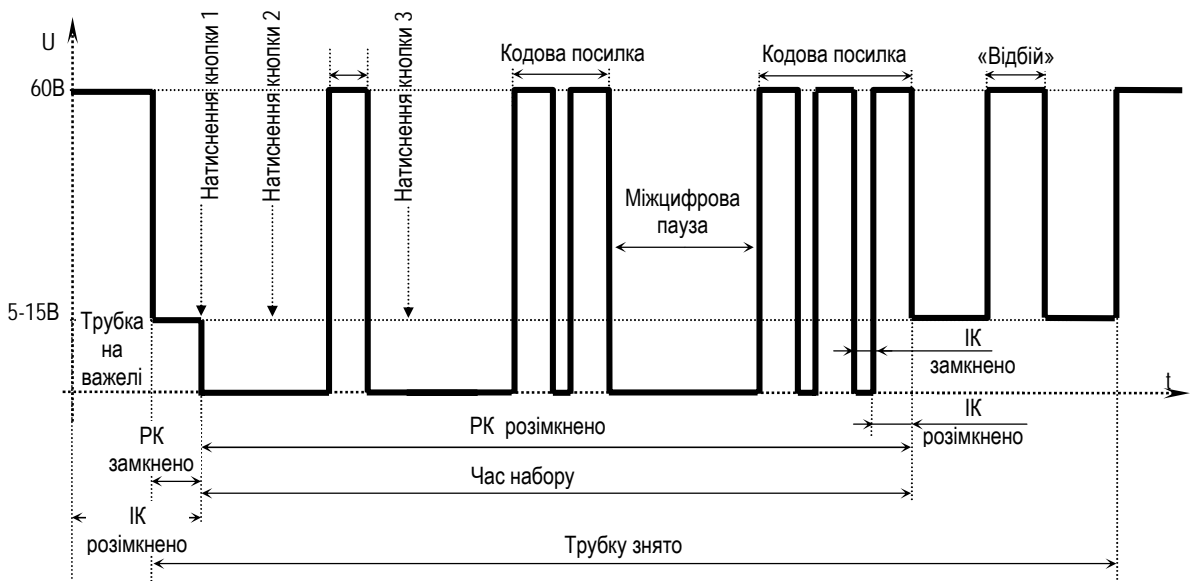
У режимі готовності до набору номера ІС НН виробляє сигнали управління ІК і РК, внаслідок яких розмовний вузол, що складається з мікрофонного й телефонного підсилювачів і протимісцевої схеми, за допомогою розмовного

ключа підключається до лінії й у трубці прослуховується відповідь станції (гудок). ІК перебуває в розімкнутому (закритому) стані.

При натисканні кнопок клавіатури, НН формує послідовності імпульсів, які управляють роботою ІК і РК. ІК замикає лінію накоротко й розмикає її, формуючи послілки постійного струму, керуючі роботою АТС (рис.1.12). РК відключає розмовний вузол від загальної шини на час проходження посилок набору номера, що усуває неприємні клацання в телефоні трубки при наборі номера.



а)



б)

Рисунок 1.12 – Набор цифр 1-2-3 на номеронабирачі електронного ТА:
 а) з чеканням відпрацювання попередньої цифри;
 б) без чекання відпрацювання попередньої цифри.

По закінченню набору РК знову підключає розмовний вузол і в трубці чутні тональні послілки АТС, що свідчать про закінчення процесу з'єднання і подачі на лінію абонента, якого викликають, посилок сигналу виклику. При знятті абонентом трубки, чутно його голос.

По закінченню розмови трубка кладеться на важіль. Важільний перемикач SB розмикає ланцюг і схема ТА переходить у черговий режим. У черговому режимі схема живлення мікросхеми забезпечує підживлення ОЗП ІС НН, у якому зберігається останній набраний номер, схема «відбій» забороняє набір номера із клавіатури з метою збереження останнього набраного номера, а викличний пристрій готовий до приймання сигналів виклику АТС.

При отриманні сигналу виклику від АТС, викличний пристрій виробляє звукові сигнали, що інформують про виклик інших абонентів. До зняття трубки схема ТА перебуває в черговому режимі. При знятті трубки ІС установлюється у вихідний стан з тією різницею, що замість відповіді станції (гудка), чутно голос абонента.

При короткочасному натисканні на важільний перемикач, або натисканні кнопки «відбій» на наборному полі клавіатури, за допомогою схеми «відбій» ТА переводиться у вихідний стан.

Для автоматичного визначення номера (АВН) абонента, що викликає, існує спеціальна система сигналізації, підтримувана більшістю вітчизняних АТС. Її роботу ілюструє діаграма, показана на рис. 1.13.

Деякі телефони обладнують автоматичним визначником номера (АВН). В цьому випадку абоненту, що викликається, від АТС надходить сигнал індукторного виклику (25Гц, 90-120 В). Телефон з АВН підключається до телефонної лінії, знижуючи напругу до 22-24В, блокуючи розмовний тракт. Через деякий час АВН видає на АТС сигнал «Запит АВН». При цьому параметри запиту 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 декодується ця відповідь і видається «Відповідь» – номер телефону абонента, що дзвонить, багаточастотним методом (безінтервальний пакет).

Цей сигнал повинен мати частоту 500 Гц і тривалість 100 мс. У відповідь на цей сигнал АТС передає кілька разів повторюваний пакет з десяти двочастотних посилок, у яких повідомляється категорія й 7-значний номер абонента, що викликає. Кожна послідовність триває 40 мс і містить дві із шести можливих тональних частот (700, 900, 1100, 1300, 1500 і 1700 Гц). У такий спосіб кодуються цифри 0–9 і службові символи «початок» і «повтор». Символ «початок» обрамляє пакет, символ «повтор» використовується, якщо наступна цифра повторює попередню (щоб полегшити виділення посилок). Після прийняття відповіді АВН може імітувати (для абонента, що викликає) сигнали контролю послідовності виклику (КПВ), у цей час абонент, якого викликають, може вирішити, зняти трубку чи ні, включити автовідповідач і т.п. На час розмови (або роботи автовідповідача) напруга падає до 5-15 В.

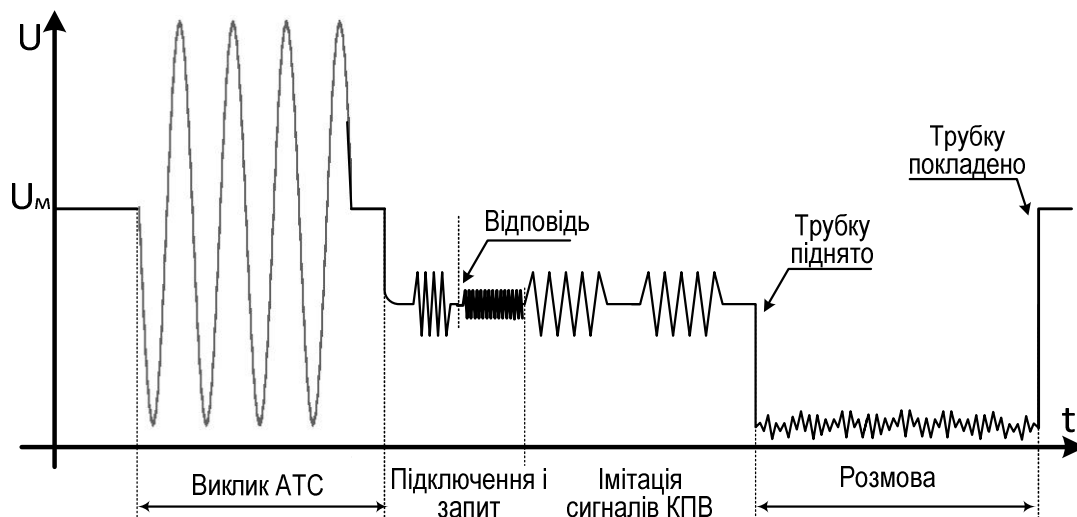


Рисунок 1.13 – Часова діаграма роботи телефонного апарата з АВН

Для закордонних АТС аналогом послуги АВН (яка спочатку не призначалась для широкого кола користувачів) є послуга ідентифікації

абонента, що викликає (Caller ID), надавана тільки цифровими станціями. Вона працює за зовсім іншим протоколом.

Сучасні кнопкові телефони, а також модеми й факс-модеми відпрацьовують телефонну сигналізацію за вищеприписаною схемою. Комутуючими елементами в них можуть бути електронні ключі або малогабаритні реле. Замість електромагнітного дзвінка застосовується електронний генератор сигналу, традиційний вугільний мікрофон може замінитися електронним з підсилювачем. Схемно вони можуть помітно відрізнитися від вищеприписаної схеми, але повинні забезпечувати опір постійному струму при покладеній трубці (і в момент переривання при наборі номеру) не менш 250 КОм, під час набору номера (у фазі замикання) – не більш 50 Ом.

Параметри сигналів закордонних АТС і телефонів, що випускаються для них, відрізняються від вітчизняних: номінальна напруга – 40 В, імпульси виклику – до 90 В, рівень звукового сигналу при розмові нижче. Через ці відмінності, наприклад, абонент вітчизняного телефону гірше чує абонента імпортного телефону, а абонент імпортного телефону чує першого краще.

1.3.3 Система частотного (тонального) набору

В 1970 році була винайдена нова система частотного (тонального) набору номера. Ціль її створення – зробити процес набору більш надійним і прискорити його. У цій системі цифри передаються двома частотами (тонами) одночасно. Їй дано назву DTMF (Tone-Multi-Frequency).

Тональні частоти обрані таким чином, щоб уникнути гармонійних перешкод від мовних сигналів. Передача кожної цифри відповідно до ГОСТ 25554-82 у частотному номеронабирачі здійснюється багаточастотним кодом 2 з 8. У системі DTMF застосовано вісім частот:

- нижня група частот - 697 Гц, 770 Гц, 852 Гц, 941 Гц;
- верхня група частот - 1209 Гц, 1336 Гц, 1477 Гц, 1633 Гц.

Правильна цифра визначається одним тоном з верхньої частотної групи й одним – з нижньої. Усього існує 16 можливих комбінацій (табл. 1.5). Найчастіше використовуються тільки цифри 0, 1...9. У деяких системах задіюються ще кнопки «*» і «#» або навіть усі 16 комбінацій для спеціальних функцій. Тривалість двухчастотної послідовності повинна бути не менш 40 мс, паузи – не менш 25 мс. Стабільність частот – не гірше $\pm 1,5\%$.

Таблиця 1.5 – Багаточастотний телефонний код для кнопок

Частота	1209 Гц	1336 Гц	1477 Гц	1633 Гц
697 Гц	1	2	3	A
770 Гц	4	5	6	B
852 Гц	7	8	9	C
941 Гц	*	0	#	D

Кнопкові телефонні апарати із частотним набором номера використовуються при роботі з електронними й квазіелектронними АТС.

Максимальна швидкість набору номера в системі частотного набору становить 7 цифр у секунду. Для порівняння в імпульсній системі набору швидкість становить 0,8 цифри в секунду (при частоті 10 Гц). Перевага системи за швидкістю набору майже десятикратна! Вид сигналу DTMF у телефонній лінії представлений на рис. 1.14.

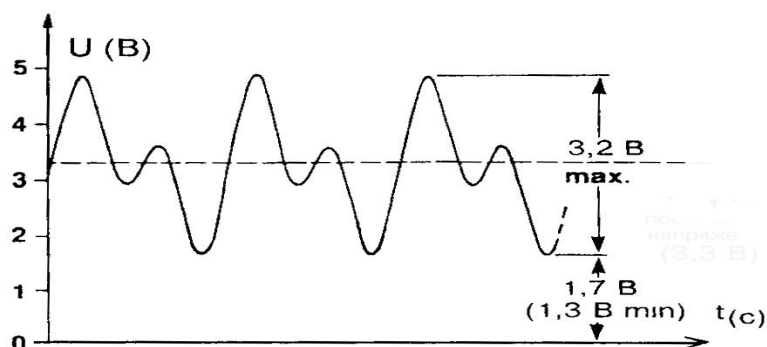


Рисунок 1.14 – Діаграма сигналу DTMF, що відповідає одній цифрі

Схема номеронабирача для ТА із частотним (тональним) набором номера легко реалізується на базі інтегральної схеми (ІС). На рис. 1. 15 показана схема включення найпростішої ІС такого номеронабирача. Внутрішня структура типової ІС номеронабирача із частотним набором номера показана на рис. 1. 16.

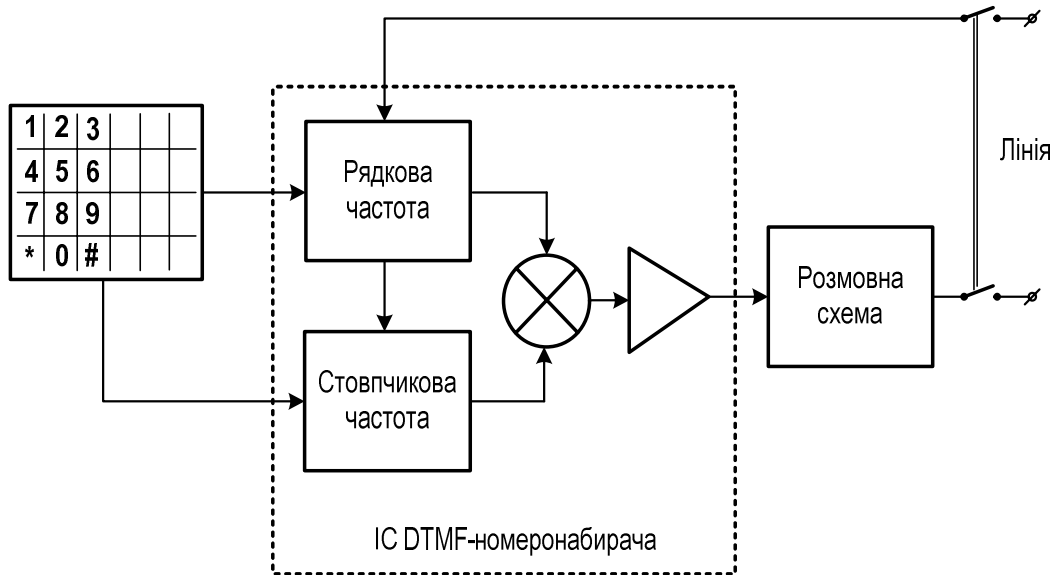


Рисунок 1.15 – Схема включення DTMF-номеронабирача

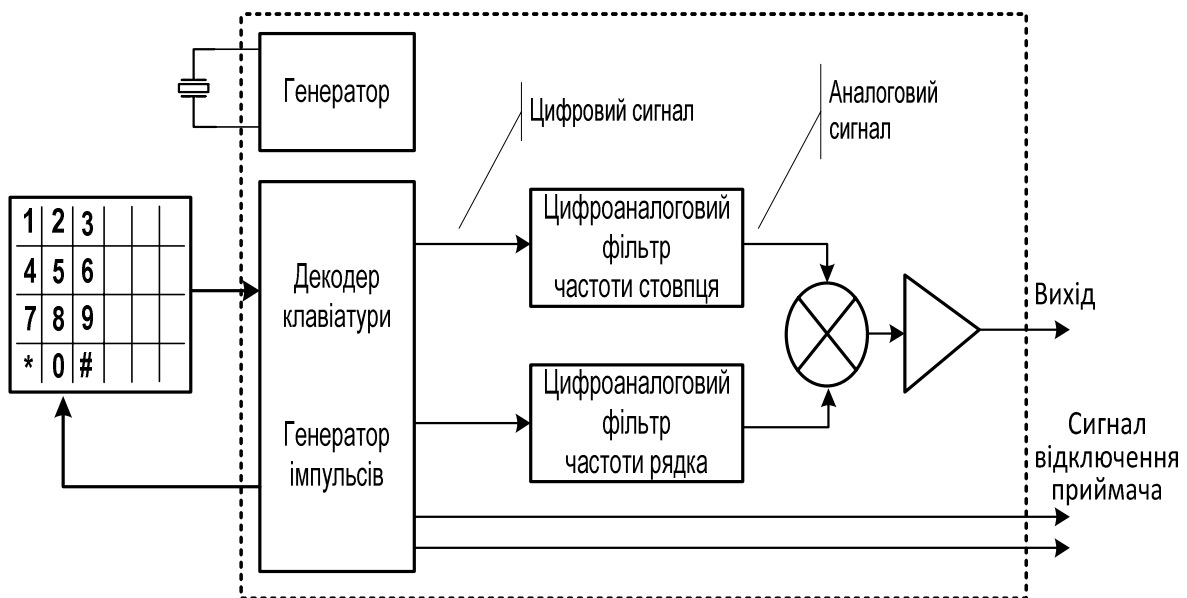


Рисунок 1.16 – Внутрішня структура DTMF-номеронабирача

Постійна напруга живлення для ІС зазвичай забезпечується випрямлювачем, розташованим на платі розмовної схеми. Усі ІС подібних номеронабирачів містять як мінімум п'ять функціональних вузлів: декодер клавіатури/генератор імпульсів; цифро-аналогові фільтри вищих (стовпчикових) частот; цифро-аналогові фільтри нижчих (рядкових) частот; суматор; вихідний підсилювач.

Щоб частоти сигналів, що генеруються були постійні, необхідний високочастотний генератор, за сигналом якого буде синхронізуватися схема номеронабирача. Генератор виробляє сигнали зі стабільною частотою (3.579545 МГц), яка визначається кварцовим резонатором.

Рядкові і стовбчикові логічні сигнали надходять із клавіатури на схему декодера клавіатури/генератора імпульсів. У ньому відбувається розподіл частоти сигналу генератора й виробляються прямокутні імпульси із частотами, необхідними для синтезу тональних сигналів рядків і стовпців. На цьому етапі сигнали є часто цифровими. Для одержання тональних сигналів цифрові імпульси повинні бути перетворені в аналогову форму.

Це завдання виконує цифро-аналогові фільтри. Для формування сигналів високих (стовбчикових) і низьких (рядкових) частот використовуються окремі цифро-аналогові фільтри.

У суматорі об'єднуються стовбчикові і рядкові сигнали, комбінація яких повинна надходити на вхід розмовної схеми. Вихідний підсилювач підвищує потужність сигналу до необхідного рівня й погоджує вихід ІС із входом розмовної схеми. Через розмовну схему отриманий розмовний сигнал надходить в абонентську лінію. Вихідний керуючий сигнал відключення приймача виробляється при кожному натисканні на клавішу клавіатури.

1.4 Цифрові телефони – структура і можливості

Значна частина телефонів, які використовуються у системах зв'язку – аналогові пристрої: вони передають і приймають неперервний електричний

сигнал, що відповідає звуковим частотам мовлення. Аналогова електрична передача – природне продовження людського мовного спілкування, яке теж являє собою аналоговий процес, заснований на збудженні і сприйнятті коливань зі звуковими частотами. Однак в аналоговій передачі є свої недоліки, які особливо суттєві, коли один кабель служить загальною ланкою для великої кількості розмовних трактів. Крім того, ускладнено аналогову передачу цифрових сигналів комп'ютера – їх доводиться перетворювати у квазімовні сигнали.

Цифрові телефони мають величезний набір функцій, який неможливо реалізувати в аналогових телефонних апаратах без додаткових пристроїв. Це: передача текстових повідомлень, запам'ятовування вхідних-вихідних викликів, «чорний список», переадресація й багато чого іншого. Необхідно відзначити, що до цифрових телефонів відносяться: DECT-телефони, деякі моделі радіотелефонів, усі стільникові апарати, системні телефони до цифрових АТС, IP-телефони, супутникові приймально-передавальні пристрої та інші. Цифрові телефони з'явилися завдяки розробкам новітніх технологій з якісного обміну голосовими повідомленнями.

Цифровий телефонний апарат (ЦТА) перетворює аналоговий мовний сигнал, що виробляється електронним мікрофоном у частотній смузі шириною 4000 Гц, у цифровий сигнал 64 Кбіт/с для передачі цифровим мовним каналом. Тобто, принцип дії даних апаратів заснований на перетворенні мовних коливань у двійкові коди, які у свою чергу компонуються в пакети із цифровою інформацією й передаються в задану точку. Там отримані сигнали розпаковуються й знову перетворюються у звичайну мову. Уперше, цифрові телефони для загального користування застосували у звичайних аналогових телефонних станціях по вже існуючих проводах і кабелях, оснастивши відповідним устаткуванням – кодеком. Це дало можливість поліпшити якість сигналу, позбутися перешкод і збільшити дальність проходження мовного пакета без додаткових пристроїв для збудження голосових коливань, однак швидкість і стійкість сигналу змушувала бажати кращого, через велику

кількість переходів, з'єднань і сполучень між кабельним, лінійним і станційним устаткуванням.

Цифровий телефон підключається до цифрової телефонної лінії. Цифрові системи передачі є чотиридротовими системами передачі. Для кожного напрямку передачі потрібна окрема пара проводів, тобто два дроти в напрямку передачі й два – у напрямку приймання. Офісні цифрові телефонні станції можуть допускати використання в установі аналогових ліній, але цифрові телефони й у цьому випадку слід підключати тільки до цифрових ліній.

Хоча для цифрового телефону підходить тільки цифрова телефонна лінія, він може бути з'єднаний з аналоговим телефоном, підключеним до мережі. Цифрові лінії стикаються з аналоговими на АТС, де здійснюється перетворення цифрових сигналів в аналогові й навпаки.

У цифровій АТС у будь-якому режимі роботи, передаються тільки цифрові сигнали (логічні нулі й одиниці) у вигляді додатніх і від'ємних прямокутних імпульсів на тлі постійної напруги 12-16 В. Логічному нулю відповідає тривалість імпульсу 1 мкс, а логічній одиниці близько 2 мкс. Для приймання цифрової інформації від АТС до абонента використовуються додатні імпульси, а від абонента на АТС – від'ємні імпульси, це забезпечує можливість по одній цифровій телефонній лінії передавати дані одночасно в обидва боки. Аналогові сигнали з мікрофона трубки проходять аналого-цифрове перетворення й передаються на лінію вже у вигляді цифрових імпульсів, що передають логічні нулі й одиниці. Для виклику по лінії від АТС передається спеціальна кодова послідовність.

Застосування цифрової абонентської лінії дозволяє використовувати двійковий код з високою швидкістю передачі символів протоколу обміну сигнальною інформацією зі станцією, бо як інформаційні сигнали, так і сигнали взаємодії зі станцією передаються абонентською лінією в цифровій формі. Для захисту інформаційного сигналу від несанкціонованого прослуховування перед надходженням у лінію він зазнає скремблювання.

Електричні характеристики стику цифрової абонентської лінії з ЦТА, який, у відповідності з Рекомендацією ІТУ-Т G.551, одержав позначення V.21, наступні:

Параметри лінійного сигналу на передачі (від ЦТА):

- вид коду – уніполярний, полярність – протилежна полярності імпульсів на прийманні;
- форма імпульсу – трапецієподібна, тривалість імпульсу логічної одиниці $2\pm 0,2$ мкс;
- час наростання й спаду імпульсу від 10 до 90 % амплітуди – від 0,8 до 1,2 мкс;
- амплітуда імпульсу $3\pm 0,3$ В на навантаженні 120 Ом;
- логічний нуль не передається.

Параметри лінійного сигналу на прийманні:

- вид коду – уніполярний;
- амплітуда імпульсів – $2,6\pm 0,7$ В;
- тривалість імпульсу, відповідного до струмової послідовності, – $4\pm 0,3$ мкс;
- тривалість імпульсу, що відповідає беструмовій послідовності, – $2\pm 0,3$ мкс;
- час наростання й спаду імпульсу від нуля до 90% амплітуди – від 0,5 до 1,2 мкс.

Для обміну по індивідуальній абонентській лінії може застосовуватися спосіб, що дозволяє організувати по фізичній дводротовій лінії двобічний електричний чотиридротовий канал. Передача по лінії до ЦТА ведеться широтно-маніпульованими імпульсами, що мають різну полярність у напрямках передачі й приймання. Ці ж імпульси несуть сигнал синхронізації.

У якості сигналів набору номера використовуються неперервно повторювані 8-розрядні цифрові комбінації, що складаються із маркерної групи і двійково-десятькового коду переданої цифри. Передача цифри продовжується, поки натиснута відповідна кнопка.

При вхідному виклику від станції спочатку надходить сигнал перевірки працездатності лінії і ЦТА. Цей сигнал розпізнається блоком управління

побудованим на основі мікропроцесора (МП) і у бік станції посилає сигнал відповіді на тест. ЦТА до надходження сигналу акустичного виклику перебуває у черговому режимі з малим енергоспоживанням. МП контролює надходження сигналу від станції і при подає викличний сигнал на пристрій виклику. Після підняття телефонної трубки МП при наявності активного сигналу від станції переводить ЦТА в активний режим. Після опускання телефонної трубки на важіль ЦТА переходить у черговий режим і активний сигнал у сторону станції не передається.

При вихідному виклику ЦТА при піднятті телефонної трубки у бік станції передається сигнал вихідної активності. При одержанні від станції тонального сигналу готовності МП переводить ЦТА в активний режим і підтримує його в цьому режимі, поки від станції не надійде активний сигнал або не буде покладена трубка.

Дії абонента при вхідному й вихідному виклику нічим не відрізняються від аналогічних дій при роботі з аналоговим телефонним апаратом.

Цифрові системи ділового зв'язку пропонують користувачеві нові численні послуги, якими можна скористатися лише за допомогою цифрового системного ТА. Цифровий ТА забезпечує аналого-цифрове й цифро-аналогове перетворення мови й сигналів, які в цифровій формі передаються по абонентській лінії до абонентського комплекту й назад. Абонентська лінія від абонентської кінцевої установки до системи комутації (міні-АТС) є цифровою й дозволяє передавати по одній лінії мовні й немовні повідомлення. Лінійний інтерфейс забезпечує для групи цифрових системних ТА передачу інформації з каналу первинного доступу. Фірмові ТА відрізняються один від одного габаритами, числом функціональних кнопок, вбудованим дисплеєм і гучномовцем.

Спрощена схема цифрового системного ТА представлена на рис. 1.17. Цифровий системний ТА за своєю функціональною і апаратною конфігурацією містить у собі: мережний стик; схему управління; абонентський стик.

Мережний стик підтримує двобічний зв'язок по 2-провідній абонентській лінії. Стик складається зі схеми захисту лінії, лінійного трансформатора, перетворювача постійного струму, лінійного цифрового адаптера DASL, його схеми синхронізації й аналого-цифрового й цифро-аналогового перетворювача COMBO. Схема захисту лінії забезпечує захист ТА від перешкод і піків напруги в лінії. Лінійний трансформатор призначений для гальванічної розв'язки ТА від лінії. До лінійного трансформатора підключається перетворювач постійного струму. Живлення ТА здійснюється від лінії, перетворювач постійного струму забезпечує необхідну напругу.

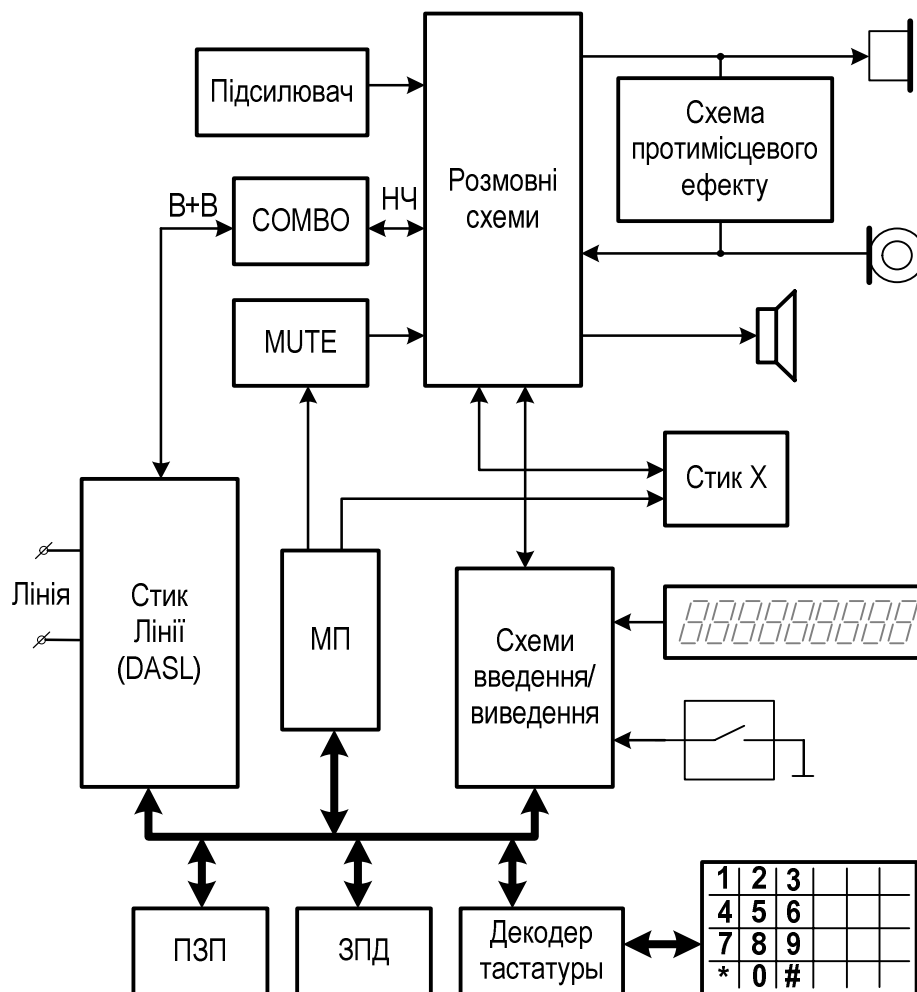


Рисунок 1.17 – Спрощена схема цифрового системного телефонного апарата.

Лінійний стик побудований на базі цифрового адаптера абонентського шлейфа DASL, що управляється мікропроцесором. Цифровий адаптер DASL розміщується в обох кінцях, тобто в лінійному стикі системи комутації й у ТА або термінальному адаптері.

COMBO (кодек+фільтр) призначений для перетворення цифрової інформації в аналогову при вхідному з'єднанні й аналогової в цифрову при вихідному з'єднанні. Аналоговий сигнал від мікрофона або гучномовця подається до вхідного підсилювача, у якому здійснюється посилення сигналу. З метою видалення високочастотних перешкод використовується резистивно-ємнісний передпідсилювач, після нього включений вузькосмуговий фільтр, за допомогою якого видаляються частоти поза розмовною смугою, тобто менш 300 Гц і більш 3400 Гц. Вибір числа рівнів квантування сигналу проводиться за допомогою частоти 8 кГц і будь-якому одному рівню з 256 привласнюється 8-розрядна комбінація у форматі імпульсно-кодової модуляції (ІКМ). 8-розрядне слово тимчасово зберігається в передавальних буферах і в певній фазі з'єднання передається цифровому адаптеру DASL для наступної передачі до абонентської лінії по одному каналу В. У зворотному напрямку 8-розрядне слово передається від цифрового адаптера DASL до COMBO і тимчасово зберігається в прийомних буферах. У певній фазі з'єднання сигнал передається декодеру, який відновлює аналогову форму сигналу. Вузькосмуговий низькочастотний фільтр коректує перетворені сигнали й видаляє частоти більші за 3400 Гц. Відновлений аналоговий сигнал передається до підсилювача.

Схема управління ТА побудована на 8-розрядному однокристальному МП, який призначений для управління зв'язком між мережним стиком (системою комутації) і абонентським стиком, а також управління виконанням усіх функцій апарата. Мікропроцесор визначає стан трубки (визначення моменту її зняття), функціональних кнопок і кнопок програмування, передає інформацію з каналу В до абонентського комплексу про зняття абонентом трубки або натисканні їм кнопки.

Абонентський стик включає наступні елементи: операційні елементи, блок гучномовця, мікротелефонну трубку, набір кнопок, стик Х.

Операційні елементи діляться на візуальні й акустичні. Візуальні елементи представлені літеро-цифровим дисплеєм на рідко-кристалічних елементах, світлодіодах.

До *акустичних елементів* відноситься гучномовець, який у системному ТА використовується в якості дзвінка й акустичного індикатору вхідного виклику, для приймання мовних повідомлень і видачі зумера спеціального оповіщення.

Стик X складається зі схем, які забезпечують запис розмови й підключення магнітофона, схему окремої оптичної сигналізації зайнятості ТА або схеми включення окремого (зовнішнього) дзвінка.

Схеми запису розмови повинні узгоджувати імпеданс і рівень сигналу із зовнішнім записуючим устаткуванням. Вихідний і вхідний розмовний сигнал підводяться до схеми операційного підсилювача, де вони змішуються й вирівнюються по амплітуді з метою одержання якісного запису.

Кнопки програмування призначені для закріплення певних функцій станції (міні-АТС). Програмування кнопок виконує абонент, закріплюючи за своїм вибором часто використовувані функції за конкретними кнопками. Певні функції програмуються самим абонентом: встановлення виклику на очікування, переадресація виклику, конференц-зв'язок, зумер для виклику, що перебуває на очікуванні і т.д., у той час як іншу частину функцій можна програмувати тільки за допомогою оператора міні-АТС.

Тастатурное поле системного ТА також містить кнопки набору цифр і кнопки, за якими жорстко фіксовані функції, призначення яких не може змінюватися програмно.

Окрім того, кожен виробник випускає свої моделі системних телефонів, які несумісні з системними телефонами інших виробників.

1.5 Радіотелефони

Радіотелефон ще називають «бездротовим телефоном». Такий термін закріпився за апаратами, що здійснюють зв'язок між абонентами радіоканалами та телефонними лініями зв'язку через АТС. Бездротові телефони (БДТ) утворюють клас малопотужних приймально-передавальних пристроїв, основним призначенням яких на першому етапі була заміна дроту телефону бездротовою радіолінією для забезпечення мобільності абонента [16, 19]. Таким

БДТ можна користуватися на досить значній відстані від телефонної розетки, не використовуючи довгий дріт.

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

Спочатку БДТ 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 БДТ. Принцип роботи мереж малопотужних радіотелефонів з урахуванням мікростільникової концепції побудови аналогічний функціонуванню засобів мобільного зв'язку. Тенденція інтеграції мереж бездротових індивідуальних телефонів зі стільниковими мережами рухомого зв'язку ставить ці апарати на одне з провідних місць у сфері надання послуг електрозв'язку.

У найпростішому варіанті бездротовий телефонний апарат це пристрій, що складається з переносного блоку (ПБ) – трубки і стаціонарного блоку (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, бездротовий 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 управління та УКХ-радіостанція. Схема управління 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 ПБ встановлено окремі незалежні мікропроцесори управління.

Особливості радіотелефонів:

ID-коди. Усі переносні трубки радіотелефонів мають персональні ID-коди (кожна свій). Вони необхідні для того, щоб кожний стаціонарний блок такого ТА приймав сигнали тільки від своєї переносної трубки. Другим аспектом використання кодів ідентифікації є захист телефонної лінії від несанкціонованого використання. Коли мікротелефонна трубка кладеться на СБ, відбувається автоматична зміна коду. Число комбінацій ID-кодів коливається в сучасних моделях радіотелефонів від декількох тисяч до декількох мільйонів. Сторонньому абонентові з «чужою» трубкою приєднатися до цієї лінії практично неможливо, тому що СБ відповідає на виклик тільки «свого» переносного блоку (трубки) з певною комбінацією.

Шифровка розмови. У деяких моделях радіотелефонів при передачі радіосигналів між трубкою й базовим блоком відбувається їх шифровка. Тим самим досягається відносна конфіденційність розмови. Мінусом такої системи кодування є істотне погіршення якості зв'язку. Крім того, повністю гарантувати конфіденційність розмов така система шифровки не може.

Пейджинг. Функція пошуку одного з елементів радіотелефону за допомогою іншого називається пейджингом. Він може бути одnobічним (це означає, що із СБ можна викликати переносний блок (трубку), який при цьому почне видавати сигнал) і двобічним.

Інтерком. Інтеркомом або внутрішнім зв'язком називається функція, що дозволяє спілкуватися двом співрозмовникам (які можуть перебувати в різних кімнатах) за допомогою ПБ і СБ. Звичайно при активації цієї функції зовнішня телефонна лінія залишається вільною, і на базовий блок можна зробити сигнал виклику зі станції. Однак існує ряд моделей телефонів, у яких при переговорах по внутрішньому зв'язку доступ до зовнішньої лінії неможливий.

Спікерфон. Наявність такої функції означає можливість гучномовного зв'язку.

Переадресування розмови, режим конференції. Ця функція дозволяє перевести поточну розмова із ПБ на СБ (при наявності режиму гучномовного зв'язку) або навпаки. У деяких моделях при використанні декількох переносних

трубок можливе переведення дзвінка з однієї трубки на іншу. При роботі радіотелефону в режимі конференц-зв'язку із СБ можуть бути викликані переносні блоки і є можливість проведення наради між усіма компонентами системи й зовнішнім абонентом.

Для того, щоб бездротовий телефон міг працювати в дуплексному режимі, приймання та передавання ведуться так, що сигнали від стаціонарного блоку до переносного передаються на одній частоті, а від ПБ 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 радіотелефонів 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 радіотелефони чотирьох основних частотних діапазонів для радіозв'язку між СБ і ПБ: 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 блоку показана на рисунку 1.18.

У СБ входить чотири групи функціональних вузлів: приймач, передавач, інтерфейс телефонної лінії (розмовна схема) і схема управління на базі мікропроцесора (МП). Джерело живлення СБ і зарядний пристрій утворюють окремий функціональний вузол.

Сигнали, передані ПБ, 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 управління, що координують спільну роботу СБ і ПБ.

У звичайному телефоні при розмові замкнуто важільний перемикач. В бездротовому телефоні при натисканні кнопки «Розмова» в ПБ, на стаціонарний блок посилається відповідний сигнал управління. 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 ПБ сигнал готовності від місцевої телефонної станції.

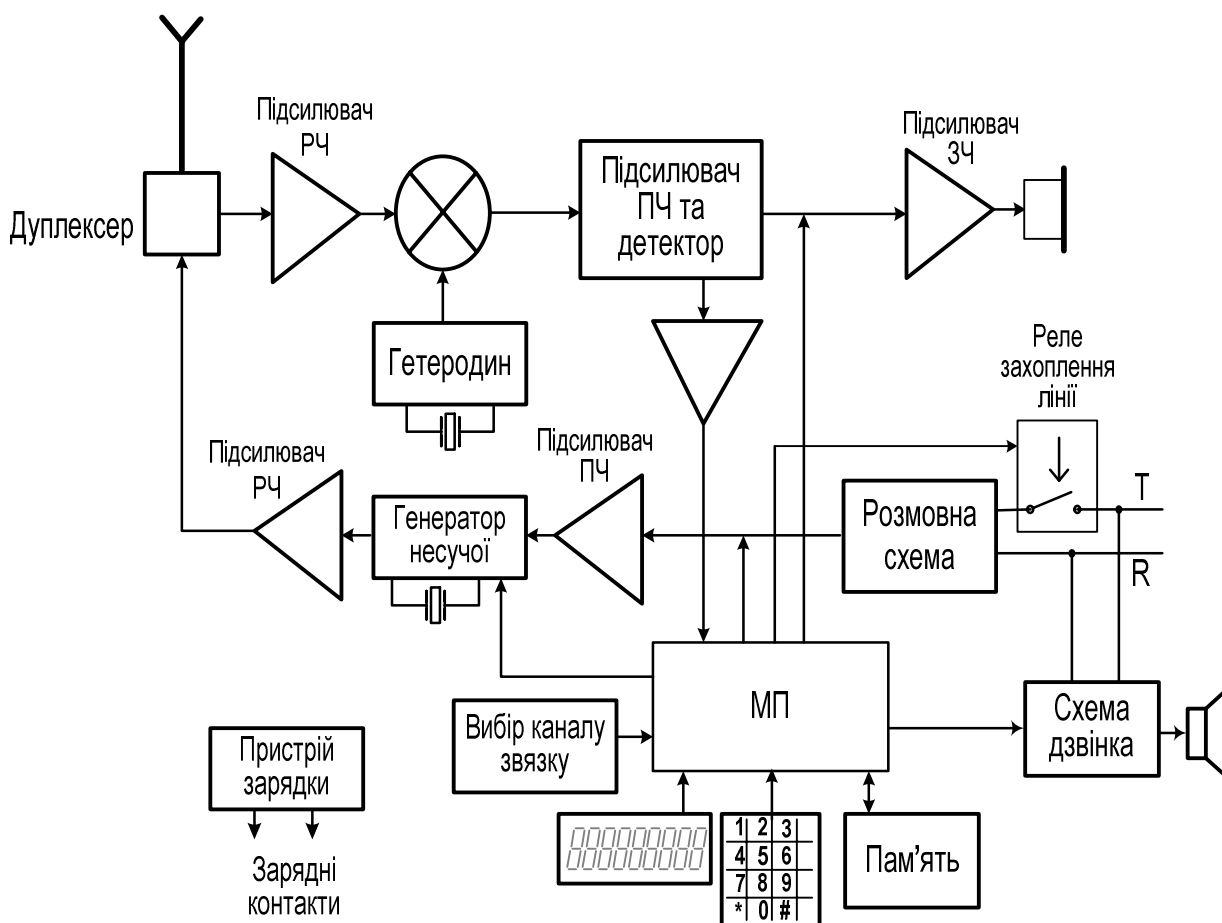


Рисунок 1.18 - Структура стаціонарного блока радіотелефону

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 перемножується з 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: завадозахищеності, простоти фільтрації, стабільності.

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

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

Схема управління координує роботу усіх вузлів радіотелефону. У СБ мікропроцесор синхронізує процеси приймання та передавання, формує сигнали управління, передані на ПБ, 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 інтегральних мікросхем пам'яті для збереження постійних програмних інструкцій та даних.

Телефонний інтерфейс (розмовна схема) зв'язує СБ з телефонною лінією. При надходженні відповідної команди з ПБ 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 ПБ. Після цього з ПБ можна починати набір номера.

Структурна схема ПБ (рис. 1.19), містить ті ж основні групи функціональних вузлів, що і структурна схема стаціонарного блоку. У більшості ПБ встановлюється клавіатура, що підключається безпосередньо до мікропроцесора. При наборі номеру МП виробляє сигнали управління, що надходять у телефонну лінію. Найпростіша зарядна схема на базі захисного діода використовується для підзаряджання акумуляторів ПБ, коли він лежить у гнізді СБ.

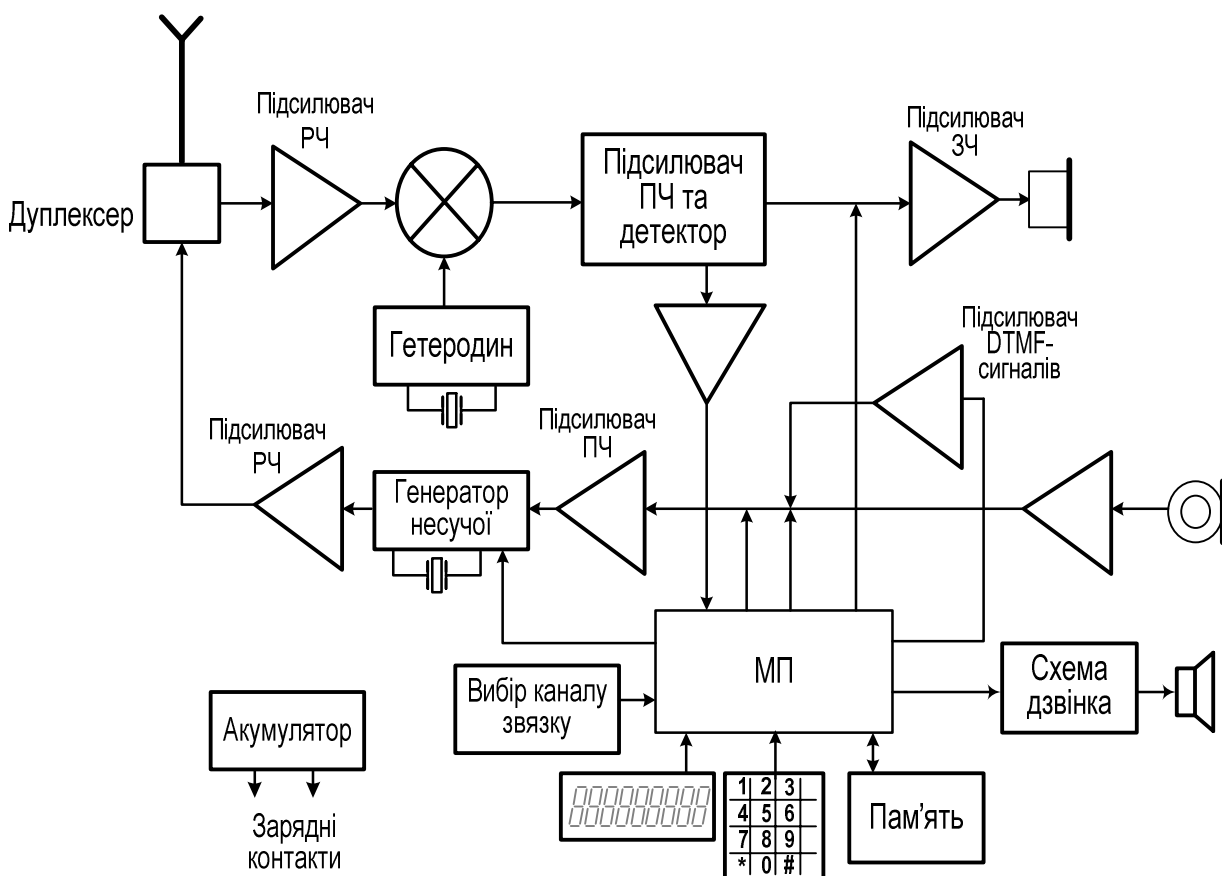


Рисунок 1.19 – Структура ПБ радіотелефону

Сигнал, прийнятий антеною ПБ, подається на підсилювач РЧ, що посилює слабкий радіосигнал, переданий стаціонарним блоком. Переданий стаціонарним блоком РЧ-сигнал містить ті ж складові, що і «зворотний» сигнал ПБ, і його перетворення 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 ПБ тим же способом, що використаний у СБ, тільки джерелом сигналу виступає електронний або електродинамічний мікрофон. Функції схеми управління ПБ також подібні функціям аналогічного вузла СБ. Існують, правда, деякі відмінності. Наприклад, коли СБ виявляє сигнал виклику та передає відповідну команду на ПБ, її МП виробляє звуковий сигнал, щоб попередити про виклик. У ПБ більшості бездротових телефонів встановлюється клавіатура з повним набором цифр і кнопок управління. В схему управління, як і в СБ, зазвичай включаються інтегральні схеми 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.

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

У 1983 році Європейська організація адміністрацій і пошт (СЕРТ) розробила перший європейський стандарт (СТ-1) для аналогових систем бездротових 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 ПБ і СБ. У черговому режимі кожний блок БДТ постійно сканує канали, шукаючи сигнал з відповідним кодом ідентифікації. Коли виникає необхідність у встановленні зв'язку в будь-якому БДТ, 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 ємність 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 БДТ було розроблено у Великобританії. Новий стандарт, що одержав назву СТ-2 (прийнятий СЕРТ у 1987 р.) був цифровим. Він забезпечував конфіденційність переговорів і кращу, ніж 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 – 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, висунутим до телекомунікаційної мережі.

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

користування. 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, вона не дозволяє викликати власників ПБ. Однією з перших такої 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 бездротового доступу СТ-1 і СТ-2 мають обмежену абонентську ємність. 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. В Україні 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 розділення каналів в часі – TDMA. Час передавання розбивається на 10-ти мілісекундні кадри, що складаються з 24 тайм-слотів (рис. 1.20). Кожному абоненту виділяється в цьому кадрі один тайм-слот на передавання та один на приймання. Весь інший час піднята радіотелефонна трубка зайнята міжсистемним обміном інформацією управління та пошуком кращого каналу. Рознесення в часі прийому та передачі є не що інше, як дуплекс. Тільки дуплекс не частотний, як в аналогових системах, а часовий. Перша половина (12 тайм-слотів) кадру відведена для передачі від стаціонарного блока до трубок, а друга – для прийому.

Синхронізація мережі заснована на періодичному повторенні суперкадра, що складається з 16 кадрів. Довжина кадра становить 417 мкс. Переданий у кадрі пакет містить 480 біт, з них 32 біта використовуються для синхронізації (канал SYN) і включають 16 біт тактової послідовності, 48 біт призначені каналу сигналізації (Signal), 320 біт - для передачі інформації, потім передається 4 перевірочних біти (CRC), за якими іде захисний інтервал 60 біт.

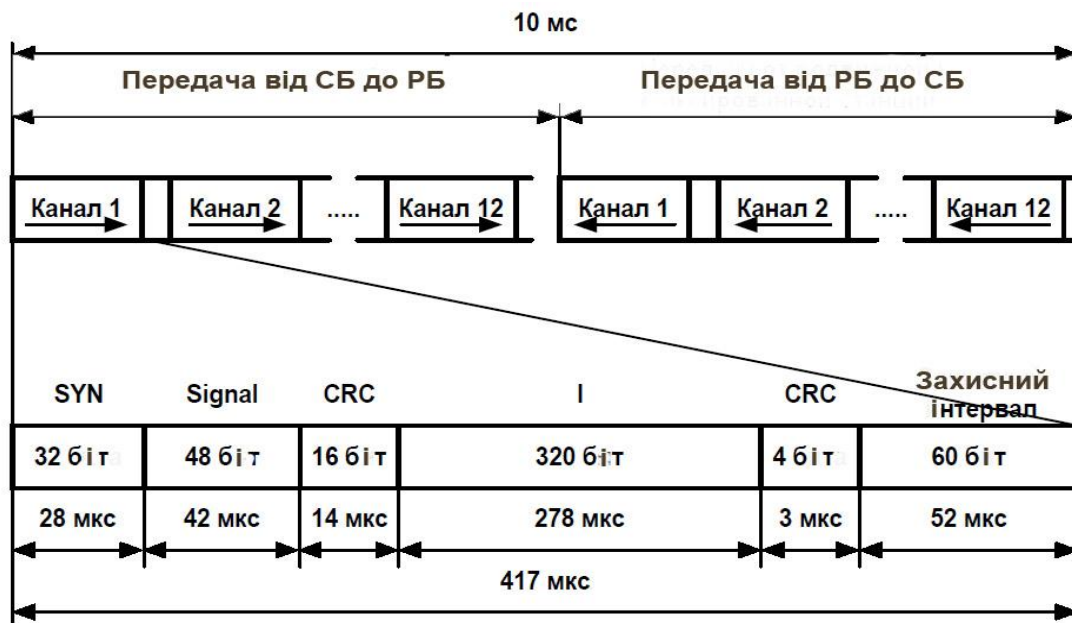


Рисунок 1.20 – Структура кадру DECT

Швидкість передачі повідомлень по інформаційному каналу становить $320 \text{ біт} / 10 \text{ мс} = 32 \text{ кбіт/с}$. Швидкість передачі сигналу керування становить $64 \text{ біт} / 10 \text{ мс} = 6,4 \text{ кбіт/с}$. Загальна швидкість передачі в пакеті дорівнює $416 \text{ біт} / 10 \text{ мс} = 41,6 \text{ кбіт/с}$. Повна структура кадра показана на рис. 1.20, де SYN - канал синхронізації; Signal - канал сигналізації; CRC - код захисту від помилок; I - канал інформації.

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 ПБ. У процесі розмови канал змінюється практично неперервно. Така дисципліна обслуговування одержала найменування «неперервний динамічний вибір каналів». Приймально-передавальний блок

може настрюватися 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 передачі 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 потрібна смуга 20 МГц. Щоб врахувати такі параметри, як абонентський трафік, зона покриття і використання спектра, зазвичай використовується інтегральна одиниця Ерланг/МГц/км². Найбільш поширені системи рухомого зв'язку мають такі значення узагальненого критерію ефективності: DECT – 500 Ерланг/МГц/км²; DCS-1800 – 100; GSM – 10; аналогові стільникові – не більше 2.

В таблиці 1.6 наведені основні характеристики стандартів бездротових телефонів. Оператори, що надають послуги зв'язку, особливо зацікавлені у використанні DECT у 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.

Таблиця 1.6 – Основні характеристики стандартів радіотелефонів

Параметр	СТ1/СТ1 +	СТ2	DCT-900	DECT
Початок експлуатації, роки	1988	1990	1990	1992-1994
Частотний діапазон, МГц	825...837	864.868	800.1000 (862.866)	1880.1900
Поділ каналів	FDMA	FDMA /TDD	TDMA/TDD	TDMA/TDD
Рознесення каналів, МГц	—	0,1	1,0	1,728
Максимальна кількість радіоканалів	10	40	8	10
Кількість одночасних викликів на частотний канал	1	—	8	12
Загальна ємність каналів зв'язку	40/80	40	64	120
Кількість несучих	40/80	40	8	10
Тип каналу	Аналоговий	Цифровий	Цифровий	Цифровий
Пікова потужність абонентського передавача, мВт	—	10	—	250
Середня потужність абонентського передавача, мВт	—	5	5	10
Швидкість передачі даних, кБіт/с	—	72	32	32
Двосторонній виклик	—	Виключений	Є	Є
Швидкість передачі даних у каналі, кБіт/с	—	32	640	1152
Метод кодування мови	—	ADPCM (G.721)	ADPCM (G.721)	ADPCM (G.721)
Канал керування	—	Для першого встановлення з'єднання використовується мовний канал	—	Різні логічні канали 3, P, 0, N
Кількість біт, переданих в одному часовому інтервалі (мовне повідомлення / дані плюс сигнали керування)	—	66/68	616	420
Тривалість часового інтервалу (включаючи захисний інтервал), мкс	—	1	1000	417
Період проходження кадрів, мс	—	—	—	10
Метод модуляції	ЧМ	GFSK (частотна маніпуляція з фільтрацією у фільтрі з гаусовою формою АЧХ)	GFSK BT=0,5	GFSK BT=0,5

1.6 Завдання для самоконтролю

1. Принцип роботи дискового номеронабирача.
2. Як класифікують телефонні апарати за класом складності?
3. Яким чином відбувається з'днання між двома абонентами телефонної мережі?
4. Чим відрізняються телефонні апарати вітчизняного і закордонного виробництва?
5. Які види сигналів передаються абонентською лінією?
6. Чому дорівнює ширина смуги пропускання голосового каналу?
7. Які характеристики сигналу «Виклик АТС»?
8. Для чого потрібна протимісцева схема?
9. Яким чином формується тоновий сигнал кнопки телефона?
10. Назвіть переваги тонового набору номера.
11. Чим відрізняються цифрові телефони від аналогових?
12. Навести структурну схему та пояснити особливості функціонування радіотелефону.
13. Пояснити, чим відрізняється організація дуплексного режиму в ТА стандартів СТ та DECT.
14. Навести особливості схемотехнічної побудови приймально-передавального блока радіотелефону.

2 ОБЛАДНАННЯ МІНІ-АТС

2.1 Види та функції міні-АТС

За визначенням АТС – це автоматична телефонна станція, призначена для з'єднання підключених до неї абонентів із зовнішніми (міськими) телефонними мережами й між собою, а також для оптимізації навантаження на задіяних абонентських лініях.

Серед АТС можна виділити наступні типи:

- АТС, що формують телефонну ємність міської телефонної мережі;
- відомчо-виробничі (ВВАТС) і відомчі (ВАТС);
- міні-АТС.

Підключення безпосередньо до міської телефонної мережі великої кількості абонентів, компактно розташованих (в межах одного або декількох будинків), що розмовляють переважно між собою, виявляється занадто дорогим задоволенням: необхідно прокласти дуже велику кількість ліній від найближчої АТС. Набагато дешевше встановити міні-АТС, підключивши до неї всіх цих абонентів, а саму цю міні-АТС зв'язати з міською мережею порівняно невеликою кількістю ліній (рис. 2.1). Так утворюються внутрішні телефонні мережі, на противагу ТМЗК. Самі внутрішні телефонні мережі можуть бути побудовані на декількох міні-АТС, охоплювати більші території й мати досить складну внутрішню топологію. Головна відмінність внутрішніх мереж від ТМЗК – вони підтримують свої власні номерні плани, відмінні від ТМЗК.

Ще одна важлива відмінність: ТМЗК контролюється урядом і місцевими телефонними компаніями, а внутрішні мережі в основному підконтрольні тільки їх власникам.

Отже, розрізняють два види традиційних міні-АТС:

- PBX (скорочення від Private Branch Exchange - перекладається майже дослівно як «приватний комутатор ліній») [25];
- KTS (скорочення Key Telephony System, дослівно «кнопкова телефонна система»).

PBX технологічно нічим не відрізняються від АТС. Це потужні, високопродуктивні пристрої ємністю від сотень абонентів до десятків тисяч, тому їх використовують у досить великих компаніях. До PBX можна підключити як звичайні аналогові, так і спеціалізовані цифрові телефони.

KTS — це «малобюджетне» рішення для невеликих організацій. Найпростіші з них розраховані на дуже обмежене число внутрішніх телефонів (наприклад, 4 або 8) і зовнішніх ліній (наприклад, 4). До них можна підключати звичайні аналогові телефони і аналогові міські лінії. Більш потужні KTS, розраховані на кількість абонентів від декількох десятків до сотен, займають проміжну нішу.

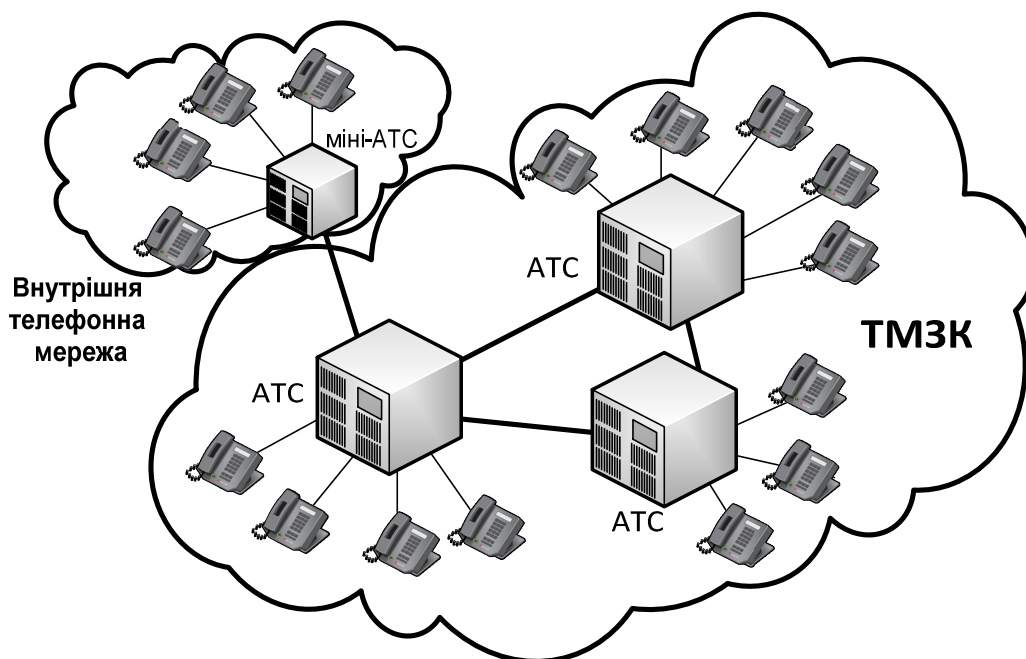


Рисунок 2.1 –Внутрішня мережа підключена до ТМЗК

Поява міні-АТС на початку 1990-х років відразу розв'язала важливе питання: дозволила компаніям мінімізувати кількість підключених міських номерів, коли значно більше число внутрішніх абонентів може використовувати невелике число зовнішніх ліній. Це скоротило витрати компаній на обслуговування додаткових ліній і дозволило організувати зручне й ефективне комунікаційне середовище для співробітників.

Зв'язок абонентів з міською мережею обмежений кількістю вхідних міських ліній. Міні-АТС не може самостійно збільшити їх кількість, зате може суттєво оптимізувати зв'язок за рахунок грамотного розподілу доступних ліній. АТС автоматично визначає вільну лінію й підключається до неї, отже, лінії не закріплені за певними телефонами (хоча при необхідності це можна запрограмувати, наприклад, закріпити лінію за керівником).

Більшість внутрішніх телефонів, як правило, не мають прямих міських номерів, для з'єднання з ними з міського телефону потрібна допомога або оператора (ручна комутація зовнішніх дзвінків), або автосекретаря (автоматична комутація).

Для дзвінків із внутрішнього телефону на внутрішній необхідно набирати так званий внутрішній номер (extension number). Для дзвінка із внутрішнього телефону на номер у ТМЗК використовується набір додаткової цифри-префікса, зазвичай - «9».

Усяка міні-АТС має набір ліній для підключення внутрішніх телефонів – тобто внутрішні лінії, а також набір ліній для підключення до ТМЗК (або іншим АТС) – зовнішні лінії.

Стосовно кожної з ліній дзвінок може бути вихідним (якщо його ініціював абонент цієї лінії) або вхідним (якщо він ініційований іншим абонентом). Внутрішнім дзвінком називають з'єднання, що охоплює дві внутрішні лінії, інакше це зовнішній дзвінок (рис. 2.2).

Офісні АТС розрізняються за такими ознаками:

Аналогові й цифрові. Аналогові станції мають ряд принципових обмежень у сервісі. Цифрові станції порівняно з аналоговими мають розширений перелік функцій. Найефективніше використання цифрових АТС забезпечується, якщо кількість портів перевищує 50.

За базовою конфігурацією, тобто кількістю міських і внутрішніх ліній. Офісні АТС традиційно поділяють на три класи: малі, середні та великі. Такий розподіл відповідає максимально дозволеним кількості абонентських ліній.

Однак існують ще деякі основні відмінності цих станцій: в АТС різних типів використовуються різні за потужністю процесори та різні комутаційні поля.

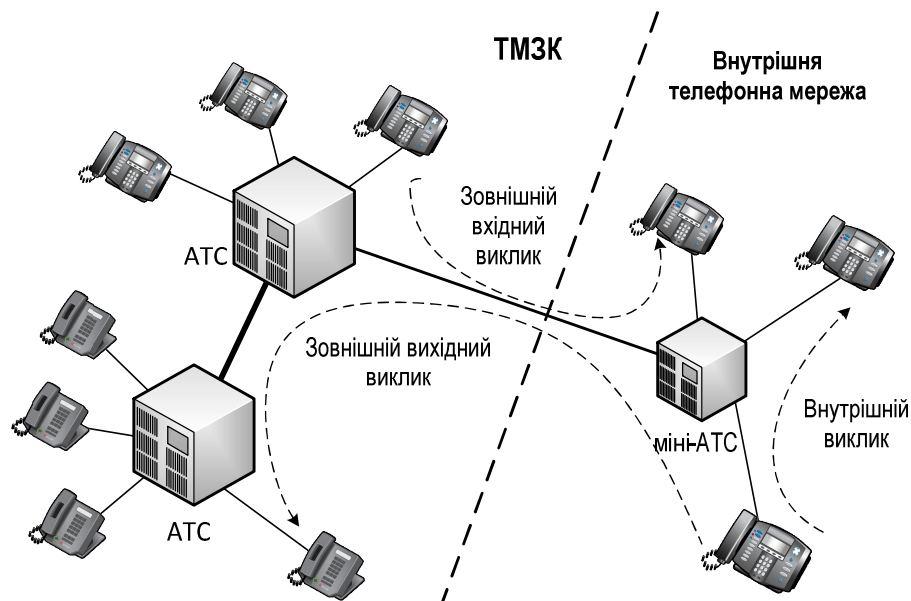


Рисунок 2.2 - Види дзвінків міні-АТС

Малі АТС (до 256 зовнішніх абонентських ліній). Малі АТС не можуть підключати до себе інші станції.

Середні АТС (від 256 зовнішніх абонентських ліній). До них можна підключати малі АТС. Станції такого класу легко змінюють масштаб, характеризуються більшим порівняно з малими АТС набором додаткових функцій, наприклад голосовою поштою, автовідповідачем, відео-зв'язком.

Великі АТС (від 512 зовнішніх абонентських ліній) мають усі функції середніх АТС. Можуть використовуватися як частина ТМЗК. Як правило, використовуються у великих організаціях з географічно рознесеною філіальною мережею як головна АТС корпоративної мережі.

За застосуванням міні-АТС можна класифікувати:

1. Автономна міні-АТС зазвичай використовується в малих і середніх компаніях і підключається до ТМЗК.

2. Кінцева міні-АТС корпоративної мережі зв'язку використовується як АТС філії компанії для забезпечення зв'язку із ТМЗК та з іншими філіями. Вона підключається до корпоративної мережі зв'язку та, як правило, до ТМЗК, але може й не підключатися, а здійснювати міський зв'язок за допомогою мережі іншої філії.

3. Транзитна офісна АТС корпоративної мережі зв'язку використовується як вузол зв'язку корпоративної мережі для підключення та об'єднання в мережу кінцевих АТС для маршрутизації голосового трафіку всередині корпоративної мережі.

4. Шлюзова офісна АТС корпоративної мережі зв'язку поєднує в собі функції транзитної АТС з функцією обміну голосовим трафіком між зовнішньою й корпоративною мережами зв'язку.

По суті міні-АТС являє собою комплексну, багатофункціональну, гнучку, «розумну» систему зв'язку (рис. 2.3). Офісні міні-АТС дозволяють упорядкувати доступ співробітників до міських ліній зв'язку, платних викликів, організувати конференції на кілька людей і розподілити вхідні телефонні дзвінки між внутрішніми абонентами.

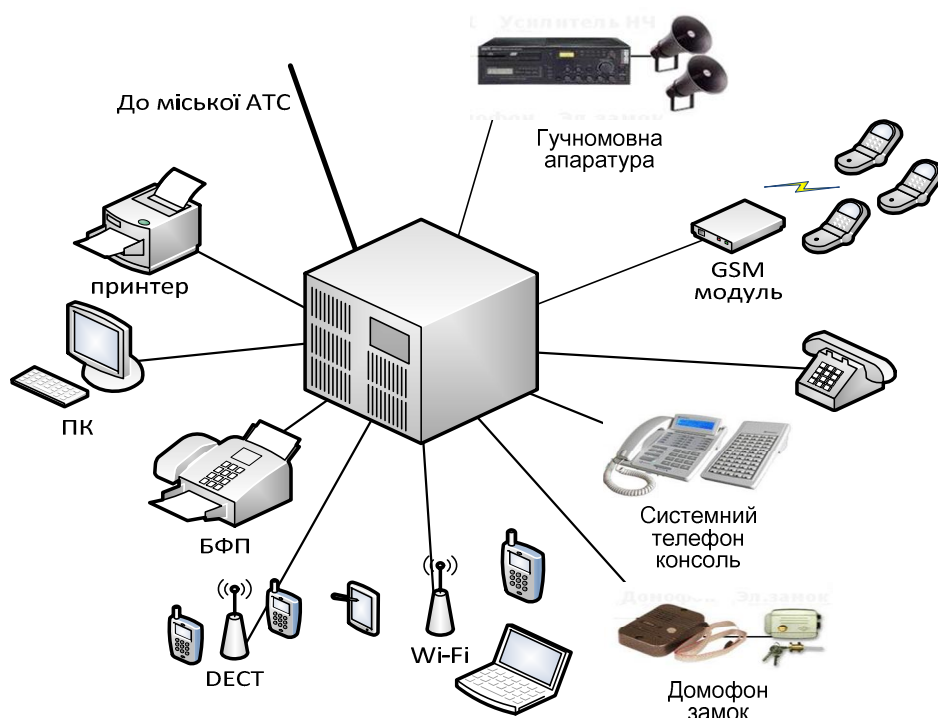


Рисунок 2.3 – Можливості міні-АТС

Як будь-яка складна система вона має широкий набір функцій [4, 16]. Основні з них:

- *розподіл вхідних викликів*. Ця функція дозволяє перевести вхідний виклик потрібному абоненту в компанії, а якщо того не виявиться на місці, на його мобільний телефон або на іншого співробітника.

- *переадресація виклику*. При відсутності співробітника на робочім місці, можна поставити переадресацію виклику на його колегу.

- *вивід інформації про абонента, що викликає, на дисплей телефону або комп'ютера*. При вхідному виклику на дисплеї телефону або комп'ютера з'являється номер, що викликає, або його ім'я, якщо він внесений у записну книжку.

- *внутрішній зв'язок без виходу на міський номер*. Дозволяє співробітникам компанії спілкуватися між собою усередині офісу по телефону, набравши тільки 2-3 цифри.

- *конференц-зв'язок*. Дозволяє керівникові проводити екстрені або планові наради телефоном одразу з декількома абонентами. До конференції можна приєднати й внутрішніх абонентів і зовнішніх, включаючи міжміських і міжнародних.

- *селекторний зв'язок*. Так званий голосний зв'язок. Використовується керівниками й секретарями для оголошення інформації конкретному співробітникові або всім співробітникам компанії.

- *автосекретар*. Функція дає можливість запрограмувати автовідповідь на вхідний дзвінок. Це може бути вітання, а також будь-яка інформація про компанію або внутрішні номери відділів.

- *підключення міні-стільникової мережі DECT*. Підключати DECT-телефони до станції дуже зручно. Співробітник не прив'язується безпосередньо до свого робочого місця.

- *голосова пошта*. Дозволяє забезпечити кожного співробітника особистою голосовою поштовою скринькою.

- *заборона виходу на міжміський напрямок.* Для певних співробітників можливе обмеження несанкціонованого доступу до міжміського/міжнародного зв'язку й платних служб.

- *автоматичне розпізнавання факсимільних повідомлень.* АТС розпізнає сигнал факсимільного апарата й автоматично виклик переводиться на приймання.

- *організація системи call-центрів.* Ця функція дозволяє організувати в компанії операторський центр. Навантаження буде автоматично розподілятися серед усіх операторів.

- *тарифікація викликів.* У ліній, підключених до однієї АТС, можуть бути різні тарифи на вихідний зв'язок, причому тарифи можуть бути досить гнучкими, тобто, наприклад, удень дешевше дзвонити по одній лінії, увечері – по іншій, а вночі – по третій. Ця функція допомагає вибрати найбільш дешевий маршрут вихідного зв'язку.

- *облік витрат на міжміський/міжнародний зв'язок.* При підключенні до комп'ютера відбувається фіксування виклика і його вартість. Наприкінці періоду можна повністю вивести інформацію з кожного телефонного номера.

- *керування домофонами й пристроями відмикання дверей.* До деяких міні-АТС можна підключити домофон і відповідати на його виклики, відкривати дверний замок з телефону. Дана функція актуальна при організації роботи охоронця.

- *можливість побудови єдиної мережі АТС по телефонних або IP каналах.* Оскільки розвиток бізнесу часто супроводжується злиттями або відкриттям додаткових офісів, виникає проблема об'єднання територіально віддалених офісів у єдину корпоративну телефонну мережу. Саме ця функція покликана вирішувати такі завдання.

До основних технічних характеристик міні-АТС слід віднести:

- тип системних абонентських телефонних апаратів;
- спосіб роботи зі звичайним телефонним апаратом;

– спосіб приймання вхідного виклику (дзвінка) – перемикання на додатковий номер здійснюється вручну (за допомогою секретаря або телефоністки) або додатковий набір номера робить сам абонент, що викликає;

– спосіб програмування основних послуг і видів зв'язку, наданих абонентові (через додатковий ПК, за допомогою системного телефонного апарата, за допомогою приставки до системного телефонного апарату, за допомогою наявного спеціального програмного центру);

– можливості нарощування базової конфігурації й спосіб її реалізації (об'єднання типових блоків АТС, модернізація блоків АТС, додавання портів);

– можливі варіанти адаптації під потреби замовника: тверда з формальним програмуванням, програмована користувачем (тобто з можливістю перепрограмування), фірмова під схему організації бізнесу;

– можливість підтримки застосовуваної на міській телефонній мережі системи сигналізації;

– технічні можливості з підключення додаткових кінцевих пристроїв (допущені до експлуатації багатofункціональні й бездротові телефони, автовідповідач, факсимільний апарат з перехідним пристроєм або без нього, підключення комп'ютера, пристроїв голосової пошти, абонентська розетка з автоматичним перемиканням для збільшення числа системних абонентів і т.д.);

– тип міні-АТС (цифрова або аналогова). У цьому випадку мова йде про спосіб видачі мовного сигналу абонента, тобто про можливість перетворення його в цифрову форму, що впливає надалі на швидкість передачі інформації з каналу зв'язку і його тип.

2.1 Абонентське обладнання міні-АТС

Найпростішим пристроєм є *аналоговий телефонний апарат*. Такі апарати є у більшості співробітників на робочих столах і виконують своє головне призначення – здійснення викликів. Аналогові телефони випускаються різними

виробниками й відрізняються один від одного в основному формою й кольором.

Якщо класифікувати абонентські пристрої за принципом сигналу (аналоговий, цифровий), то далі необхідно відзначити такі пристрої, як *модем і факс*. Вони, по суті, можуть приймати будь-які сигнали.

Модеми бувають внутрішніми (int modem) і зовнішніми (ext modem). Перші являють собою плату, яка підключається в спеціальне гніздо на системну плату комп'ютера й до АТС через зовнішній кабель. Керування ними здійснюється тільки програмно. Другі є зовнішнім блоком, що підключаються до комп'ютера через зовнішній порт і через кабель до АТС. Управляється такий модем як програмно, так і апаратно.

Функціонально вони ідентичні, і установка зовнішнього або внутрішнього модемів – вибір користувача, виходячи зі зручності застосування й наявності додаткових функцій, таких як автоматичний визначник номера (АВН).

Усі існуючі модеми (або інша назва факс-модеми, тому що будь-який модем має можливість передачі даних у режимі факсимільного зв'язку), мають стандартний набір функцій відповідальних за стійкість і швидкість зв'язку, можливості автодозвону та ін. Існують також модеми з мінімальною кількістю функцій, що вимагають мінімуму спеціальних знань для їхнього тонкого налаштування.

Для підключення до необхідного вузла зв'язку номер у факс-модемі набирається в імпульсному режимі, а якщо лінія АТС користувача підтримує цифровий набір номера, то в тональному режимі.

Відмінність же факсу від модему полягає в тому, що факс може передавати тільки факсимільні повідомлення, для його підключення не потрібен комп'ютер (хоча існують моделі, факсимільні дані яких надходять безпосередньо в комп'ютер або відправляються з нього). Факс оснащений скануючим і друкувальним пристроєм, які виконані в єдиному блоці і на відміну від факс-модему, не вимагають зовнішніх підключень додаткових пристроїв сканування

і друку інформації. Останнім часом широке застосування знаходять багатофункціональні пристрої, які поєднують в собі факс, сканер, копір.

Цифрові телефонні термінали вже міцно ввійшли в сучасний бізнес. Поза тим, що ці апарати мають більший набір програмувальних клавiш, цифровий сигнальний процесор, аудіо-систему, вбудований гучномовець, алфавітно-цифровий рідкокристалічний дисплей, вони дозволяють більш ефективно використовувати робочий час співробітників компанії.

Телефонні термінали використовують одну кручену пару проводів. У той же час телефон підтримує технологію ISDN (Integrated Services Digital Network). Існують моделі з 8 і 24 індивідуально програмувальними клавiшами, а також з 4 додатковими клавiшами для швидкого доступу до системних функцій, наприклад: утримання (Hold), переведення викликів (Transfer) і т.д. На відміну від аналогового телефонного апарата, цифровий має низку зручних функцій:

- вибір сервісу/лінії однократним натисканням;
- реєстрація відсутності користувача (обідня перерва);
- підтримка ідентифікації абонента, що викликає;
- вивід імен на дисплей;
- відключення мікрофона;
- сповіщення внутрішнє/зовнішнє;
- приватна відповідь;
- автоматичне звільнення лінії;
- вибір швидкості передачі (для передачі даних);
- індикатор повідомлення, що очікує;
- різні викличні сигнали;
- домофон;
- локаут;
- режим переведення при аварії живлення;
- утримання лінії;
- реєстрація послуги передачі виклику з віддаленого апарата;

- віддалений абонент;
- голосова поштова скринька.

Системний телефон необхідний для одержання зручного й швидкого доступу до сервісних функцій міні-АТС. Системний телефонний апарат є цифровим пристроєм і використовується в якості пульта для настроювання АТС і управління її роботою, а також для більш комфортної експлуатації функцій системи. Сам по собі системний телефон – це спеціалізований телефонний апарат з розширеними, у порівнянні зі звичайними телефонами, сервісними можливостями (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 - Системний телефон і консоль

Практично всі моделі системних телефонів оснащені рідкокристалічним дисплеєм, куди виводиться вся інформація, передана системою. За допомогою програмувальних кнопок з індикацією, які розташовані на панелі телефону, можна записати номери внутрішніх телефонів співробітників. І якщо лінія того або іншого співробітника зайнята, індикатор запрограмованої кнопки загоряється червоним вогником. Також на функціональні кнопки системного телефону можна прописати певні сервісні функції. Крім того, за деякими кнопками жорстко закріплені певні функції АТС.

У більшості випадків системні телефони мають функцію масштабування, тобто, якщо панелі телефону не вистачає для програмування всіх необхідних

внутрішніх ліній, можна підключити додаткову консоль. Для зручності керування станцією до системних телефонів також можна підключати мікротелефонну гарнітуру, комп'ютер і інші необхідні пристрої. Невід'ємною частиною системного телефону є спікерфон (голосний зв'язок).

До однієї АТС можна підключити кілька системних телефонів. Зазвичай виробники міні-АТС пропонують споживачам спеціальні системні телефони, сумісні тільки з АТС даного виробника. У такий спосіб забезпечується зручний доступ до всіх сервісних функцій АТС.

Існують наступні типи системних телефонів – аналогові та цифрові.

Аналоговий системний телефон призначений для роботи з аналоговими (гібридними) міні-АТС. Деякі моделі цифрових АТС підтримують підключення аналогових системних телефонів, але вимагають для цього інтерфейсну гібридну карту й додаткові ресурси потужності блоку живлення.

Цифровий системний телефон для передачі голосу й технічної інформації використовує одну пару контактів і підключається до інтерфейсної карти цифрової станції. Аналоговими станціями цифрові телефони не підтримуються.

Слід урахувати, що для кожної моделі або серії міні-АТС виробники розробляють відповідні їм моделі системних телефонів. Це необхідно для використання всіх можливостей, які надає конкретна телефонна станція.

Телефонні апарати обох груп мають додаткові функціональні можливості, що відрізняють їх від «класичних» телефонних апаратів.

Загальне число програмувальних функцій залежить як від типу системного апарата, так і від встановленого в офісі фірми комутаційного устаткування (міні-АТС). Крім того, можливість для абонентів користуватися тією або іншою групою додаткових послуг зв'язку залежить також від типу міської АТС, до якої міні-АТС безпосередньо підключена.

Для того, щоб найбільш ефективно й повністю використовувати можливості АТС, лише задаючи необхідні параметри для роботи, потрібне підключення хоча б одного системного телефону.

2.2 Додаткове устаткування міні-АТС

Сама міні-АТС, як блок системи, являє собою залежно від ємності «металеву скриньку» невеликого, середнього, великого або дуже великого розміру з безліччю з'єднувачів для підключення різних пристроїв і плат. Для того, щоб мати доступ до всього багатого різноманіття функціональних можливостей АТС повною мірою, необхідне підключення абонентських пристроїв. Від вибору типу абонентських пристроїв залежить зручність роботи співробітників і ефективне використання можливостей АТС. При такому підході реалізується «блокова» архітектура телефонної мережі, у якій міні-АТС займається в основному комутацією дзвінків, а інші завдання беруть на себе додаткові блоки.

CTI link. При побудові внутрішніх мереж, а також при створенні специфічних послуг компаніями-провайдерами широко використовується комп'ютерна техніка. Цей напрямок у сучасній телефонії одержав назву "комп'ютерно-телефонної інтеграції" (CTI – «Computer-Telephony Integration»), або просто «комп'ютерна телефонія». Окремим випадком комп'ютерної телефонії є управління міні-АТС комп'ютером через так званий CTI link. Це можливість підключення зовнішнього комп'ютера до традиційної міні-АТС для збору статистики про дзвінки, клієнт-серверного управління дзвінками з робочих місць, "інтелектуальної" маршрутизації дзвінків і т.п. (рис. 2.5).

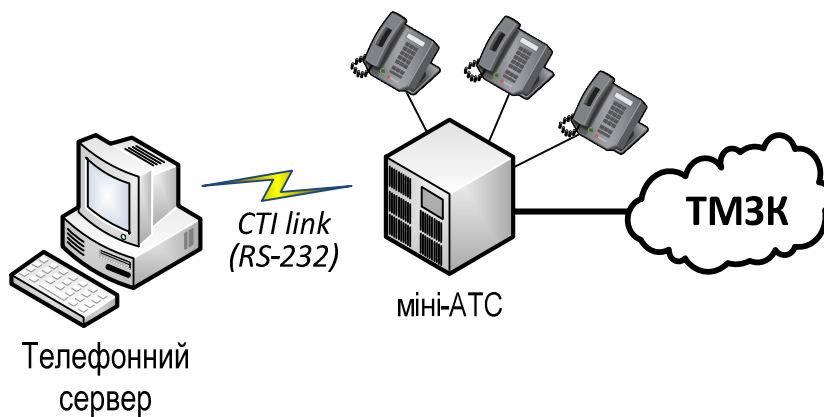


Рисунок 2.5 – Підключення міні-АТС до зовнішнього комп'ютера через CTI link

Традиційно для цього використовується інтерфейс RS-232. Існує міжнародний стандарт для передачі команд управління по СТІ link, який називається CSTA (Computer Supported Telephony Application), запропонований організацією European Computer Manufacturers Association (ECMA). Проте, деякі виробники АТС використовують свої протоколи, наприклад, фірма Nortel - Meridian Link Protocol. Як правило, пропускної здатності СТІ link вистачає тільки на передачу інформації про дзвінки й команд управління цими дзвінками, але не достатньо для доступу до звукових даних усередині дзвінків.

VRU (Voice Response Unit) - це додатковий модуль, що реалізує інтерактивні голосові меню (IVR), що підключається до міні-АТС через телефонні лінії. Міні-АТС перенаправляє вхідний дзвінок на лінію, підключену до VRU, який відповідає на нього й починає програвати попередньо записані голосові повідомлення (промпти). При цьому користувач на іншому кінці може набирати тони DTMF, вибираючи із запропонованих пунктів голосових меню. VRU сприймає їх як команди для видачі інших промптів або для переведення оброблюваного дзвінка на інші лінії АТС (рис. 2.6).

VRU може являти собою спеціалізований пристрій з можливістю програмування або може бути комп'ютером зі СТІ-платами.

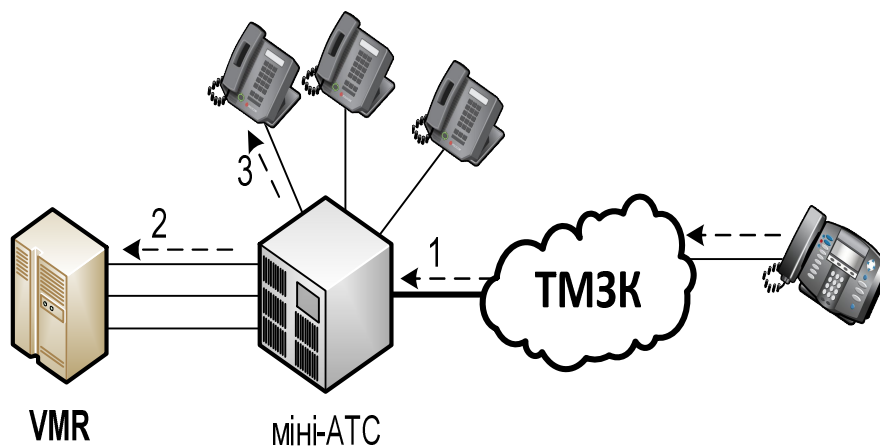


Рисунок 2.6 – Реалізація IVR за допомогою VMR

VMU (Voice Mail Unit) - це спеціалізований варіант VRU, який реалізує функцію зовнішньої голосової пошти (рис. 2.7). Адміністратор повинен налаштувати міні-АТС на переадресацію дзвінків на лінії VMU, якщо викликуваний абонент зайнятий або не відповідає.

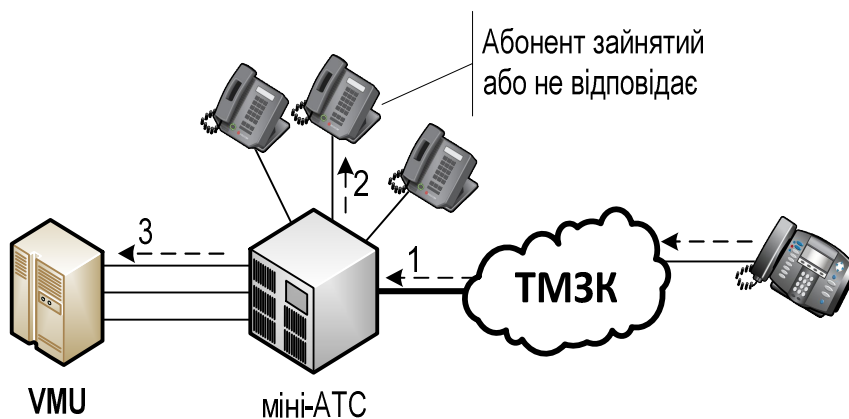


Рисунок 2.7 – Реалізація голосової пошти через VMU

DISA (Direct Inward System Access) - це пристрій, що підключається між міні-АТС і зовнішніми лініями, що реалізує функцію зовнішнього автосекретаря. Фактично це спеціалізований варіант VRU, який автоматично відповідає на зовнішні вхідні дзвінки, програв заздалегідь записане голосове вітання ("Добрий день, ви подзвонили в компанію АБВ, будь ласка, наберіть внутрішній номер або чекайте з'єднання із секретарем") і збирає кілька цифр, що набираються абонентом, який дзвонить. Потім отриманий набір цифр передається в міні-АТС як внутрішній номер (рис. 2.8).

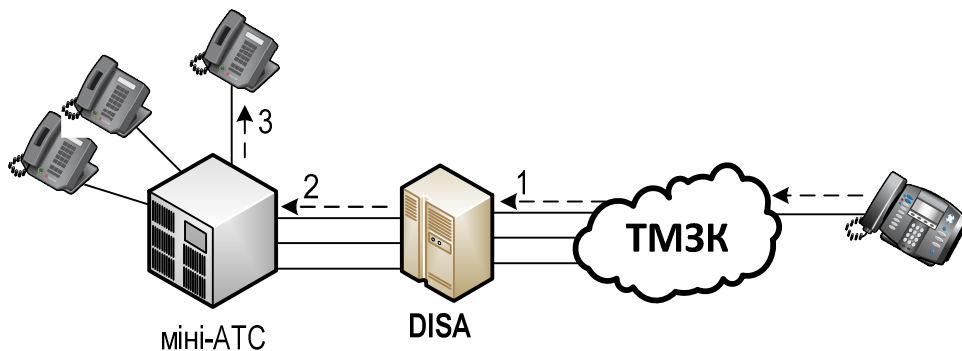


Рисунок 2.8 – Реалізація функції авто секретаря через DISA

Fax Switch. Цей пристрій, як і DISA, включається між міні-АТС і зовнішніми лініями. Він реагує на наявність так званого факс-тону у вхідних дзвінках, автоматично перенаправляючи факсимільні дзвінки на лінії з факс-машинами.

Системи запису телефонних розмов. Існують спеціальні пристрої, що підключаються в зовнішні або внутрішні лінії міні-АТС, які записують усі дзвінки, що проходять через ці лінії (рис. 2.9). Дуже часто такі пристрої – це комп'ютери з СТІ-платами.

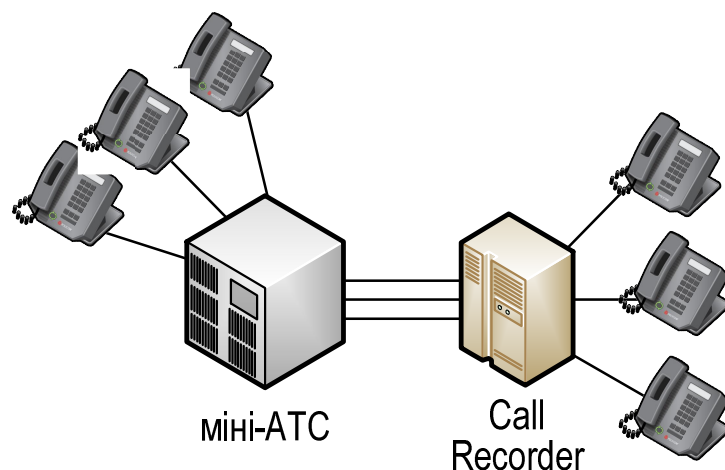


Рисунок 2.9 – Зовнішня система запису розмов

ACD (Automatic Call Distribution) - додатковий модуль, що підключається через внутрішні лінії до міні-АТС, що реалізує так звані ACD-черги. Вхідний дзвінок направляється міні-АТС на лінію, до якої підключений ACD-модуль, що втримує його доти, поки не звільниться внутрішня лінія одного з операторів, приписаних до даної черги. Таким чином, якщо всі оператори, що приймають вхідні дзвінки, у цей момент зайняті, дзвінок утримується в черзі. Як тільки один з операторів звільняється, перший у черзі дзвінок автоматично переводиться на нього. Використання ACD вирішує проблему втрати дзвінків через зайнятість операторів, а також створює більш комфортні умови для роботи самих операторів.

Перетворювачі протоколів. Якщо міні-АТС не підтримує який-небудь тип зовнішніх ліній, наприклад, ISDN, то цю проблему можна розв'язати за

допомогою спеціальних пристроїв, що перетворюють одні протоколи в інші (наприклад, лінії ISDN в аналогові абонентські лінії).

Шлюз IP-телефонії. Особливий випадок перетворення протоколів - з'єднання через IP-телефонію. Для цього до міні-АТС через звичайні телефонні лінії підключають шлюз IP-телефонії (IP-telephony Gateway), який підключений до Інтернету. Дуже часто шлюзи IP-Телефонії реалізують у вигляді комп'ютера з СТІ- платами.

Абонентський концентратор. У деяких випадках потрібно підключити до міні-АТС територіально віддалені групи абонентів. Установка додаткової міні-АТС або прокладка великої кількості ліній на велику відстань економічно не вигідні. Розв'язком проблеми є «винесення абонентського навантаження»: віддалені абоненти безпосередньо підключаються до так званого абонентського концентратора, установлюваного в безпосередній близькості до цих абонентів, з'єднаного із центральною міні-АТС за допомогою багатоканальних ліній зв'язку (рис. 2.10). Оскільки в кожний момент часу далеко не всі віддалені абоненти потребують зв'язку, то можна обійтися значно меншим числом каналів. Отже, використання абонентського концентратора дозволяє значно заощадити на проведенні великої кількості ліній.

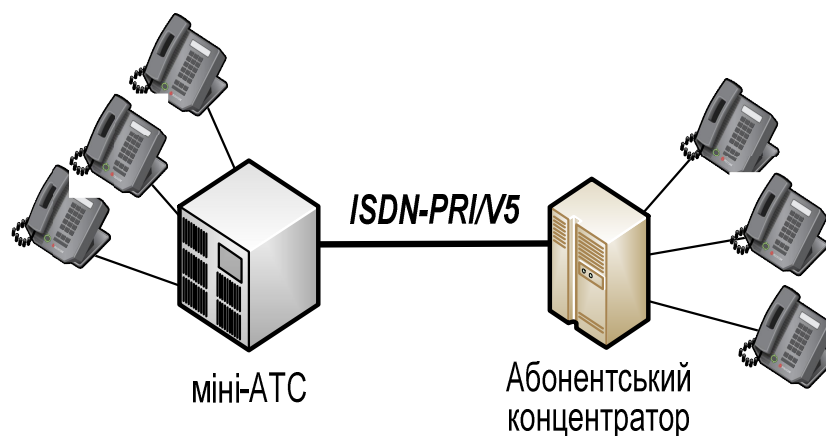


Рисунок 2.10 – Винесення абонентського навантаження

Існує стандартний протокол для взаємодії міні-АТС і абонентського концентратора по цифрових лініях *ISDN-PRI/V5*, запропонований

Європейською організацією телекомунікаційних стандартів (ETSI, European Telecommunications Standards Institute).

В офісах зручно використовувати міні-стільниковий зв'язок DECT-стандарту. Робочі місця співробітників обладнаються DECT-телефонами, що не прив'язують користувача до місця встановлення бази телефону. Такі телефони дозволяють співробітникам вільно переміщатися усередині компанії й бути завжди на зв'язку, а також надають деякі додаткові функції, наприклад, голосову пошту. І окремим випадком абонентського концентратора є зовнішній модуль DECT, до якого підключаються базові станції. Таким способом можна створювати мікростільникові мережі на базі звичайної міні-АТС, що не підтримує DECT.

2.3 Особливості підключення міні-АТС

В міні-АТС абонент має розширений номер, що складається з основного (міського) і додаткового (Intercom) і, у загальному випадку, ніяк не пов'язаного з міським. Однак автоматична обробка зовнішніх вхідних дзвінків викликає труднощі, оскільки номерний план ТМЗК не передбачає прямого доступу до всіх абонентів внутрішньої мережі. Внутрішню мережу «видно» з міської мережі як один (або кілька) міських номерів – до більшості внутрішніх телефонів при цьому напрями не має доступу. Через це виникає необхідність у спеціальній обробці зовнішніх вхідних дзвінків. У випадку ручної обробки ці дзвінки попадають на лінію секретаря, який переводить їх на потрібну лінію, при цьому стає неможливим автоматичне з'єднання із внутрішніми абонентами (з використанням функції прискореного набору, наявної в більшості сучасних телефонів).

Автоматична обробка вхідних дзвінків за допомогою автосекретаря (auto-attendant) вирішує всі ці проблеми. Проте, доступ до внутрішніх абонентів через автосекретаря у деяких випадках є незручним і незвичним для України,

оскільки потрібне очікування відповіді автосекретаря і набір додаткових цифр у тоновому режимі.

Звичайно ж набагато зручніше мати прямі міські номери, нехай не для всіх внутрішніх абонентів, а хоча б для найважливіших. Традиційний для України підхід полягає у використанні додаткових міських ліній: по лінії на кожний прямий номер (рис. 2.11). Цей лобовий підхід («одна лінія – один номер»), не зовсім ефективний, оскільки проведення додаткових ліній – це додаткові витрати, а самі міські лінії будуть завантажені нерівномірно.

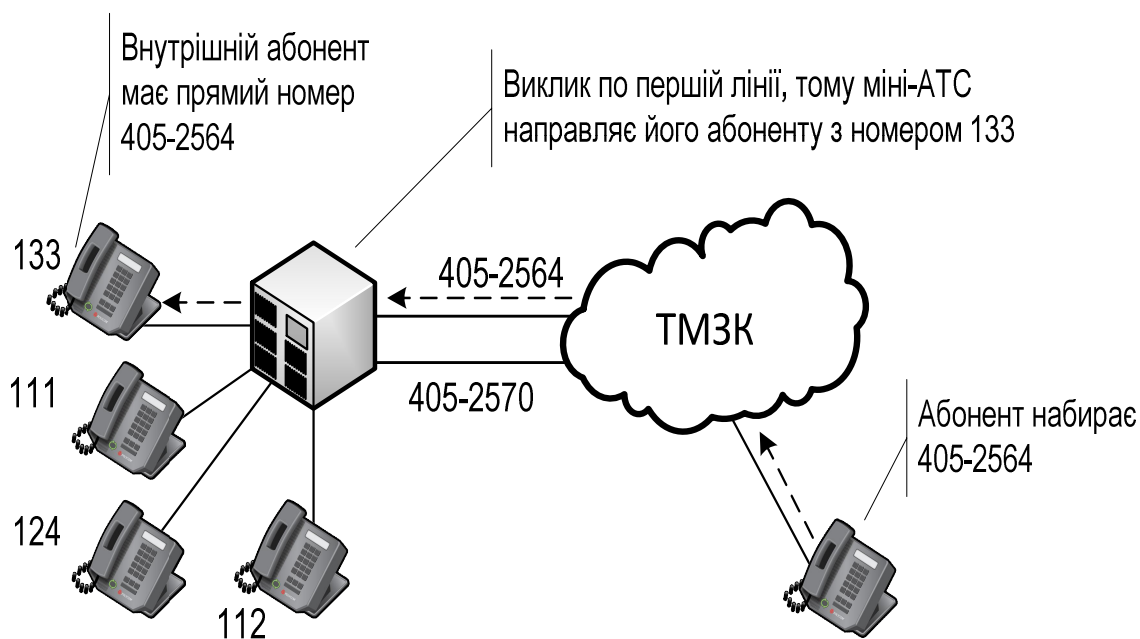


Рисунок 2.11 - Підключення «одна лінія – один номер»

Найбільш ефективний підхід полягає у використанні спеціальної послуги – Direct Inward Dialing (DID, буквально «прямий проникаючий набір»). Ідея полягає в тому, що внутрішній мережі виділяється кілька прямих міських номерів, але ці номери не прив'язані жорстко до наявних міськими лініям. Коли зовнішній абонент набирає один із цих номерів, міська АТС направляє дзвінок на будь-яку вільну лінію, що з'єднує її з міні-АТС.

При цьому на міні-АТС разом із дзвінком приходиться інформація про номер, набраний зовнішнім абонентом – номер DID. По який би із зовнішніх

ліній не зроблено б дзвінок, міні-АТС має всю необхідну інформацію для правильної маршрутизації цього дзвінка.

При такому підході («багато ліній – кілька номерів») навантаження розподіляється по всіх лініях рівномірно. Власники внутрішньої мережі можуть замовляти будь-яке необхідне число додаткових прямих номерів у свого телефонного провайдера. Точно так можна орендувати стільки міських ліній, скільки вимагає телефонний трафік. Але найголовніше: число ліній і число прямих номерів не обов'язково повинно збігатися.

На жаль, сервіс DID на звичайних аналогових абонентських лініях, наявний у багатьох країнах, в Україні не скрізь передбачений. Однак є вихід: підключення міні-АТС до міської АТС по міжстанційному протоколу R1.5 («імпульсний човник») через багатоканальні цифрові лінії E1, по яких з'єднуються міські АТС між собою. По суті справи, внутрішня мережа при такому підключенні стає повноцінною частиною ТМЗК. Інший варіант реалізації DID – підключення до ТМЗК через абонентські цифрові лінії ISDN-BRI (2 канали) або ISDN-PRI (30 каналів).

Отже, разом із вхідним дзвінком по лінії може передаватися додаткова інформація – номер DID, тобто номер викликуваного абонента. Але більш відома послуга передачі номера викликаємого абонента – Caller ID. В Україні аналогом послуги Caller ID є АВН.

У світі цифрових протоколів замість терміна Caller ID часто вживають ANI (Automatic Number Identification - автоматичне визначення номера»), а замість DID – DNIS (Destination Number Identification Service).

Варто окремо згадати розповсюджену схему створення внутрішніх мереж з використанням устаткування міської телефонної компанії – Centrex.

При цьому підході сама АТС, експлуатована місцевою телефонною компанією, є повноцінною частиною ТМЗК, але абонентам замовника надаються додаткові сервіси, недоступні звичайним міським абонентам. У першу чергу, це скорочений набір для внутрішніх номерів (зазвичай 4 цифри).

Таким чином, абоненти Centrex користуються внутрішнім номерним планом, хоча кожний із внутрішніх телефонів має прямий міський номер.

Ще однією схемою підключення до міської мережі є «багатоканальний телефон» (підхід «багато ліній – один номер»). При цьому сервіс DID не потрібен, оскільки використовується тільки один міський номер. Тому такий варіант можна реалізовувати й на звичайних аналогових абонентських лініях. Використання багатоканального телефону різко спрощує набір номера з боку зовнішніх абонентів. Станції цього типу можуть включатися у звичайне закінчення абонентського шлейфу (телефонну розетку). У зв'язку з тим, що міні-АТС відносяться до абонентських пристроїв, що створюють підвищене телефонне навантаження, то їх встановлення повинно бути погоджено з телефонним вузлом мережі загального користування, що надає послуги місцевого телефонного зв'язку.

Міні-АТС можуть підключатися не тільки до ТМЗК, але і одна до одної. При цьому можливі найрізноманітніші схеми їх з'єднань. Наприклад, при використанні звичайних аналогових ліній, одна з міні-АТС може бути «комутатором», а інша – роль «телефоном». Крім того, існують види ліній, для яких вузли, що з'єднуються, зовсім рівноправні між собою (такі лінії використовуються усередині міської мережі для зв'язку АТС між собою).

Таким чином, адміністратор мережі, керуючись конкретною ситуацією, може створювати своєрідні «гірлянди», «дерева» або складні «павутини» з міні-АТС. Самі міні-АТС можуть мати або не мати прямі лінії в ТМЗК, а лінії можуть бути різних типів (рис. 2.12).

Ще одним варіантом включення міні-АТС є створення VPN (Virtual Private Network, «віртуальна приватна мережа») – об'єднання декількох внутрішніх мереж у єдине номерне «простір» (рис 2.13), або навпаки, реалізація декількох недоступних одна з одної «віртуальних» мереж на базі однієї «фізичної» мережі (рис. 2.14)

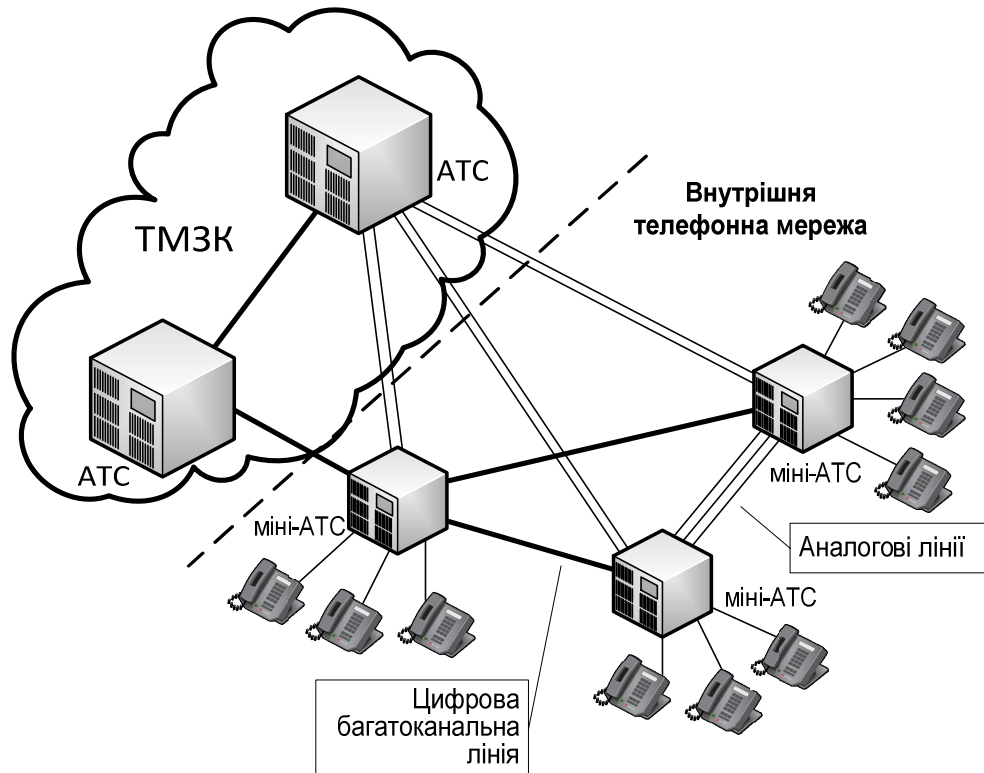


Рисунок 2.12 - Внутрішня мережа з кількох міні-АТС

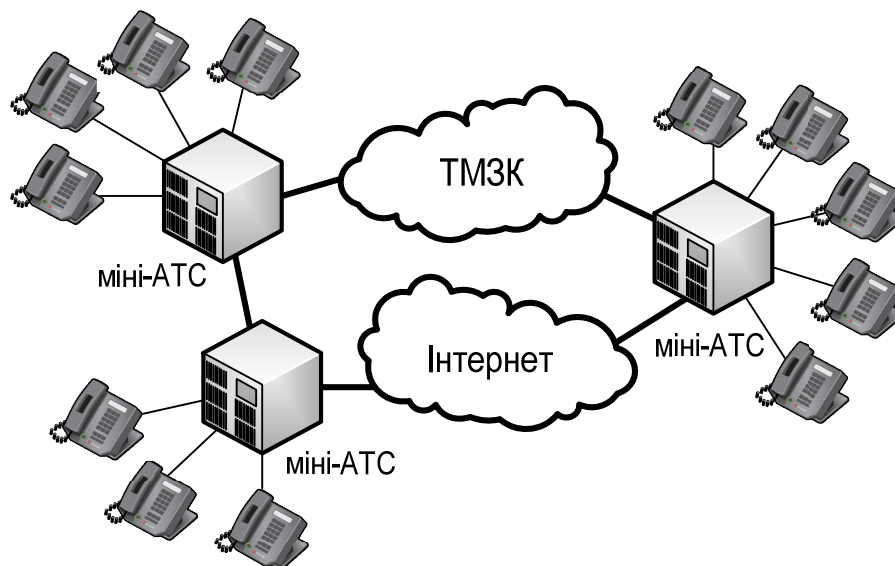


Рисунок 2.13 – Об'єднання кількох внутрішніх мереж в VPN

Для створення VPN необхідне спеціальне налаштування номерних планів для кожної з міні-АТС, що входить у віртуальну мережу.

Окремі міні-АТС, що входять в VPN, можуть не мати ліній, що з'єднують їх прямо; для «наскрізних» дзвінків використовується з'єднання через ТМЗК. Альтернативою є проведення своїх ліній зв'язку, і дешевше всього це зробити за допомогою Інтернет-телефонії.

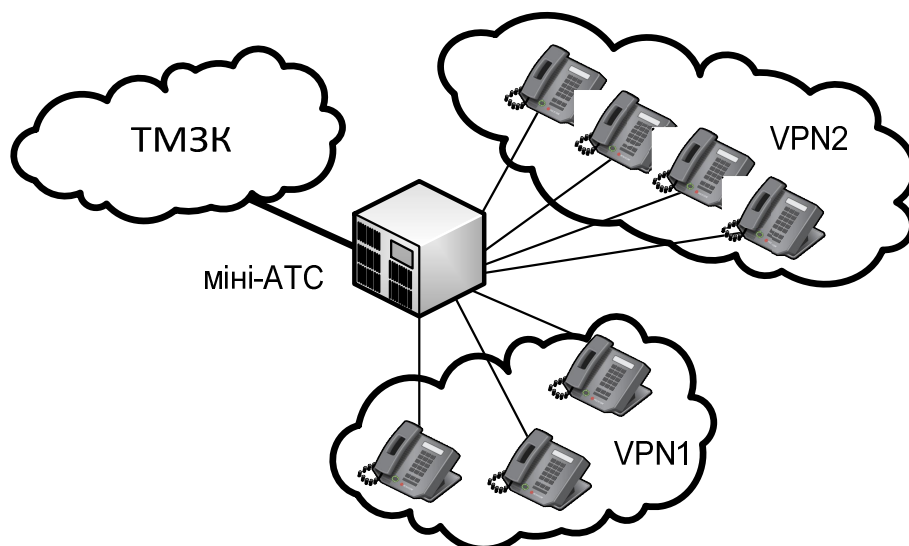


Рисунок 2.14. - Розбиття внутрішньої мережі на декілька VPN

Прикладами великих віртуальних мереж, що охоплюють великі території, що й мають свої власні з'єднання між вузлами, є урядовий зв'язок і різні внутрішньовідомчі мережі. Оскільки для таких мереж украй важлива висока захищеність, вони мають дуже обмежене з'єднання із ТМЗК.

Міні-АТС найчастіше обмежується ємністю до 128 абонентів, має право виходу на ТМЗК і підключається до міської (опорної) АТС на правах термінального устаткування по дводровових аналогових абонентських лініях, по лініях базового доступу (BRI) ISDN або по лінії первинного доступу (PRI) ISDN – за умови, що вона має не більш однієї такої лінії.

Перевагою підключення кінцевих пристроїв до аналогових виходів АТС є простота узгодження інтерфейсів і можливість підключення до будь-якого типу комутаційних станцій, а головний і істотний недолік – наявність додаткового аналого-цифрового перетворення в станційному устаткуванні доступу. Більш сучасним і прогресивним є використання для підключення цифрового тракту.

Цифрове включення підвищує якість послуг зв'язку: максимальне наближення цифрових потоків до кінцевих абонентських пристроїв забезпечує мінімум перешкод. Але на відміну від детально визначеного аналогового дводротового абонентського інтерфейсу, цифровий інтерфейс достатньо описаний тільки з погляду електричних параметрів (рекомендація ІТУ-Т G.703) і загальних характеристик циклу (G.704). Систем же сигналізації розроблено досить багато.

У кожному конкретному випадку схема включення визначається оператором місцевої мережі разом з користувачем міні-АТС індивідуально.

Міні-АТС, представлені сьогодні на ринку засобів зв'язку, є результатом столітнього розвитку комунікаційної області. У табл. 2.1 наведені основні технічні характеристики міні-АТС, що пропонуються закордонними виробниками.

Таблиця 2.1 - Технічні характеристики деяких міні-АТС

ТИП	МІНІ-АТС	Кількість зовніш. і внутр. ліній (базовий блок)	Кількість зовніш. і внутр. ліній (розширення)	Порти системних телефонів	Підтримка голосного зв'язку	АВН	факс /disa	конференція	голосова пошта	домофон
Ц	LG ARIA SONO	3x8	6x24	1 цифровий	+	-	-	-	-	+
Ц	LG Nortel IP LDK-100	8x92	24x276	8 цифрових	+	+	-	5	+	+
Ц	LG Nortel IP LDK-300	8x92	24x276	8 цифрових	+	-	-	5	+	+
А	Максиком 1*4	2x8	не расш.	-	-	-	-	5	+	-
А	Максиком 2*4	3x12	2x6	-	-	-	-	-	-	-
А	Максиком 2*6	2x8	2x12	-	-	-	-	-	-	-
А	Максиком 2*12	3x4	6x32	цифрові	-	-	-	-	-	-
Ц	МХМ-120	0x100	24x76	цифрові	+	+	-	-	-	-
Ц	МХМ-300	0x100	24x276	цифрові	+	+	-	-	-	-
Ц	МХМ-500	0x100	56x444	цифрові	+	+	-	-	-	-
А	Panasonic KX-TEM824RU	6x16	8x24	гібридні	+	+	+	5	-	+
Ц	Panasonic KX-TDA100 RU	8x64	16x84	8 г\цифрових	+	+	+	до 30	+	+
Ц	Panasonic KX-TDA200 RU	8x92	64x546	г\цифрові	+	+	+	до 30	+	+
Ц	Panasonic KX-TDA600 RU	8x92	64x547	г\цифрові	+	+	+	до 30	+	+

Майже всі сучасні міні-АТС мають блочно-модульну конструкцію, що дозволяє розширювати конфігурацію станції й збільшувати абонентську мережу без покупки нової міні-АТС. При придбанні одного модуля можна збільшити або кількість міських ліній, або місцевих. Крім того, модульна конструкція міні-АТС дозволяє робити необхідний ремонт у найкоротший термін.

Для правильного вибору АТС потрібно насамперед з'ясувати, які проблеми в організації роботи офісу повинна вирішувати обрана станція. Тобто скласти попереднє технічне завдання, виходячи з наступних вимог:

Ємність АТС. Кількість зовнішніх (міських) ліній і внутрішніх ліній. Загальна кількість міських і внутрішніх ліній (портів) є одним з основних параметрів для кожного типу телефонної станції. При цьому слід мати на увазі перспективу росту – появу додаткових телефонних ліній для зв'язку з міськими АТС. Оптимальне співвідношення міських і внутрішніх ліній для станцій – 3 міські лінії до 8 внутрішніх.

Зовнішні лінії (міські). Зовнішні лінії можуть бути: аналогові дводотові («звичайний» міський телефон) і тридотові цифрові – Е1 (аналог ІКМ-30), ISDN (PRI і BRI), E&M.

Внутрішні лінії. Внутрішні лінії можуть бути: аналогові – для підключення простих дводотових пристроїв (дисккових або кнопочних апаратів, факсів, модемів і т.д.), цифрові – для підключення системних телефонних апаратів і пристроїв передачі даних. Потрібно заздалегідь визначити, скільки і яких внутрішніх ліній необхідно, тобто задати клас обслуговування кожної внутрішньої лінії, яка кількість простих телефонів, системних телефонів, ISDN телефонів. У кожного з них різні функціональні можливості й, відповідно, вартість.

Системні телефони. Системні телефони необхідні для зручності організації операторського, директорського або диспетчерського зв'язку. Вони можуть мати дисплей різної величини, спікерфон (голосний зв'язок), різне число функціональних і вільне програмувальних клавіш і додаткові консолі.

Майже для всіх міні-АТС потрібно хоча б один системний телефон для адміністрування й уведення початкової робочої програми, а далі все залежить від конкретних виконуваних завдань. Але чим більше системних телефонів, тим з більшою ефективністю використовуються можливості станції. Необхідно також пам'ятати, що системні телефони кожного виробника сумісні тільки з міні-АТС того ж виробника і для їх підключення необхідна чотиридротова лінія, а це також необхідно врахувати на етапі створення внутрішньої телефонної мережі.

Аналогові й цифрові АТС. З погляду користувача основні сервісні функції однакові для обох типів АТС. Аналогові АТС мають одну істотну перевагу – вони дешевше аналогічних по ємності цифрових. З іншої сторони цифрові АТС більш сучасні, у них вище якість зв'язку. Однак якщо потрібно підключати цифрові лінії або систему мікро-стільникового зв'язку DECT або використовувати комп'ютерно-телефонну інтеграцію СТІ, то з цими завданнями може впоратися тільки цифрова АТС.

Розширення (розширюваність) АТС. Якщо передбачається розширення компанії, варто поцікавитися можливостями розширення обраної станції. Телефонні станції звичайно мають модульну конструкцію. Додаткові модулі дають можливість збільшити число зовнішніх або внутрішніх ліній, а також одержати додаткові функції, яких не було в первісній конфігурації станції. І тут так само виникає величезна різниця в аналогових і цифрових АТС. Аналогові АТС розширюються максимум до 24-32 внутрішніх ліній. Цифрові АТС можуть розширюватися від 50 до декількох сотень внутрішніх портів.

Додаткові (сервісні) функції. Основне призначення станції – комутація, тобто переспрямування, перерозподіл, утримання, перехоплення викликів і т. д. Однак сучасні станції підтримують безліч додаткових функцій, таких як DISA (тональний донабір), AA (автосекретар), комутація ISDN, СТІ, конференц-зв'язок, голосова пошта, пейджинг, обмеження доступу до платних викликів/тривалості розмови, тарифікація викликів, віддалене адміністрування, можливість підключення DECT-систем і т.д.

2.4 Завдання для самоконтролю

1. Основні типи АТС за рівнем обслуговування.
2. Які виклики називають внутрішніми, а які зовнішніми?
3. Класифікація та функції міні-АТС.
4. Обладнання міні-АТС.
5. Основні технічні характеристики міні-АТС.
6. Функції системного телефону.
7. Можливості цифрового телефону у мережі міні-АТС.
8. В чому заключається послуга *DID*?
9. Як формуються VPN-мережі з міні-АТС?
10. Підключення міні-АТС до міської АТС.

3 АБОНЕНТСЬКА АПАРАТУРА ТЕЛЕГРАФНОГО ЗВ'ЯЗКУ

3.1 Напрямки розвитку телеграфного зв'язку

Телеграфний зв'язок призначений для автоматизованого прийому-передачі по електричних провідних каналах зв'язку коротких текстових документованих повідомлень [15].

Телеграф є одним з найстарших видів зв'язку. Перший електричний телеграфний апарат був винайдений в 1832 р. росіянином П. Л. Шилінгом. У 1837 р. свій телеграфний апарат створив американець С. Морзе. У цих телеграфних апаратах інформація реєструвалася на паперовій стрічці у вигляді комбінацій символів крапки й тире (абетка Морзе).

Пізніше, наприкінці XIX ст., з'явилися літеродрукувальні телеграфні апарати – телетайпи. Ввід інформації в телетайп може здійснюватися вручну з клавіатури й автоматизовано з перфострічки. Перфорація стрічки може виконуватися на самому телетайпному апараті в автономному режимі. Оскільки ручне введення інформації з клавіатури не забезпечує високої швидкості передачі, що реалізується системою, бажано реалізувати автоматизований ввід інформації. Передана на телетайп інформація може вводитися й з інших джерел, зокрема із ПК, оснащеного модемом.

При передачі вся інформація друкується на паперовому носії, а при необхідності – реєструється на перфострічці. В приймаючому апараті інформація також може реєструватися на друкованому документі і на перфострічці. Інформація безпосередньо по каналу зв'язку може вводитися й у ПК. Усі телетайпні апарати є оборотними, тобто можуть працювати і як передавачі, і як приймачі інформації. Більшість телетайпних апаратів мають алфавітно-цифрову клавіатуру, друкувальний пристрій, перфораторну приставку (перфоратор стрічки) і трансмітерну приставку (зчитувач із перфострічки).

До початку 90-х років ХХ ст. телеграфний зв'язок був практично єдиним видом документального зв'язку, доступним широкому колу споживачів нашої країни. Сьогодні спостерігається постійне зниження попиту на телеграфні послуги. Основна причина полягає у відставанні можливостей телеграфного зв'язку від рівня сучасних вимог до послуг документального електрозв'язку. Цей чинник поглиблюється наявністю на телеграфних мережах морально застарілого устаткування, що вичерпало свій строк служби, а також серйозною конкуренцією з боку сучасних і більш привабливих для споживачів видів документального зв'язку, таких як передача даних, електронна пошта, факсимільний зв'язок.

Зниження попиту на послуги телеграфного зв'язку і зростання попиту на сучасні послуги документального електрозв'язку є загальносвітовою тенденцією, яка буде мати місце в нашій країні й надалі. Проте потреба в послугах телеграфного зв'язку в нашій країні, збережеться і в недалекому майбутньому.

Очевидно, що будь-які заходи, націлені на модернізацію телеграфних служб, які не передбачають розширення номенклатури пропонованих послуг, не ефективні, тому що не можуть усунути причину кризи – істотне падіння попиту на телеграфні послуги. У свою чергу розширення спектру послуг можливо тільки на шляху впровадження нових служб документальному електрозв'язку, що користуються постійно зростаючим попитом, таких як електронна пошта, ком-факс, служба доступу до інформаційних ресурсів та ін. Ці види документального електрозв'язку, по суті, є природнім продовженням і розвитком документального електрозв'язку на основі використання сучасних технологій мікроелектроніки й обчислювальної техніки, ефективних методів передачі й комутації.

Таким чином, розв'язання проблеми кризи телеграфного зв'язку й забезпечення функціонування телеграфних служб повинне розглядатися як складова частина загального процесу розвитку документального електрозв'язку всіма операторами зв'язку.

Головні напрямки технічного розвитку документального електрозв'язку, включаючи телеграфний зв'язок:

- підтримка функціонування існуючих телеграфних мереж і служб на рівні, необхідному для задоволення попиту на телеграфні послуги;
- створення й розвиток існуючими телеграфними службами нових загальноукраїнських служб документального електрозв'язку, що забезпечать істотне розширення номенклатури й обсягів надаваних послуг і поширення цих послуг по всій території країни;
- інтеграція послуг документальному електрозв'язку.

Основним організаційним принципом є збереження єдності підприємств електрозв'язку, у тому числі збереження й розвиток принципів спільної й скоординованої діяльності в області документального електрозв'язку, забезпечення функціональної й технологічної єдності кожної зі служб, як традиційних телеграфних, так і нових.

Розглянемо більш докладно питання підтримки функціонування існуючих телеграфних мереж. Основна мета підтримки функціонування існуючих телеграфних мереж і служб – збереження традиційних телеграфних служб, попит на послуги яких хоча й буде зменшуватися, але збережеться в майбутньому.

При цьому повинні вирішуватися наступні основні завдання.

Оптимізація структури мережі транзитних центрів комутації повідомлень. У результаті істотного зменшення телеграфного обміну значна частина продуктивності транзитних центрів комутації повідомлень телеграфної мережі загального користування не використовується, що спричиняє зростання питомих витрат на транзит кожної телеграми. Для скорочення цих витрат необхідно в міру зниження телеграфного трафіку переглядати структуру мережі центрів комутації повідомлень з метою її оптимізації шляхом зменшення кількості центрів і скорочення загального числа каналів між ними. Черговість виключення транзитних центрів з мережі повинна визначатися з урахуванням ступеня спрацювання устаткування існуючих транзитних центрів і можливості

збереження обхідних напрямків, у тому числі за рахунок використання на магістральних напрямках мереж передачі даних.

Об'єднання абонентського телеграфування АТ-50 і Телекс дозволяє організувати одну мережу для внутрішнього і міжнародного абонентського телеграфного зв'язку та дозволяє за рахунок використання вже існуючих мережних і абонентських засобів мережі АТ-50 без істотних витрат розвивати службу Телекс, найбільш рентабельну з основних телеграфних служб.

Застосування мереж передачі даних з комутацією пакетів як транспортного середовища дозволить (у першу чергу на магістральних напрямках) одержати певну економію за рахунок зниження потреб в орендованих каналах, а в перспективі – здійснити телеграфний обмін без транзитних центрів комутації повідомлень (ЦКП). Крім того, перехід на транспортне середовище у вигляді мережі передачі даних дасть можливість забезпечити сполучення телеграфних служб із новими службами документального електров'язку, для яких передача даних з пакетною комутацією також є базовою транспортною системою.

Обов'язковою умовою використання мереж передачі даних як транспортного середовища є збереження телеграфних служб, у тому числі, збереження умов надання телеграфних послуг і вимог з боку служб до телеграфного устаткування.

Для передачі телеграфних повідомлень по мережах передачі даних необхідно модернізувати існуючі ЦКП (не заплановані для виключення з мережі), обладнати їх відповідними пристроями сполучення з мережею X.25 (шлюзами, телеграфними збирачами-розбирачами пакетів).

Часткова модернізація й заміна комутаційного устаткування телеграфних мереж. Частина комутаційного устаткування існуючих телеграфних мереж ще не вичерпала свого терміну служби й може виконувати свої функції протягом декількох років. У зв'язку із цим заміна устаткування на більш сучасне, що забезпечує аналогічні функції, але не розширює споживчі можливості служб, не буде носити глобальний характер і доцільна тільки в обґрунтованих випадках. Рішення по заміні устаткування повинні бути в кожному конкретному випадку

зв'язані з планами оптимізації структури телеграфних мереж. У якості устаткування для заміни можуть використовуватися нові комутаційні засоби, сертифіковані для застосування на телеграфних мережах України.

Заміна зношеного й застарілого обладнання дозволить розв'язати завдання підтримки функціональної готовності мереж і одночасно дасть певне скорочення експлуатаційних витрат за рахунок економії електроенергії, вивільнення площ і зменшення кількості експлуатаційного персоналу.

Більш перспективним є відновлення парку комутаційного устаткування, що не тільки забезпечує заміну технічних засобів на аналогічні по функціях, але, але й дозволяє реалізувати нові можливості, зокрема можливість сполучення з мережами передачі даних.

3.2 Апаратне забезпечення телеграфії

3.2.1 Основні характеристики телеграфування

Як вже відзначалось система телеграфного зв'язку призначена для двобічної передачі дискретних повідомлень. Вона складається із пристроїв прийому і передачі, а також каналу зв'язку [4, 15] (рис. 3.1). Передавач телеграфної апаратури здійснює перетворення повідомлення в сигнал, а приймач – зворотне перетворення сигналу в повідомлення.

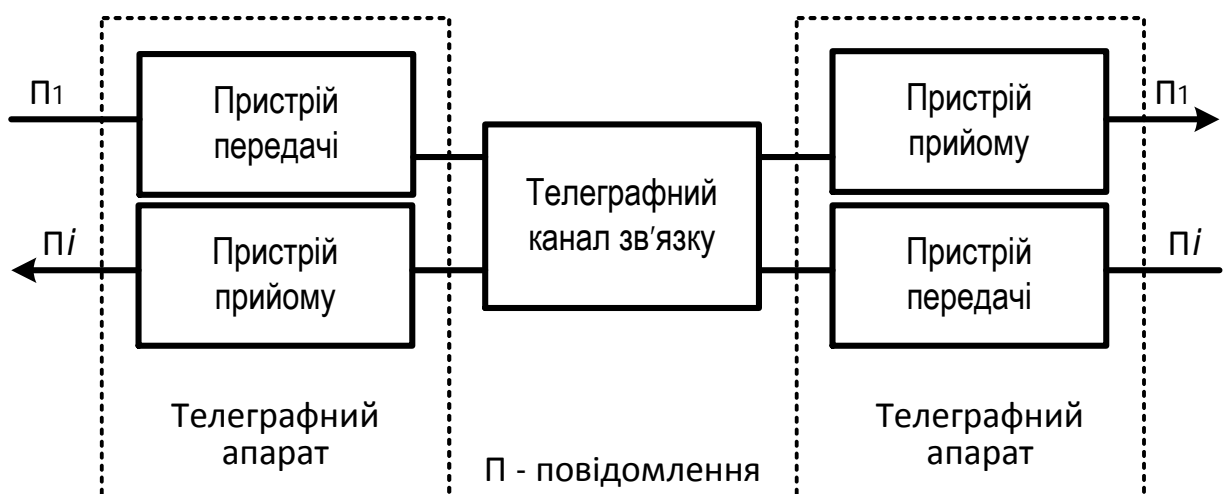


Рисунок 3.1- Структурна схема системи телеграфного зв'язку

Передавач і приймач конструктивно поєднуються й утворюють кінцевий телеграфний апарат. Процес перетворення знаків повідомлення в сигнал починається з кодування, у результаті якого знаки замінюються кодовими комбінаціями. Потім елементи комбінації послідовно перетворюються в імпульси струму.

Сукупність усіх використовуваних комбінацій становить телеграфний код. Найбільше поширення одержали рівномірні коди, у яких довжина всіх кодових комбінацій однакова. Наприклад, п'ятиелементний код МТК-2 має 32 комбінації, що дозволяє кодувати кириличний текст і 10 цифр [5, 7]. Існує поділ телеграфних апаратів за кодом, що застосовується. Переважна більшість апаратів використовує рівномірний п'ятиелементний стартостопний код, який має стартову й стопову послілку для синхронізації телеграфних апаратів (рис 3.2), рідше – семи- або восьмиелементний код. При стартостопному методі телеграфування розподільники передачі й прийому після кожного циклу зупиняються в тому самому положенні, що називається стопом. Зупинка розподільника приймача здійснюється від стопової послілки, що посилає передавач, тривалість якої $1.5t_0$, t_0 – тривалість елементарної телеграфної послілки. Початок передачі наступної кодової комбінації визначається стартовою послілкою, тривалістю t_0 . При використанні коду МТК-2 у лінію передаються одна стартова (t_0), п'ять інформаційних ($5t_0$) і одна стопова ($1,5t_0$) елементарні телеграфні послілки із загальним числом їх $7,5 t_0$.

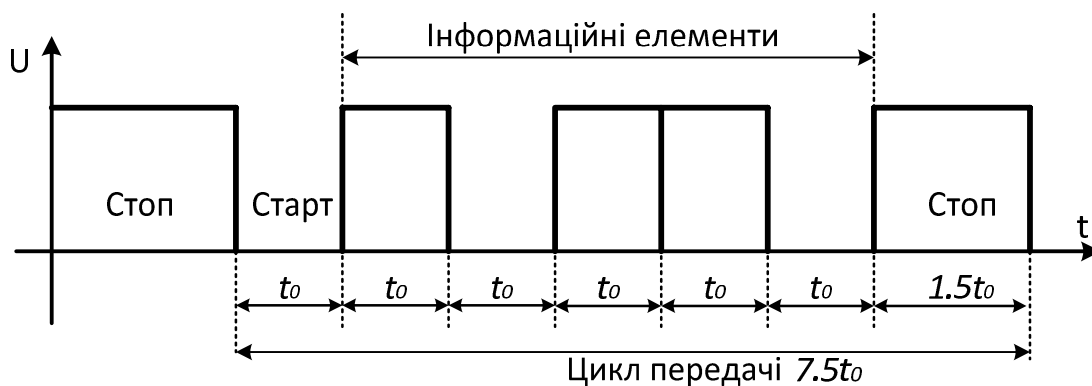


Рисунок 3.2. Старт-стопова комбінація п'ятиелементного коду

При передачі телеграфним каналом зв'язку найчастіше кожний знак інформації кодується різнополярними прямокутними електричними імпульсами. Кодові комбінації можуть передаватися послідовно постійного або змінного струму. При телеграфуванні постійним струмом розрізняють однополюсне й двохполюсне телеграфування (рис 3.3). При однополюсному телеграфуванні формуються послілки струму тільки одного напрямку, пауза між послілками позначається відсутністю струму. Цей метод називається телеграфуванням з пасивною паузою. Коли робоча послілка передається струмом одного напрямку, а пауза – іншого напрямку, телеграфування називається двохполюсним або телеграфуванням з активною паузою.

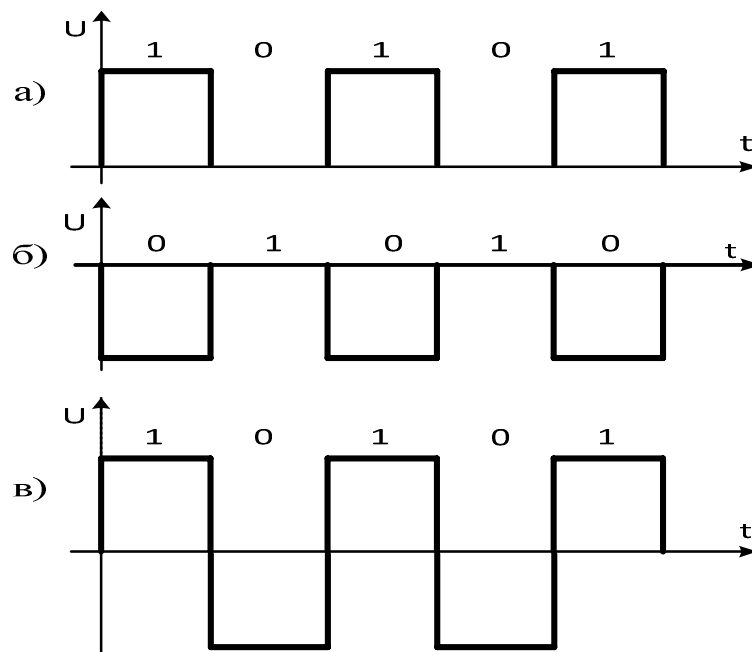


Рисунок 3.3 – Телеграфування: а, б – однополюсне; в – двохполюсне.

Перевагою двохполюсного телеграфування є більша завадостійкість і забезпечення більшої дальності телеграфування.

Швидкість телеграфування. Кожне телеграфне повідомлення передається з певною швидкістю. Швидкість телеграфування вимірюється кількістю елементарних телеграфних послілок, переданих в одну секунду. Одиницею виміру швидкості є бод. Якщо за одну секунду передається 50

елементарних посилок, то швидкість телеграфування становить 50 бод.

Тривалість однієї елементарної послілки в цьому випадку дорівнює:

$$V = 50 \text{ Бод} \quad t_0 = 1/50 = 0,02 \text{ с.} = 20 \text{ мс};$$

$$V = 100 \text{ Бод} \quad t_0 = 1 / 100 = 0,01 \text{ с} = 10 \text{ мс.}$$

Отже, швидкість телеграфування пов'язана із тривалістю елементарної послілки співвідношенням $V = 1/t_0$. Чим менше тривалість елементарної телеграфної послілки, тим більше швидкість телеграфування.

Усі дозволені до застосування швидкості передачі:

- 1) низькі – 50, 100, 200 бод;
- 2) середні 660, 1200, 2400, 4800, 9600 бод;
- 3) високі – більш 9600 бод.

Група низьких швидкостей використовується в телеграфному зв'язку й у передачі даних, де бере участь оператор. Значення обране з урахуванням можливості людини працювати на клавіатурі при передачі або читати текст на прийманні. Середні й високі швидкості використовуються при передачі даних між ЕОМ.

Швидкість телеграфування залежить від типу телеграфного апарата. Для літеродрукувальних телеграфних апаратів швидкість телеграфування визначається по формулі:

$$V = \frac{N \cdot K}{60},$$

де N – число знаків, переданих апаратом у хвилину;

K – кількість елементарних телеграфних посилок, необхідна для передачі одного знака.

Більшість стартостопних телеграфних апаратів дозволяють передавати 400 знаків у хвилину, а один знак передається 7,5 елементарними телеграфними послілками. Отже швидкість телеграфування становить:

$$V = \frac{N \cdot K}{60} = \frac{400 \cdot 7.5}{60} = 50 \text{ бод}$$

Швидкість передачі даних (інформаційна швидкість) вимірюється кількістю інформаційних одиничних елементів у секунду й визначається по формулі:

$$B = \frac{N \cdot K'}{60},$$

де K' – число інформаційних одиничних елементів для передачі кожного знака.

Наприклад, $B = \frac{400 \cdot 5}{60} = 33.3$ біт/с при використанні п'ятиелементного коду МТК-2.

У якості каналу зв'язку для телетайпної апаратури можуть служити як *телеграфний канал*, так і *стандартний канал тональної частоти*; в останньому випадку повинна бути передбачена апаратура сполучення (модем).

3.2.2 Структура й функції телеграфного устаткування

До середини ХХ ст. телеграфні апарати залишалися апаратами з електромеханічним принципом дії. Зовні телетайп дуже схожий на друкарську машинку (рис.3.4), тому що в передавальному апараті клавіатура з літерами й цифрами заміняє ключ, який працював в апараті Морзе. Така ж клавіатура прийомного апарата замість крапок і тире друкує на паперовій стрічці або рулоні літери або цифри телеграми.



Рисунок 3.4 Телеграфний апарат F-2000

При друкуванні телеграми клавіші клавіатури передавального апарата через систему важелів впливають на складальні лінійки, які залежно від положення важелів, тобто натиснутої клавіші (літери), замикають або не замикають ланцюг струму. До лінійок за допомогою спеціального розподільника по черзі підключається лінія зв'язку, і імпульси струму передаються в електромагніти прийомного апарата, де спеціальний механізм викликає натискання відповідних клавіш.

У 70-х роках налагоджено серійний випуск електронно-механічних телеграфних апаратів. У таких апаратах більшість складових пристроїв, як правило, виконується на базі безконтактних елементів. У передавачі – це пристрій кодування і вихідний пристрій, розподільник, привод, керуючий пристрій, датчик службових елементів. У приймачі – пристрій набору і вхідний пристрій, розподільник, дешифратор. В електронно-механічних телеграфних апаратах (рис.3.5) в порівнянні з електромеханічними є ряд переваг: висока швидкість телеграфування, більший термін служби, менша споживана потужність, можливість швидкої зміни швидкості телеграфування й типу використовуваного коду.



Рисунок 3.5 – Автоматизований телеграфний апарат ASR-33

За типом друкувального пристрою телетайпи діляться на стрічкові й рулонні. У стрічкових телетайпах друк інформації здійснюється на вузьку паперову стрічку шириною 10 мм, а в рулонних телетайпах – на рулонний папір шириною 210 мм.

Передавальний і прийомний апарати можуть з'єднуватися безпосередньо один з одним лініями зв'язку або підключатися до автоматичних телеграфних станцій, аналогічних автоматичним телефонним станціям (АТС). Для керування з'єднанням на таких станціях передавальні апарати забезпечуються номеронабирачем. У телеграфному зв'язку можливе застосування так званої комутації повідомлень, тобто нагромадження повідомлень у певному пункті й подальша передача їх у потрібному напрямку й у потрібний час, відповідно до їхньої терміновості. У цьому випадку на комутаційній станції якого-небудь проміжного міста є пристрої пам'яті, що записують тексти прийнятих телеграм разом із зазначеними в них адресами. Ці записані в пам'ять телеграми передаються потім в інші міста за необхідною адресою відповідно до їхньої терміновості, причому читає адреси телеграм і визначає їх терміновість електронна обчислювальна машина (ЕОМ).

Перетворення повідомлення в сигнал відбувається у два етапи. Перший етап – це кодування, у результаті якого знаки повідомлення перетворюються в кодові комбінації. Другий етап – перетворень комбінацій у сигнал і послідовна передача елементів сигналу (посилок) у канал зв'язку. Перший етап перетворення виконується спеціальним пристроєм кодування, куди знаки подаються за допомогою пристрою введення знаків.

Пристрій кодування перетворює знак у відповідну просторову n-елементну комбінацію. Елементи комбінації одночасно подаються на розподільник, який по черзі й з певною швидкістю видає двійкові елементи комбінації на вихідний пристрій для перетворення їх у відповідні посилки. Таким чином, розподільник і вихідний пристрій виконують другий етап перетворення повідомлення в сигнал.

Зворотне перетворення сигналу в повідомлення виконується приймачем у три етапи. Перший етап – це послідовне приймання й накопичення елементів сигналу. У результаті утворюється просторова комбінація з n -двійкових елементів. Другий етап – декодування комбінації, тобто визначення знака, відповідного до прийнятої комбінації. Третій етап – запис знака на папір.

Отже електронний телеграфний апарат (рис.3.5) являє собою пристрій, призначений для передачі, приймання й заготовки літеро-цифрових повідомлень або даних. Передача інформації проводиться за допомогою клавіатури, трансмітера або при зчитуванні із запам'ятовувального пристрою. Інформація приймається і фіксується за допомогою друкувального пристрою (у вигляді видрукованих символів тексту) або перфоратора (у вигляді отворів у перфострічці). Заготовка інформації проводиться за участю клавіатури, запам'ятовувального пристрою й перфоратора з контролем на друкувальному пристрої.



Рисунок 3.5 – Електронний телеграфний апарат OKITEX

На рис.3.6 зображена структурна схема телеграфного апарата. Передавальна частина апарата складається з: клавіатури КЛ із накопичувачем Н, автовідповідача АВ, трансмітера ТрМ, запам'ятовувального пристрою ЗП,

передавача Прд і вихідного пристрою, що міститься у пристрої сполучення з лінією зв'язку ПСЛ. Приймна частина містить: вхідний пристрій (також у складі ПСЛ), приймач Прм, перфоратор Прф і друкувальний пристрій ДП, що складається з накопичувача, дешифратора Дш із логічною частиною й вузла друкування (ВД).

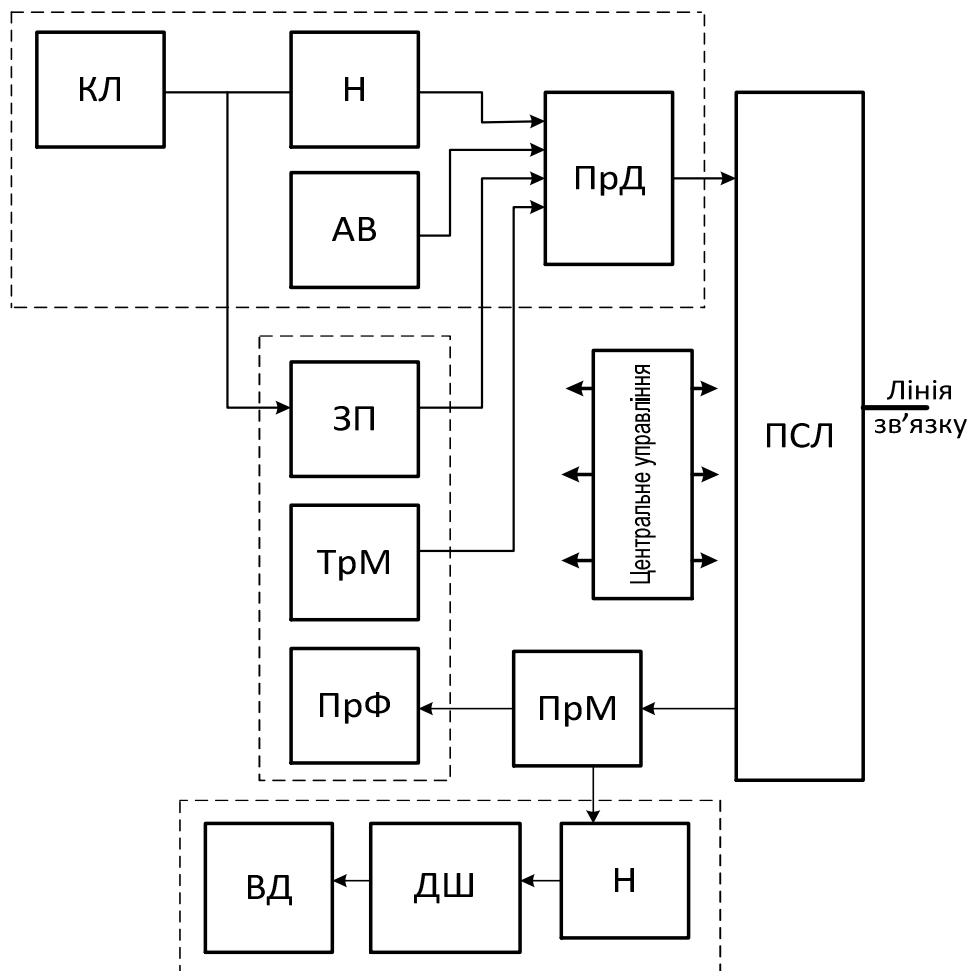


Рисунок 3.6 - Структурна схема електронного телеграфного апарата.

Пристрій сполучення з лінією містить поряд із вхідним і вихідним пристроями, призначеними для гальванічної розв'язки схеми апарата від лінії й узгодження сигналів, також і пристрій автоматичного захисту схеми від струму короткого замикання в лінії, пристрій сигналізації про обрив лінійного ланцюга, пристрій комутації для підключення лінійної батареї й для створення різних режимів роботи апарата.

У блок центрального управління входять пристрої, що управляють перерахованими блоками по заданій програмі, а також сервісні пристрої апарата – автостоп, пристрій сигналізації, лічильник часу роботи й ін.

Зі структурної схеми видно, що джерелами повідомлень в апараті служать запам'ятовувальний пристрій, трансмітер, що зчитує інформацію з перфострічки, електронний автовідповідач, модульна клавіатура з накопичувачем.

Передавальний накопичувач призначений для накопичення інформації у випадку перевищення оператором швидкості телеграфування.

У перфораторах електронних апаратів використовується механічний спосіб пробивання отворів у перфораторній стрічці. Прийомний накопичувач у ДП необхідний для накопичення вхідної інформації при поверненні каретки до початку рядка. Електронний дешифратор функціонально складається із двох частин – кодової і службової комбінацій. Вузол друкування містить механізми: просування паперу, просування каретки із друкуючим органом уздовж рядка, повернення каретки до початку рядка, протягання барвної стрічки. Усі механізми вузла друкування приводяться в рух кроковими двигунами.

Якщо електронний телеграфний апарат працює в якості кінцевого пристрою обчислювальної системи або системи передачі інформації, то він є терміналом, для якого характерні наявність передавальної й прийомної пам'яті, пристрою відображення інформації й можливість одночасної роботи в лінійному й місцевому режимах (рис. 3.7).

Розвиток терміналів відбувається в напрямку все більшого пристосування їх для роботи в машинописних бюро – поліпшуються ергономічні характеристики, зростає число сервісних функцій, клавіатура апарата стає уніфікованою із клавіатурою друкарської машинки, знижується рівень акустичного шуму.

Структурна схема терміналу представлена на рис. 3.8. У його складі є три інформаційні шини: дві лінійні (передавальна й приймальня) і місцева. Кожний

блок термінала може працювати за допомогою клавішних перемикачів у лінійному або місцевому режимі.

У порівнянні зі схемою рис. 3.6 тут додані блоки: передавальний і прийомний запам'ятовуючі пристрої (ЗП_{прд} і ЗП_{прм}), блок виділення команд БВК, пристрій відображення інформації ПВІ. Як правило, блок центрального управління, що регулює обмін інформацією із шин між блоками, виконується на мікропроцесорі. Блок виділення команд приймає з лінії кодові команди з метою здійснення дистанційного керування блоками.



Рисунок 3.7 – Обладнання абонентського телеграфного терміналу АТТ-4

Даний термінал, наприклад, може працювати в системі Телекс, де обмін інформацією між ЗП_{прд} одного апарата й ЗП_{прм} іншого здійснюється по каналу зв'язку з великою швидкістю (2400 Бод), а роздруківка вмісту запам'ятовувальних пристроїв ведеться на нижчій швидкості.

Зображена структура побудови терміналу дозволяє одержати гнучку систему зв'язку. Можливий, наприклад, такий режим роботи:

Клв, ЗП_{прд} (запис і зчитування), ПВІ за допомогою перемикачів установлюються в місцевий режим і служать для підготовки й корекції інформації, записуваної в ЗП_{прд}; Трм через Прд веде передачу в лінію; Прм,

БВК, ЗП_{прм}, ПУ й Прф беруть участь у прийманні інформації, що надходить через ПСЛ по лінійному ланцюгу приймання.

Усі перераховані процеси відбуваються одночасно. Можуть бути інші численні варіанти підключення блоків.

Передавальний термінал може перевірити справність лінії зв'язку шляхом роботи в режимі «на себе» через абонентський шлейф із контролем роботи на своєму ПУ. При цьому в прийомному терміналі перемикачі шин запису й зчитування ЗП_{прд} установлюються в лінійний режим, у результаті чого прийнята інформація записується в ЗП_{прд} і відразу зчитується в лінійну передавальну шину.

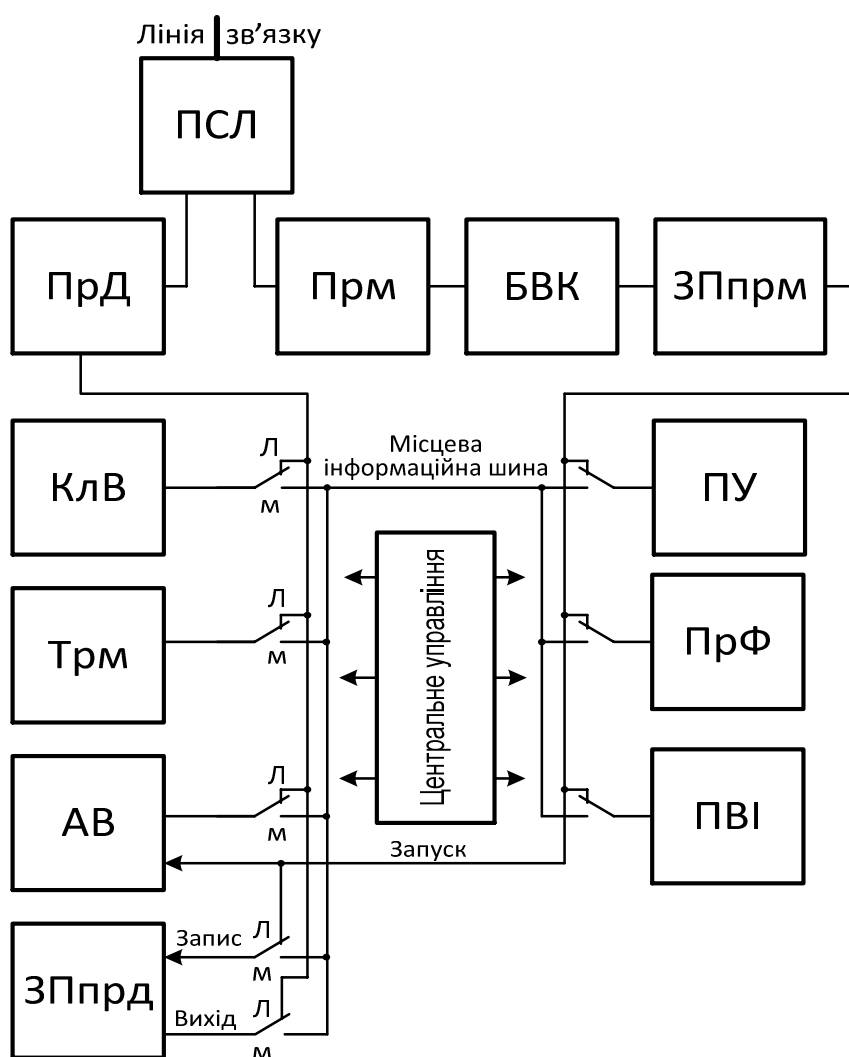


Рисунок 3.8 – Структурна схема терміналу.

3.2.3 Режими роботи й схеми включення телеграфних апаратів

На рис. 3.9 представлена схема режимів роботи телеграфних апаратів. У місцевому режимі («на себе») робота відбувається послідовним кодом з використанням передавача, приймача й пристрою сполучення з лінією, а також лінійної батареї. Крім того, у більшості апаратів реалізований місцевий режим без використання зазначених блоків, при цьому інші блоки обмінюються інформацією безпосередньо паралельним кодом на рівні логічних сигналів.

При включенні апаратів у лінійний режим для роботи з виділеними або комутованими каналами вихід апарата може бути дво- або чотиридротовим. У дводротовому варіанті обмін повідомленнями відбувається по черзі за допомогою однополюсних телеграфних посилок. У деяких апаратах передбачені автоматичний перехід з місцевого режиму в лінійний при надходженні інформації з лінії й сигналізація про цей перехід.

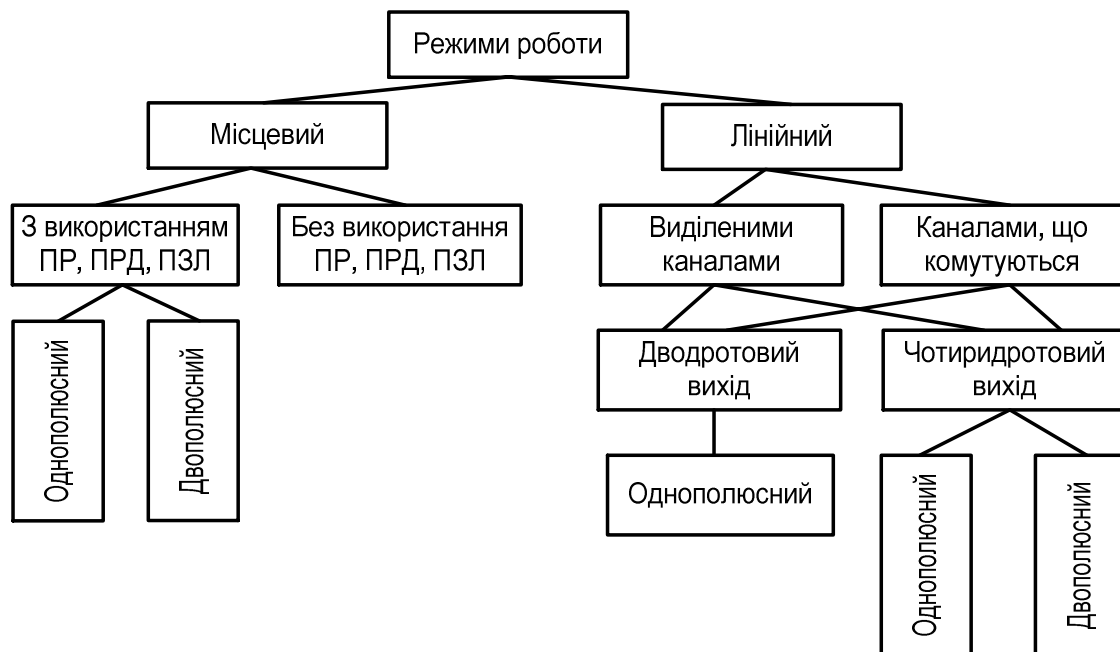


Рисунок 3.9. – Режими роботи телеграфних апаратів

Основні схеми телеграфування. Одностороння схема телеграфного зв'язку забезпечує передачу телеграфних повідомлень тільки в одному напрямку. При цьому один апарат є передавальним, а другий – приймальним, тобто інформація передається тільки в одну сторону. При передачі позитивних і

негативних посилок від вихідного пристрою буде мінятися напрямок струму як у власному вхідному пристрої, так і у вхідному пристрої апарата на протилежній станції. Отже, буде здійснюватися роздруківка переданої інформації в ДП як передавального (друкований контроль), так і приймального апарата.

Двостороння почергова (напів-дуплексна) схема телеграфного зв'язку забезпечує передачу телеграфних повідомлень по черзі в кожному із двох напрямків. Друкувальний пристрій кожного телеграфного апарата реєструє як вхідну, так і вихідну літеро-цифрову інформацію. Відзначимо, що ця схема може бути реалізована при роботі апаратів тільки в однополюсному режимі.

Двостороння одночасна (дуплексна) схема телеграфного зв'язку забезпечує передачу телеграфних повідомлень одночасно в обох напрямках. Такий зв'язок може здійснюватися апаратами в одно- і двополюсному режимах по дво-, три- і чотиридротовій схемах. Якщо на кожній станції встановлене тільки по одному апарату, то робота відбувається без контролю своєї передачі. Широке застосування знаходять чотиридротові схеми передачі телеграфних повідомлень із використанням двох телеграфних апаратів на кожній станції. Один апарат – передавальний з контролем своєї передачі, другий – приймальний.

3.2.4 Сучасний стан апаратного забезпечення телеграфії

На території України діє абонентська телеграфна мережа, яка об'єднує мережі АТ-50, Телекс. Мережа АТ-50 (часто її називають просто «телеграфом») діє тільки в країнах СНД і не має міжнародного виходу. Цією мережею користуються в основному міністерства, промислові, транспортні, фінансові установи й військові частини.

Для передачі повідомлень в інші країни використовується міжнародний телеграф - Телекс. Послугами цієї мережі частіше інших користуються комерційні установи, банки, біржі, страхові компанії, інформаційні агентства,

приватні і державні фірми. Документи, передані по Телекс-мережам, мають юридичну чинність; визнаються муніципальними, державними й банківськими установами в усіх країнах.

Зараз ідуть у минуле електромеханічні телетайпи. Сьогодні абонентам телеграфних мереж пропонуються сучасні засоби прийому і передачі телеграм і телексів, що базуються на комп'ютерних технологіях. Зокрема, використовуються апаратно-програмні комплекси «ТЕЛГКОМ» і «ТАРС М». Вони забезпечують:

- повну автоматизацію прийому-передачі телеграм, як в автономному режимі (ПК виключений), так і разом з комп'ютером;
- внутрішню оперативну пам'ять на 100 000 символів;
- збереження інформації в пам'яті при вимиканні електричного живлення;
- одночасну роботу по декільком телеграфним каналам;
- настроювання на будь-який тип станцій (підстанцій);
- роботу в мережі Novell Netware;
- приймання й передачу криптограм;
- роботу з віддаленими абонентами через « поштові скриньки»;
- роздруківку телеграм, що надійшли на принтері у фоновому режимі;
- сповіщення оператора про несправність телеграфного каналу.

Система «Телекс» має комп'ютерний варіант Telex Net, що розширює можливості стандартної телексної мережі, надаючи:

- можливість автоматичної передачі даних, що зберігаються на диску комп'ютера;
- можливість діалогу при обміні інформацією;
- можливість роботи в локальній обчислювальній мережі;
- можливість циркулярного розсилання інформації у фоновому режимі;
- наявність електронного довідника номерів абонентів і т.д.

Персональний комп'ютер, доповнений зовнішнім телеграфним адаптером, є кінцевим устаткуванням у такій телеграфній мережі і для користувача є зручним пристроєм зв'язку.

Адаптери Flash, TELEX-NET і TAG-43 відповідають найвищим вимогам до апаратури цього класу. Адаптер Flash універсальний, може працювати по дво- і чотиридротовим телеграфним лініям зв'язку.

Адаптер TELEX-NET поєднує в собі унікальний набір сервісних функцій і простоту обслуговування. В комплексі «TELEX-NET-ПК» - персональний комп'ютер виконує всі функції стандартного телетайпного апарату і надає багато додаткових сервісних можливостей, таких, наприклад, як:

- робота в локальній і корпоративній обчислювальних мережах;
- режими діалогу абонентів і автоматичної передачі текстів, що зберігаються на диску;
- передача телеграм і телексів у заданий день і час;
- передача телеграм і телексів у фоновому режимі, що дозволяє паралельно використовувати комп'ютер для інших цілей;
- циркулярна передача - передача телекса відразу декільком абонентам;
- надання численних електронних довідників, у тому числі довідника адрес абонентів.

За оцінками експертів, використання комплексу «TELEX-NET-ПК» у порівнянні із традиційними апаратами підвищує продуктивність оператора в 7-10 раз, позбавляє його від рутинної роботи, збільшує пропускну здатність ліній зв'язку в 1.5-2 рази, скорочує час з'єднання з абонентом.

Адаптер TAG-43 здатний працювати в телеграфних системах не тільки як адаптер комп'ютера, але й автономно. У складі комплексу «TAG-43-ПК» забезпечується також широкий набір сервісних функцій, при автономній функціонуванні цей набір суттєво скорочується.

Істотним недоліком телеграфного зв'язку є низька вірогідність передачі інформації. При передачі по каналах, що комутируються, зв'язку ймовірність викривлення знака досягає величини 0.001, а іноді й більше. Тому у випадку телеграфних каналів зв'язку слід приймати заходи щодо підвищення вірогідності. Такими заходами, зокрема, можуть бути:

- інформаційний зворотний зв'язок;

- використання вирішального зворотного зв'язку;
- передача контрольних сум і чисел;
- коригувальні коди з автоматичним виявленням і виправленням помилок.

Усі телеграфні системи, що базуються на комп'ютерних технологіях, мають вбудовані засоби забезпечення вірогідності переданої інформації. Що стосується електромеханічних телетайпних систем, то промисловість випускала ряд комплексів апаратури, призначених для передачі інформації телеграфними і телефонними каналами зв'язку, оснащених пристроями захисту від помилок (ПЗП). Для прикладу рознаведемо приклади.

Комплекс апаратури «Акорд-50» призначен для передачі даних по телеграфним каналам із швидкістю 50 і 100 ,біт/с, використовує п'яти- і восьмидорожечну перфострічку. До складу комплексу входять:

- фотозчитувальний пристрій F-1500;
- пристрій, що перфорує, ПЛ-150;
- ПЗП «Акорд-50»;
- блок сполучення з перфострічковими пристроями.

Комплекс « Онега-КС» призначений для передачі цифрової інформації з телеграфних каналів зв'язку й контролю її вірогідності, швидкість передачі - 50 біт/с, використовує п'ятидорожечну перфострічку.

Серед апаратури дейтафонного зв'язку слід зазначити такі комплекси, як «Акорд-1200», «Акорд СС», «Онега АТП». Зазначені комплекси є універсальними й дозволяють поряд з безпосереднім введенням інформації в комп'ютер здійснювати реєстрацію інформації на перфострічку, швидкість передачі: 600 або 1200 біт/с. Для підвищення вірогідності передачі інформації використовуються найчастіше коригувальні коди з автоматичним виявленням і виправленням помилок. Так, згідно з рекомендаціями ІТУ-Т, у системах дейтафонного зв'язку доцільно використовувати циклічний коригувальний код.

3.3 Система Телетекс

За рекомендацією ІТУ термін «Телетекс» належить новому виду обслуговування, в основі якого лежить принцип обміну кореспонденцією між пристроями електронної пам'яті на автоматичній основі. Телетекс – це літероцифрова система передачі ділової кореспонденції, що побудована за абонентським принципом. Основна ідея Телетекса – об'єднання всіх можливостей сучасної друкарської машинки з передачею повідомлень окремим абонентам за умови збереження змісту й форми тексту. Ця система трохи нагадує телекс (абонентський телеграф), але відрізняється від неї більшим набором знаків (256 за рахунок використання 8-елементного коду), більшою швидкістю передачі (2400 біт/с), високою вірогідністю, можливістю редагувати підготовлену до передачі документацію та ін.

Обладнання, що знаходиться в користувача, складається з набору пристроїв, за допомогою яких користувач системи передає й приймає текстові повідомлення. До цього набору входить клавіатура, дисплей, принтер, що об'єднані в термінал. Крім терміналу, користувач має можливість готувати тексти за допомогою системи обробки текстів, запам'ятовувати передані та одержані повідомлення в системі пам'яті, наприклад, на магнітних дисках. Головною вимогою до термінального обладнання є надання користувачу максимуму свободи в підготованні текстів для поштового (електронного) відправлення.

Для здійснення з'єднання з потрібним адресатом і для прийому повідомлень необхідні набір правил та пристрої, що здійснюють зв'язок користувача з адресатом через мережу. Ці функції в кінцевому обладнанні користувача виконують блок інтерфейсу, буферна пам'ять, апаратура передачі даних. Пам'ять терміналу необхідна для того, щоб прийняте повідомлення не переривало роботи оператора, а також для суміщення різноманітних швидкостей процесу друкування повідомлень.

Підвищення вірогідності передачі на основі використання завадостійких кодів вимагає введення в систему Телетек спеціальних пристроїв, що здійснюють перекодування первинних сигналів, що надходять від кодера джерела інформації. Такий пристрій називається кодером каналу, і він є складовою частиною пристрою захисту від помилок передавача (ПЗПпрд). Відповідно в приймальному пристрої декодер каналу здійснює операцію виявлення й виправлення помилок за допомогою надмірності, що містить завадостійкий код. Декодер каналу є складовою частиною пристрою захисту від помилок приймача (ПЗПпрм). З виходу декодера каналу послідовність кодових символів первинного коду надходить у декодер одержувача інформації, де перетворюється в послідовність символів повідомлення, яке й видається одержувачеві. Функціональна схема системи Телетекс представлена на рис. 3.10. У системі Телетекс для прямого й зворотного перетворення послідовності кодових символів у послідовності елементів сигналу й узгодження приймально-передавальних пристроїв з параметрами каналу зв'язку використовуються модулятор і демодулятор.

Розроблені різні термінали служби Телетекса. Це можуть бути звичайні бюро з літеродрукувальними терміналами, що обладнані пристроями пам'яті і зв'язку, можливе також використання дисплеїв і терміналів літеро-цифрової інформації.

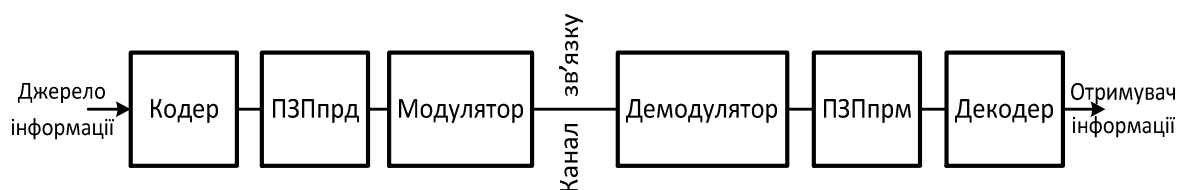


Рисунок 3.10 – Функціональна схема системи Телетекс

Повідомлення в системі Телетекс передаються зі швидкістю 2400 біт/с. Сторінка тексту розміром А4 містить за стандартом цієї системи 1500 знаків.

Кожний знак кодується 8-елементними кодовими комбінаціями, тому одна сторінка тексту передається за 5 с. З огляду на те, що середній обсяг ділового листа дорівнює приблизно 1,5 сторінкам, такий лист у системі (з урахуванням інтервалу між сторінками й службових повідомлень) передається за 10 с.

Восьми-розрядний код системи Телетекс утворений розширенням кодової таблиці міжнародного семирозрядного коду МК-5 або вітчизняного коду КОІ-7, відповідно до рекомендації ІТУ-Т V.3.

Таблиця літеро-цифрових символів Телетекс містить основні й додаткові набори графічних символів. Основний набір графічних символів призначений для міжнародного обміну інформацією й складається з 52 рядкових і прописних символів латинського алфавіту, цифр, неалфавітних символів (грошових знаків, знаків пунктуації, арифметичних знаків і ін.). Додатковий набір знаків призначений для національного використання.

Для створення автоматичного режиму та ефективного використання лінії зв'язку кінцеві пункти працюють, як і у звичайних мережах, за певними протоколами. Для служби Телетекс розроблені чотири рівні з'єднань (фізичний, каналний, мережевий і транспортний), що дозволяють працювати в мережах різноманітного типу: телефонної загального користування, з комутацією каналів і з пакетною комутацією.

Службовий сигнал у системі Телетекс, що посилається адресатові з метою переконатися, що останній може прийняти повідомлення, складається з декількох кодових слів: ідентифікатор терміналу відправника, ідентифікатор терміналу отримувача, дата й час передачі, додаткова службова інформація - усього 72 біта. Передача інформації в системі Телетекс здійснюється по телефонних мережах передачі даних.

Важливим моментом у роботі системи Телетекс є його сумісність із системою Телекса. Для цього розроблені процедури перетворення коду з 8-елементними комбінаціями і швидкістю 2400 біт/с в код з 5-елементними комбінаціями й швидкістю 50 біт/с.

Можлива реалізація взаємозв'язку систем Телетекса з Телексом, яка здійснюється через пристрої перетворення даних у вузлах мережі. При цьому витрати на організацію каналів зв'язку Телетекс – Телекс будуть значно нижче, ніж у мережі Телекса за рахунок використання вищих швидкостей передачі. На сьогодні система Телетекс є одним з високошвидкісних і економічних видів електрозв'язку для передачі текстової інформації загального призначення.

Телетекс використовується для передачі телеграм і листів, хоча поступово замінюється електронною поштою.

3.4 Телеграфний модем

На сьогодні відбувається заміна застарілого телеграфного обладнання на телеграфні комплекси на базі ЕОМ (рис. 3.11), що спричиняє зміну структури і функцій устаткування. А також виникає необхідність у пристроях, що дозволяють з'єднувати застаріле, але все ще діюче, обладнання з новими каналами зв'язку.

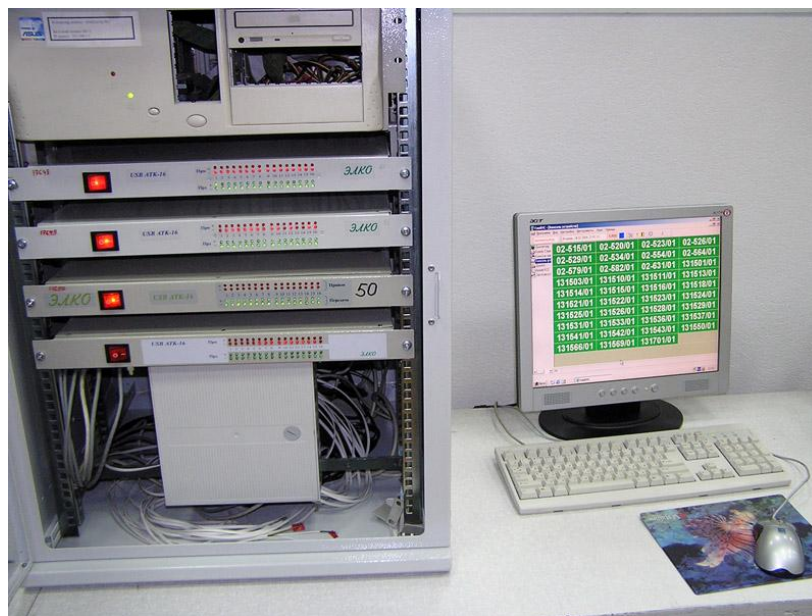


Рисунок 3.11 – Телеграфна станція ЕТК-КП2 (електронний телеграфний концентратор – комутатор повідомлень «НВП ЕЛКО»)

Телеграфний модем (рис. 3.12) призначений для використання як пристрій, що забезпечує можливість організації обміну даними по телеграфних каналах тональної частоти (0,3 - 3,4 кГц), а також для:

- інтеграції існуючого аналогового канало-утворюючого устаткування в цифрові, мультисервісні мережі передачі даних;
- організації взаємодії систем документального обміну по цифрових мережах зв'язку.

Модем є самостійним мережним пристроєм (має свою IP-адресу), управління модемом здійснюється ПЕОМ, яка включена в обчислювальну мережу й має фіксовану IP-адресу. Модем ідентифікує ПЕОМ, що підключаються до нього і забезпечує інформаційний обмін тільки з тими ПЕОМ, IP-адреси яких внесено у список користувачів. Список користувачів вносяться до постійного запам'ятовуючого пристрою модему перед початком експлуатації.



Рисунок 3.12 – Телеграфний модем МТТ-24

Установка параметрів функціонування сучасного телеграфного модему здійснюється програмно. При настроюванні встановлюється: кількість телеграфних каналів, швидкість передачі інформації, робочі частоти й рівні для кожного телеграфного каналу.

У відповідності з установленними параметрами модем оцифровує канал тональної частоти, виділяє ущільнені в ньому телеграфні канали й передає

отриману інформацію в ПЕОМ, на якій розгорнуто відповідне програмне забезпечення.

Для підключення телеграфного модему до ПЕОМ використовуються стандартні інформаційні інтерфейси RS-232 або Ethernet (рис. 3.13).

Сервер телеграфного устаткування розподіляє (комутує) отриману інформацію з АРМ операторів зв'язку (кількість АРМ визначається необхідністю) або здійснює її передачу в адаптер для перетворення в стик С1-ТГ (рис. 3.14).

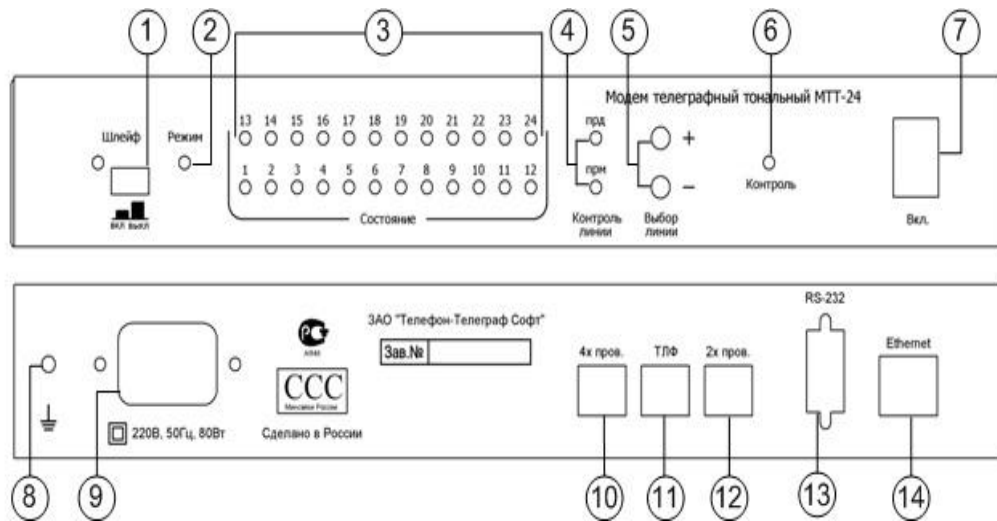


Рисунок 3.13 – Зовнішній вигляд передньої й задньої панелі МТТ-24

На рис 3.13 уведені позначення:

- 1 – кнопка вмикання/вимикання шлейфа каналу ТЧ;
- 2 – індикатор режиму функціонування;
- 3 – індикатори наявності робочих частот ТЛГ каналу зв'язку (зелений колір – є частота «-», червоний – частота «+», якщо індикатор не горить – робочих частот немає);
- 4 – індикатори наявності робочих частот ТЛГ каналу зв'язку, обраного для контролю;
- 5 – кнопки вибору ТЛГ каналу для включення контролю;
- 6 – індикатор включення режиму контролю;

- 7 – кнопка включення електроживлення;
- 8 – клемма заземлення;
- 9 – з'єднувач для підключення кабелю електроживлення;
- 10 – з'єднувач для підключення 4-х провідного каналу ТЧ;
- 11 – з'єднувач для підключення службового ТЛФ;
- 12 – з'єднувач для підключення 2-х провідного каналу ТЧ;
- 13 – з'єднувач для підключення виробу до ПЕОМ по інтерфейсу RS-232;
- 14 – з'єднувач для підключення виробу до обчислювальної мережі (Ethernet).

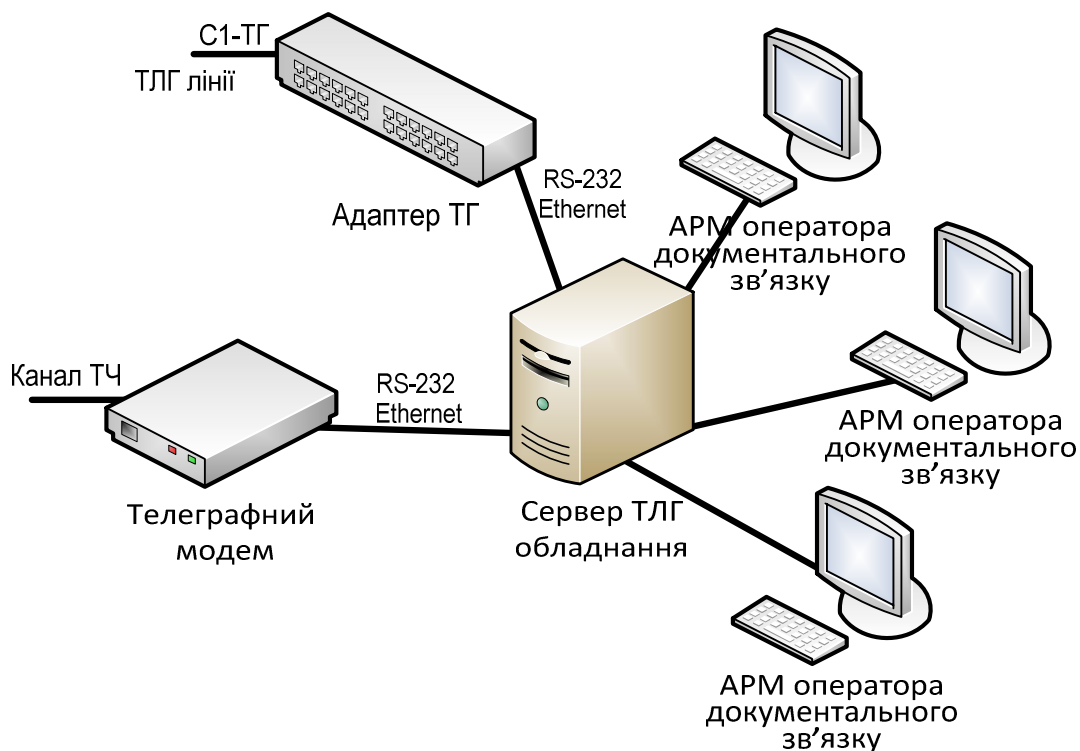


Рисунок 3.15 – Включення модему в структуру телеграфної станції

3.5. Методи фазування роботи кінцевої телеграфної апаратури

Передавач телеграфної апаратури формує й передає сигнал, що представляє собою часову комбінацію електричних посилок певної тривалості, на приймач. Приймач послідовно приймає послілки, накопичує й складає із них

комбінації для подальшого перетворення в символ. Виконання подібних функцій вимагає погодженості роботи передавача й приймача по швидкості, послідовності й фазі виконання операцій, тобто синхронної й синфазної роботи. Швидкість телеграфування й послідовність передачі посилок комбінації визначаються розподільником передачі, а послідовність і швидкість роботи елементів приймача визначаються розподільником приймання. Отже, мова йде про синхронну й синфазну роботу розподільників кінцевих апаратів. За способом підтримки цих умов розрізняють синхронну й стартостопну апаратуру.

У синхронній апаратурі розподільники передачі й приймання працюють безупинно й циклічно. Закінчується один цикл, тобто передача однієї комбінації, починається другий і т. д. Синхронність і синфазність роботи розподільників синхронної апаратури підтримуються за допомогою спеціальних коригувальних сигналів, переданих по каналу від передавача до приймача разом з інформаційним сигналом. Коригувальний сигнал несе інформацію про швидкість і фазу роботи розподільника передачі. На прийомному кінці він виділяється й використовується для корекції швидкості й фази роботи розподільника прийому. Відбувається постійне підстроювання роботи розподільника прийому під розподільник передачі й тим самим забезпечується синхронність і синфазність їх роботи.

У стартостопній апаратурі розподільники також працюють синхронно й синфазно. Вони можуть перебувати в одному із двох станів: «стоп» або «робота». У стані «стоп» передача відсутня, швидкість телеграфування дорівнює нулю. У стані «робота» розподільники працюють із однаковою швидкістю. Швидкість і фаза роботи розподільників постійно збігаються. Для передачі кожного символу передавач переводиться в стан «робота». Інформація про початок роботи розподільника передачі у вигляді спеціальної послілки «старт» передається на приймач і переводить його в стан «робота».

3.6 Завдання для самоконтролю

1. Які телеграфні мережі Вам відомі?
2. Які способи передачі повідомлень використовуються на телеграфних мережах?
3. У чому полягають основні напрямки розвитку телеграфної мережі?
4. Сутність кодового методу перетворення повідомлення в сигнал.
5. Що являє собою телеграфний код?
6. Який телеграфний код використовується в системі Телетекс, у чому його особливість?
7. Принцип роботи приймача й передавача телеграфної апаратури.
8. Класифікуйте методи телеграфування за характером посилки струму при передачі кодових комбінацій.
9. Яка відмінність між синхронним і стартостопним телеграфуванням?
10. Поняття швидкості телеграфування. Одиниці виміру.
11. Призначення телеграфного модему.
12. У чому особливість методів фазування роботи кінцевої телеграфної апаратури?

4 ПРИСТРОЇ ПЕРЕДАЧІ ЗОБРАЖЕНЬ

4.1 Основні принципи передачі зображень

Будь-які економічні відносини будуються на їхньому документальному оформленні й засвідченні їх справжності, причому істотним фактором при цьому є фактор часу. Інструментом для швидкого обміну документами стали факсимільні апарати. Факсимільний зв'язок [15, 32] як і раніше залишається для бізнесу життєво важливим засобом зв'язку. Незважаючи на появу величезних можливостей у цій області, які привніс у наше життя Інтернет, використання факсів як і раніше досить затребуване. Факс-апарати дотепер широко використовуються, і багато бізнес-процесів, наприклад укладання контракту, замовлення на продаж і різні фінансові угоди, як і раніше здійснюються з використанням факсів. Крім того, багато процесів виходять із того, що формат факсу відповідає формату документа, що не завжди можна одержати в повідомленнях електронної пошти.

Артур Корн в 1902 році в Німеччині продемонстрував першу фотоелектричну факс-систему, а в 1922 році – систему на основі радіосигналів. Факси стали широко використовувати для передачі газетних статей і карт погоди. В 1966 р. ЕІА (Асоціація електронних галузей промисловості) оголосила про створення першого стандарту для факсимільного зв'язку – ЕІА Standard RS-328. Факсимільні апарати, що відповідали вимогам цього стандарту, стали відносити до так званої групи G1. Однак північно-американські виробники продовжували випускати телефакси, що не відповідали даному стандарту, та ще й використовували для обміну інформацією різні схеми модуляції сигналу. Таким чином, обмін інформацією в документальному виді між Америкою й іншим світом залишався неможливим.

Апарати G1, використовуючи аналогові сигнали для обміну інформацією, забезпечували передачу однієї сторінки за 4-6 хвилин. Якість переданих документів, внаслідок малої розділювальної здатності апаратів, була дуже

низькою. Виробники всього світу працювали над поліпшенням якості й швидкості передачі документів, прагнучи скоротити час до трьох хвилин.

Ситуація докорінно змінилася в 1978 р., коли ССІТТ (Міжнародний консультативний комітет з телеграфії й телефонії) оголосив про нову специфікацію (група G2), яка була прийнята всіма компаніями.

В 1980 році з'явився новий стандарт – група G3, що остаточно визначив шлях розвитку такого напрямку індустрії телекомунікацій, як факсимільний зв'язок. Цей стандарт був двічі перевиданий – в 1984 р. і згодом в 1988 р. Використання цифрових сигналів для обміну інформацією дозволило значно збільшити якість і швидкість передачі інформації за допомогою звичайних телефонних ліній. Нові вимоги до роздільної здатності 203x98 і 203x196 точок на дюйм відповідно в режимах Standard і Fine надають можливість передачі чорно-білих документів самого різного виду, починаючи зі звичайних текстових і закінчуючи повноцінними графічними.

Радикальна відмінність факс апаратів G3 від більш ранніх полягає в повністю цифровому методі передачі зі швидкостями до 14400 біт/с. У результаті, застосовуючи стиснення даних, факс групи G3 передає сторінку за 30-60 с. При погіршенні якості зв'язку факси G3 переходять в аварійний режим, сповільнюючи швидкість передачі.

Факсимільні апарати перших трьох груп орієнтовані на використання аналогових телефонних каналів. В 1984 році ІТУ-Т прийняв стандарт групи G4, який передбачав роздільну здатність до 400x400 точок/дюйм і підвищення швидкості при більш низькій роздільній здатності. На сьогодні факси групи G4 дають роздільну здатність дуже високої якості. Однак, вони потребують і високошвидкісних каналів зв'язку, які можуть надати мережі ISDN [10, 13, 15, 26], і не можуть працювати через канали ТМЗК. Практично всі сучасні факси засновані на стандарті G3.

Система факсимільного зв'язку – це система передачі, призначена для доставки нерухомого зображення, виконаного на спеціальних носіях заданого формату. Інформаційним параметром зображень є коефіцієнт відбиття,

обумовлений як відношення світлового потоку, відбитого від ділянки зображення, до потоку, що падає на цю ділянку.

Принципи передачі нерухомого графічного зображення по каналах зв'язку схожі із принципами, що використовуються в телебаченні (розкладання зображення на елементарні ділянки й передача їх на відстань). Різниця лише в тому, що засобами телебачення передаються зображення, що рухаються (кадри 25 раз у секунду змінюють один одного). При факсимільному зв'язку швидкість передачі зображення визначається технічними можливостями передачі одного кадра.

Передавач факсимільного апарата містить систему аналізу, яка служить для перетворення зображення оригіналу у відеосигнал, і електронний вузол перетворення відеосигналу у форму, зручну для передачі по каналу зв'язку (рис.4.1).

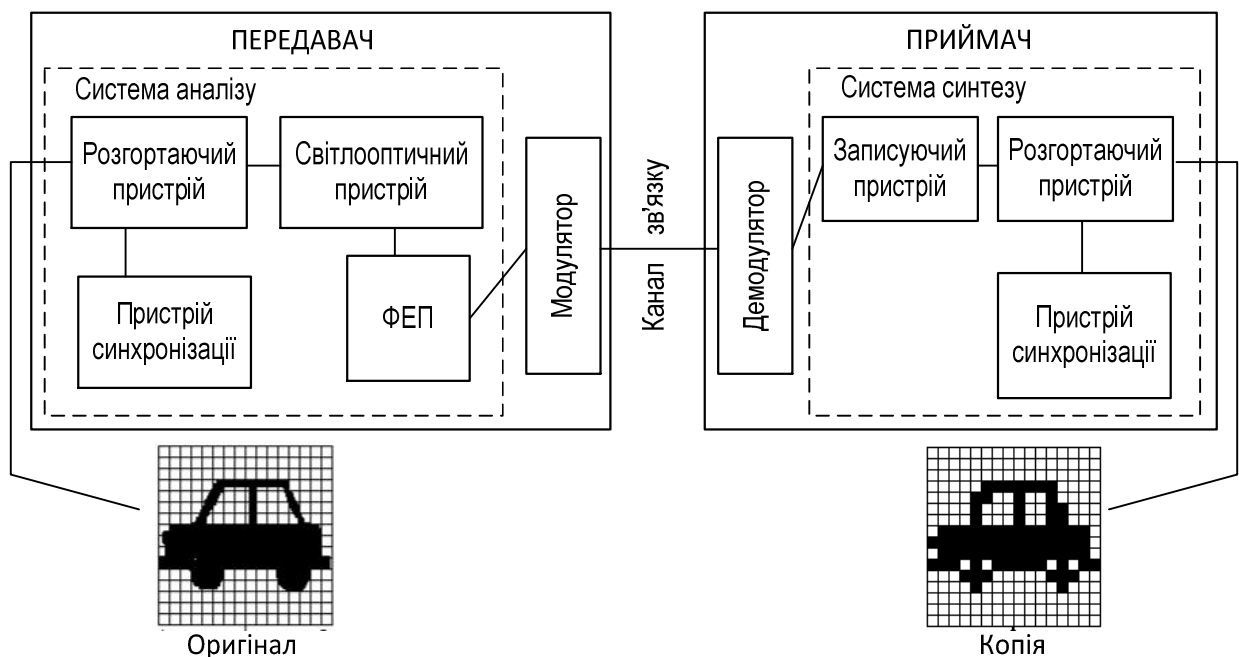


Рисунок 4.1 – Структура каналу факсимільної передачі

Система аналізу, включає:

– світлооптичний пристрій, що формує вузький світловий пучок, який утворює на поверхні оригіналу «точкову» світлову пляму;

– пристрій розгортки, який спрямовує світловий пучок по черзі на всі елементарні площинки, у результаті чого від поверхні відбивається світловий потік, модульований по інтенсивності відповідно до відбивної здатності площадок;

– фотоелектричний перетворювач, що перетворює відбитий світловий потік у пропорційний йому електричний струм.

Модуляція буває (рис. 4.2.):

– позитивна амплітудна, при якій максимальний рівень коливань із несучою частотою відповідає чорному полю переданого зображення;

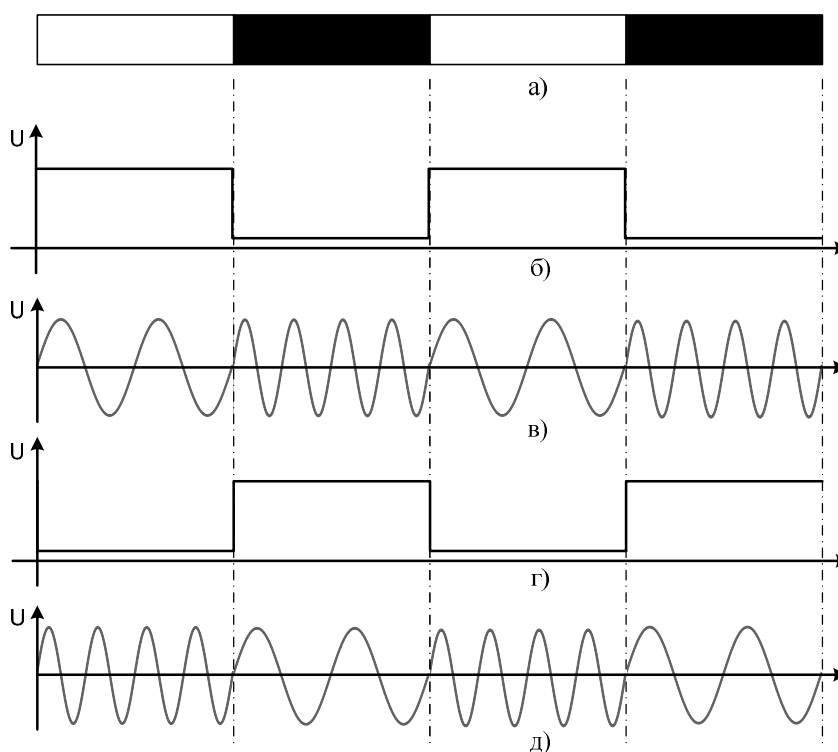


Рисунок 4.2 – Електричні сигнали, що відображають оригінал: *a* - фрагмент оригіналу; *б* - відеосигнал при позитивній передачі; *в* - лінійний частотно-модульований сигнал при позитивній передачі; *г* - відеосигнал при негативній передачі; *д* - лінійний частотно-модульований сигнал при негативній передачі

– негативна амплітудна (максимальний рівень коливань відповідає білому полю зображення);

– позитивна частотна (більш висока частота відповідає білому полю);

– негативна частотна (більш висока частота відповідає чорному полю).

Приймач факсимільного апарата містить електронний вузол виділення відеосигналу, призначений для демодуляції прийнятих модульованих коливань, і систему синтезу, що формує копію переданого зображення. Система синтезу складається з пристроїв розгортки і запису.

Носієм запису може бути фотопапір, фотоплівка, електрографічний, електрохімічний, електротермічний або звичайний папір для письма, ферромагнітні та ін. матеріали.

Пристрої розгортки приймача і передавача факсимільного апарата часто аналогічні. Конструктивно вони підрозділяються на механічні й електронні. Найбільше поширення мають факсимільні апарати з механічною розгорткою барабанного, площинного й дугового типу.

У факсимільному апараті з барабанною розгорткою оригінал (або носій запису) закріплюється на поверхні циліндра. Розгортка здійснюється в результаті обертання циліндра і його поступального переміщення уздовж осі при нерухомому елементі, що розгортає, (світловій плямі) або в результаті обертання циліндра й одночасного переміщення елемента, що розгортає, уздовж циліндра.

У факсимільному апараті із площинною розгорткою оригінал закріплюється між валиками, що протягують. Розгорнення по рядках здійснюється елементом розгортки, який переміщується по оригіналу за допомогою дзеркала, що хитається, а по кадру (перехід елемента розгортки на наступний рядок) – переміщенням самого оригіналу.

У факсимільному апараті з дуговою розгорткою оригінал (або носій запису) розміщується усередині циліндричної камери. Розгортка здійснюється в результаті обертання оптичної системи й переміщення камери – на один крок за кожний оберт оптичної системи.

Синхронізація забезпечує рівність швидкостей розгорток передавального й приймального факсимільних апаратів. У факсимільній апаратурі знайшли

застосування наступні три методи синхронізації: автономний, примусовий, мережний.

Автономна синхронізація набула широкого застосування і, як випливає із самої назви, полягає в тому, що в передавальному й приймальному апаратах є генератори, що синхронізують, причому вони працюють автономно (незалежно один від одного). Якщо в апаратах застосовується механічна розгортка, то в якості рушійного механізму використовується синхронний двигун, який живиться високо-стабільною по частоті напругою. У високошвидкісних факсимільних апаратах з електронною розгорткою автономна синхронізація забезпечується високо-стабільними по частоті кварцовими генераторами. Відносна нестабільність частоти при цьому $\Delta f/f \approx 10^{-5}$.

Примусова синхронізація в основному застосовується у високошвидкісній факсимільній апаратурі з електронною розгорткою і будується на тих же принципах, що й синхронізація рядків в телевізійних системах. У передавальному факсимільному апараті виробляються рядкові синхроімпульси, які передаються наприкінці кожного рядка. У приймальному факсимільному апараті рядкові синхроімпульси виділяються й далі використовуються для синхронізації генератора рядкової розгортки. Для підвищення завадостійкості пристрою синхронізації приймача застосовується фазове автопідстроювання частоти.

У факсимільній апаратурі також знайшла застосування мережна синхронізація, яка є частковим випадком примусової синхронізації. При мережній синхронізації обидва двигуни синхронізовані частотою загальної мережі промислового струму, яка дорівнює 50 Гц. Застосування мережної синхронізації обмежене межами однієї загальної енергосистеми, частота промислового струму в якій однакова (місто, окремий регіон країни). Відносна нестабільність частоти промислового струму досить велика ($\Delta f/f \approx 0.1..0.01$), але оскільки від одного і того ж джерела здійснюється синхронізація розгорнень як передавального, так і приймального апаратів, то якість синхронізації цілком прийнятна.

Фазування припускає строго певний стан розгортаючих елементів, передавального і приймального пристроїв факсимільних апаратів щодо країв бланків у процесі розгортки. Тому другою важливою умовою, що забезпечує роботу розгорнень без викривлень, є фазування, призначене для встановлення початкової фази елементів, що розгортають, у передавальному й приймальному пристроях факсимільних апаратів.

У сучасних апаратах в основному застосовуються пристрої автоматичного фазування. У ході фазування автоматично здійснюються:

- визначення величини й знака фазової неузгодженості передавача й приймача;
- підстроювання фази приймача шляхом незначної зміни швидкості розгорнення приймача щодо номінального значення;
- визначення моменту синфазності передавача й приймача;
- вимикання підстроювання фази, тобто перемикання приймача на номінальну швидкість роботи.

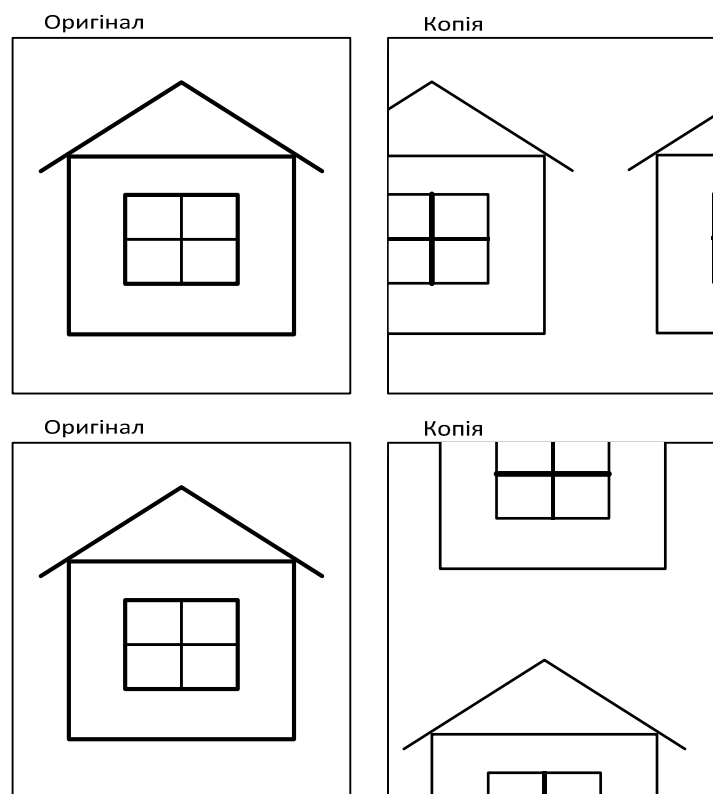


Рисунок 4.3 - Геометричні викривлення, що виникають при факсимільній передачі з порушенням синфазності передавача й приймача

Для порівняння фаз по каналу передаються спеціальні сигнали фазування. Після встановлення синфазності їх передача припиняється й починається передача сигналів зображення. У деяких факсимільних апаратах поряд з автоматичним фазуванням передбачена можливість ручного підстроювання оператором. Недотримання вимоги синфазності веде до появи специфічних викривлень у прийнятій копії, названих розривом (рис . 4.3).

4.2 Принцип роботи факсимільного апарата

Передавач системи факсимільного зв'язку перетворює нерухоме зображення в електричний сигнал. Основним елементом передавача є фотоелектричний перетворювач. Для перетворення поверхні зображення розбивається на велику кількість дрібних (0,1-0,2 мм) ділянок, названих елементарними площинками (рис. 4.4).

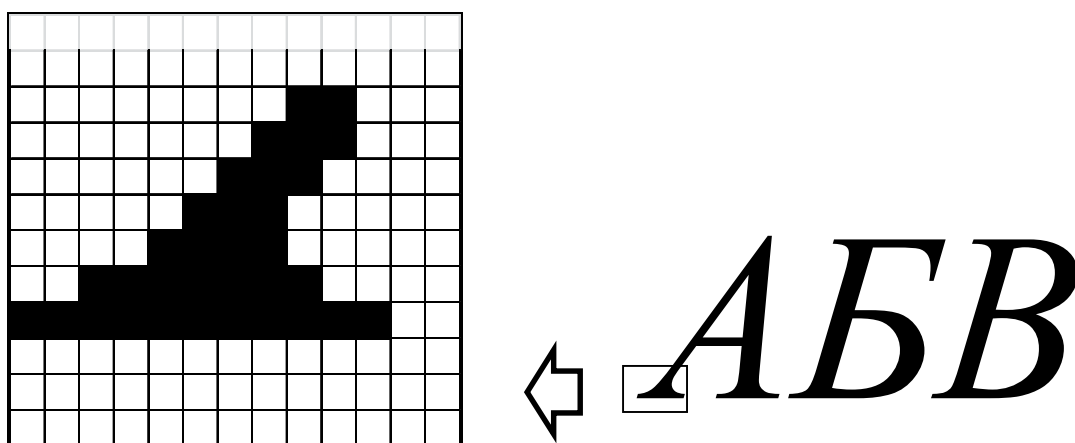


Рисунок 4.4 - Розкладання зображення на елементарні площинки

Розміри площинок вибираються так, щоб відбивна здатність у їхніх межах була однорідною, тобто характеризувалася б одним коефіцієнтом відбиття. Елементарні площинки по черзі освітлюються джерелом світла через спеціальні лінзи. Світловий потік, відбитий від кожної площинки, збирається за допомогою об'єктива й направляється на фотокатод фотоелектричного перетворювача. У ланцюзі перетворювача при цьому буде протікати

електричний струм, пропорційний коефіцієнту відбиття площинки. Послідовність перетворення забезпечується за допомогою спеціальних пристроїв розгортки. У результаті в ланцюзі фотоелектричного перетворювача отримуємо мінливий у часі сигнал. Таке по-елементне й послідовне перетворення зображення в сигнал називається аналізом зображення, а передавач факсимільної системи – пристроєм аналізу.

Кожній точці (гнізду) зображення оригіналу відповідає електричний сигнал. У процесі зчитування він перетворюється в послідовність «0» і «1» – цифрову кодову комбінацію. Цифрові комбінації перетворюються далі в аналогові сигнали – послідовність імпульсів, які й надходять у канал зв'язку. На прийомній стороні процес відбувається у зворотному порядку. Аналогові сигнали демодулюються й перетворюються в зображення, яке роздруковується на папері.

Система аналізу складається зі світлооптичного пристрою, фотоелектричного перетворювача (ФЕП) та пристрою розгортки (рис. 4.5).

Світлооптична система служить для виділення елементарних площинок зображення шляхом їхнього роздільного висвітлення й концентрації відбитих від площинок променів на світлочутливому елементі ФЕП. Вона містить джерело світла (ДС), конденсор Л₁ і об'єктив Л₂.

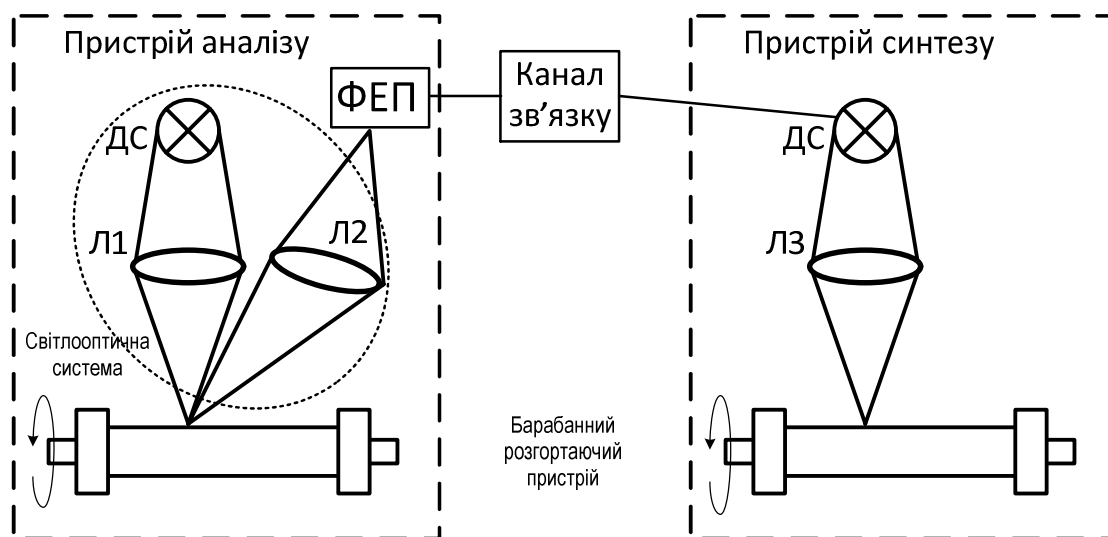


Рисунок 4.5 - Принцип роботи факсимільного апарата

З виходу ФЕП сигнал надходить у канал зв'язку. Пристрій розгортки забезпечує послідовність перетворення світлових потоків, відбитих від елементарних площинок зображення. Поверхня із зображенням закріплюється на циліндричній поверхні барабана, що робить обертальний (навколо осі) і поступальний (уздовж осі) рух, завдяки чому здійснюється розгортка зображення.

Пристрій синтезу складається з модулятора світла (МС), об'єктива L_3 та пристрою розгортки барабанного типу. Світловий потік від МС, пропорційний величині струму, що протікає через нього, збирається й фокусується об'єктивом на ділянці світлочутливого матеріалу (фотопапір, фотоплівка і т.д.), закріпленого на поверхні барабана, який рухається аналогічно руху барабана пристрою аналізу, узгодженого з ним.

Протоколи, що застосовуються у факсимільному зв'язку, спочатку були повністю відділені від протоколів передачі даних, однак з розвитком техніки уніфікація звела деякі з них воедино, і найбільш сучасне факсимільне устаткування приймає і передає зображення по деяких модемних протоколах третьої й четвертої груп ІТУ (G3 і G4). Вони дозволяють передавати по телефонних каналах оцифровані зображення. (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Характеристики модемних протоколів

Назва стандарту ІТУ	Дата публікації	Швидкості, біт/с	Спосіб модуляції
V.27	1988	4800, 2400	Фазова маніпуляція
V.29	1988	9600, 7200, 4800	Квадратурна модуляція
V.17	1991	14 400, 12 000, 9600, 7200	Трелліс-модуляція
V.34	1994	28 800	Квадратурна модуляція
V.34bis	1998	33 600	Квадратурна модуляція

Канали зв'язку. На сьогодні основними каналами зв'язку для передачі факсів стали стандартні телефонні лінії, що комутуються, з характерною для них смугою пропускання від 0,3 до 3,4 кГц. Однак, ще при організації фототелеграфного зв'язку для передачі газет поліграфічної якості при децентралізованому друці центральних щоденних газет знадобилася більша смуга пропускання. Тому основними каналами передачі факсимільних повідомлень по телеграфних лініях зв'язку були виділені канали – первинний, зі смугою 48 кГц, або вторинний – 240 кГц.

Важливим елементом протоколів є кодування (стиснення даних) оцифрованих факсимільних зображень. Воно не тільки приводить до скорочення обсягу переданої інформації й заощаджує час передачі зображень, але й забезпечує сумісність протоколів цієї групи. Тому способи кодування, як і способи модуляції, входять в область стандартизації ІТУ-Т.

Способи кодування сигналу. Рекомендація цього комітету Т.4 для факсимільної апаратури третьої групи устанавлює так звану одномірну схему кодування, у якій кодуються довжини білих і чорних серій елементів зображень за допомогою коду Хафмана. Рядок розгортки містить 1728 білих або чорних елементів, кожний з яких відображається в оцифрованому зображенні «0» або «1». Таким чином, розгортка рядка відображається у вигляді масиву рядків двійкових цифр, які утворюють випадкову послідовність. Код Хафмана враховує статистичні властивості чорно-білих зображень і являє собою код довжин серій «0» і «1», у якому довжина кодової комбінації пов'язана з імовірністю появи серії, що кодується, в оцифрованому масиві даного зображення. Чим більше ймовірність (частота) появи серії, тим менше довжина кодової комбінації для такої серії [8]. Для кодових комбінацій складається спеціальна таблиця, що дозволяє відновити оригінальний зміст оцифрованого масиву.

Зв'язок між факсами здійснюється таким чином: факс, що повинен передати інформацію «набирає» необхідний номер і факс-адресат «знімає» трубку.

Факс-передавач посилає тоновий сигнал (CNG) із частотою 1100 Гц. Його чуть, коли помилково зняти трубку після дзвінка факсу. Його призначення полягає в тому, щоб повідомити, що дзвонить факс.

"Піднявши" трубку факс-приймач посилає (не пізніше, чим через 3 секунди) сигнал-відповідь із частотою 2100 Гц (ANS), також даючи зрозуміти, що на цій стороні перебуває факс. Цей сигнал не відповідний, а незалежний. Факс і в режимі виклику, і в режимі відповіді посилає в лінію відповідний сигнал. Це значно полегшує проблему розпізнавання типу дзвінка.

Факси повідомляють один одному по спеціальному низькошвидкісному протоколу свої можливості, а також розмір сторінки. У числі повідомлень може бути ідентифікатор викликаючої станції (Called Station Identifier – CSI). Це символний рядок з назвою організації або прізвищем власника факсу використовується як текстовий логотип відправника й автоматично проставляється вгорі факс-повідомлення, що відправляється. Крім цього у факс звичайно заноситься й власний повний телефонний номер (з кодом країни й міста). Факси підбирають загальну робочу швидкість на лінії й переходять у режим передачі.

Починається посторінкова передача факс-повідомлення. Це повідомлення - багатосторінкове растрове зображення. Передача ведеться сторінками, а сторінка передається порядково, причому рядком є не рядок символів, а рядок пікселів.

При передачі факсів групи G3 використовується апаратне (динамічне) стиснення даних, що дозволяє зменшити розмір переданих даних на 80-90% і знизити вартість передачі.

Передбачено кілька алгоритмів стиснення. По-перше, – класичний (одномірний) модифікований метод Хаффмана, названий T.30 МН. У нових факсах застосовують ще алгоритм MR, який можна назвати двовимірним. Суть методу полягає в тому, що рядок пікселів, що формують текстовий рядок, значною мірою повторюють один одного, адже літери складаються в основному з вертикальних паличок. Тому кодується тільки відмінність між

рядками пікселів. Цей метод приблизно в 2 рази збільшує стиснення у порівнянні із традиційним, але тільки у випадку корекції помилок. Оскільки у випадку стиснення помилка в рядку приведе до її розмноження на всі інші рядки, через кожні 3-4 рядки вибирається новий вихідний рядок.

У загальному випадку повний кодовий опис рядка зображення складається із трьох частин: «дані», «заповнення», «кінець рядка» (рис. 4.6).

«Дані» – це послідовність кодових комбінацій «чорних» і «білих» серій одного рядка зображення, розташована в послідовності розгорнення рядка. Код «кінець рядка» супроводжує комбінацію кожного рядка, а також передує першому рядку розгорнення. Послідовність «заповнення» (послідовність «0...0») передається між послідовностями «дані» і «кінець рядка» для того, щоб час передачі рядка був не менш установленого стандартом процедури передачі. Закінчення передачі сторінки документа позначається серією із шести послідовностей «кінець рядка».



Рисунок 4.6 – Кодовий опис рядка

Використання кодування Хафмана дозволяє скоротити обсяг переданої інформації від 3 до 5 раз, що значно підвищує ефективність систем факсимільної передачі.

4.2 Типи факсимільних апаратів

Слід розрізняти факсимільну апаратуру, у якій потрібно відтворювати тільки біле й чорне, і апаратуру, яка може відтворювати градації “сірого”. Для відтворення більшості документів, включаючи підписи й креслення, цілком достатньо чорно-білого друку, причому від забрудненого оригіналу буде отримана чиста копія, якщо забруднене тло сприймається апаратом як рівень білого. Принтер, здатний відтворювати градації сірого (півтони), необхідний, якщо потрібно фотографічне або художнє відтворення.

Факсимільні апарати, що випускаються наразі (рис. 4.7) відрізняються способом відтворення зображення, видом розгортки й роздільною здатністю.

За способом відтворення зображення факсимільні апарати класифікуються:

- фотографічні,
- електрохімічні,
- електромеханічні,
- електрографічні,
- термографічні,
- струменеві,
- лазерні.



Рисунок 4.7 – Сучасні факс-апарати

Фотографічні факсимільні апарати краще інших передають півтони й мають високу роздільну здатність (до 10 точок/мм), але використовують дорогий фотографічний папір. Роздільна здатність електрохімічних і електромеханічних апаратів приблизно однакова – 4-6 точок/мм, але електромеханічні апарати не передають напівтонів (їх часто називають штриховими апаратами).

Переваги електромеханічних апаратів: використання звичайного паперу й простота конструкції. Сучасні апарати найчастіше термографічного типу: вони недорогі й мають досить гарні характеристики: 7-10 точок/мм, 20-40 рівнів сірого. Приблизно цього ж класу електрографічні й струменеві факсимільні апарати, їх важлива особливість – використання звичайного паперу. Кращі характеристики мають лазерні факсимільні апарати: до 15 точок/мм, 64 рівнів сірого. По виду розгорнення факсимільні апарати діляться на площинні й барабанні.

Крім того, факсимільні апарати класифікуються:

1) за кольоровістю:

- чорно-білі;
- кольорові.

2) за характером зображення:

- штрихові;
- півтонові.

Штрихові зображення складаються з чорних і білих ділянок. У півтонових зображеннях присутні проміжні градації – світлі, сірі, темні і т.д.

1) за призначенням:

- факсимільні апарати з часом передачі сторінки формату А4 по телефонній мережі в межах 6 хвилин;
- факсимільні апарати, що забезпечують передачу в зазначених умовах у межах 3 хвилин;
- факсимільні апарати, що використовують засоби цифрової обробки сигналів, що забезпечують час передачі менш 1 хвилини;

- факсимільні апарати, призначені для використання на мережах передачі даних, а також на телефонній мережі.

Апарати, що використовують друк на термопапері, найдешевші як при придбанні, так і в процесі експлуатації (дуже дешеві видаткові матеріали). Особливо зручні факсимільні апарати такого класу з інтегрованою бездротовою трубкою. Основні недоліки – низька якість друку, неможливість довгого зберігання надрукованого документа й незручність його використання (рулон паперу).

Устаткування для підключення до ліній телефонної мережі загального користування відповідає рекомендаціям ІТУ-Т для факсимільних апаратів груп G1-G3.

Таблиця 4.2 Характеристики факсимільних апаратів G1-G4

Група ІТУ-Т	Горизонтальна роздільна здатність, піксел/мм	Вертикальне розрешення, піксел/мм	Модуляція (в модеме)	Сигнали встановлення з'єднання	Стиснення зображення	Час передачі аркуша формату А4, мин
G1	4	3,85	FSK (2100 Гц - передача чорного, 1300 Гц - передача білого)	Тональний	Відсутнє	6
G2	4	3,85	AM (SSB)	Тональний Опція FSK	Відсутнє	3
G3	8	3,85 7,7	MPSK, V.27 ter, 2.4/ 4.8 кбіт/с; V.29, 7.2/9.6 кбіт/с; V.17, 12/14.4 кбіт/с; V.34, 28,8 кбіт/с	FSK (V.21), швидкість передачі 300 біт/с, 1650 Гц та 1850 Гц	По горизонталі, нерівномірне кодування	<1
G4	7,87 9,45 11,8 15,7	7,87 9,45 11,8 15,7	ISDN, 64 кбіт/с	По 7 повідомлень в кожному напрямку перед передачею даних	Двумерное, MMR	<0,25

Група G4 призначена для високошвидкісної (64 Кбіт/с) передачі, щоправда, придатна для використання тільки на окремих каналах, у мережах ISDN і LAN, здатних приймати цифрові сигнали зі швидкістю передачі

64 Кбіт/с. Для таких мереж апаратура групи G4 забезпечує дуже високу швидкість передачі документів: передача копії формату А4 займає лише 2-4 с.

Як вже відзначалось, апаратура групи G1-G2 уже застаріла. Апаратура групи 3 працює швидше (частково завдяки тому, що в ній передбачаються пропуски білих зон), забезпечує більш якісне відтворення і є цифровою. Тому при необхідності вона приєднується до іншого цифрового устаткування й до ТМЗК через модем. Метод багаторівневої фазової маніпуляції MPSK (Multilevel Phase-Shift Keying), застосований у такому модемі, подібний методу 4-рівневої фазової маніпуляції QPSK (Quaternary Phase-Shift Keying), але в ньому використовується більше число фазових зсувів.

Факсимільні апарати групи G3 мають більші швидкісні можливості за рахунок застосування більш високошвидкісних модемів. Спочатку в них використовувалися модеми стандарту V.27ter, які передавали сигнали зі швидкістю 2,4 або 4,8 Кбіт/с. Апарати групи 3, що випускалися на початку 90-х рр., використовували модеми стандарту V.29, які могли передавати сигнали зі швидкістю 7,2 або 9,6 Кбіт/с. У середині 90-х рр., щоб підвищити швидкість передачі до 12 або 14,4 Кбіт/с, використовувалися модеми стандарту V.17. Нарешті, наприкінці 90-х рр. були введені модеми V.34, швидкість передачі яких досягала 28,8 Кбіт/с

Факсимільні апарати групи G4 сполучаються з терміналами ISDN, але можуть також працювати з факсимільними апаратами групи G3.

Кількісні показники. Для порівняння традиційних систем факсимільного зв'язку використовуються наступні параметри:

- *Розмір переданого зображення.* Існує два основні стандарти:
- 220×290 мм – розмір, близький формату А4, використовується у діловодстві;
- 422×600 мм – розмір для передачі газетних смуг.
- *Швидкість*, вимірювана числом рядків, переданих у хвилину. Для телефонних і радіотелефонних ліній зв'язку встановлені стандартні

швидкості 60, 120 і 250 рядків у хв. Передача газетних смуг ведеться зі швидкостями 178, 1500 або 2250 рядків у хв.

- *Час передачі зображення* залежить від швидкості передачі й становить: для формату 220×290 мм – від 6 до 25 хв; для газетної смуги – від 2,8 до 50 хв.
- *Чіткість*, або розділювальна здатність (в інструкціях до устаткування іноді вживається термін лінеатура) – визначає якість відтворення дрібних деталей зображення. Виміряється як максимальна кількість ліній, що розташовані на 1 мм (у Європі – на 1 дюйм) довжини рядка, які роздільно, не зливаючись, відтворюються приймачем. Значення чіткості у звичайних факсимільних апаратах – 5 ліній на мм, а в апаратурі для передачі газетних смуг – від 13 до 16 ліній на мм. В англійській літературі одиниця виміру – *lpi* (англ. *lines per inch*).
- *Число градацій* – для півтонових апаратів: скільки градацій оптичної щільності роздільно відтворюється на прийнятій копії.

Методи друку. Принтер факсимільного апарата працює як сканер і звичайно містить ті ж механічні елементи. Існує багато альтернативних методів друку, вибір яких залежить від типу сканування.

Струменевий друк. Використовується керований струмінь розпиленої фарби. Потрібно механічне горизонтальне сканування. Відтворення градацій сірого регулюється із труднощами.

Термодрук. Вощена поверхня паперу пропалюється, і формується відбиток. Для цього використовуються нагрівальні елементи з низьким опором, кожний з яких “друкує” один елемент зображення. Вони утворюють матрицю уздовж горизонтального рядка й підключаються до джерела живлення групами, щоб кожний елемент міг розігрітися й почати друкувати. У такій системі усувається механічне горизонтальне сканування. Цей метод друку широко розповсюджений для факсимільних апаратів групи G3. На жаль, у цьому випадку для друку потрібен спеціальний папір.

Лазерний друк. Лазерний промінь сканує покриту селеном поверхню барабана, який електростатично заряджається в точках, освітлюваних лазерним променем. Заряджена поверхня притягає вугільний порошок, який наноситься на папір, коли барабан обертається. Потім папір нагрівається так, що клейка речовина (адгезив), прикріплена до часток вугільного порошку, плавиться й фіксує їх на поверхні паперу, створюючи, таким чином, чітке зображення. Лазерний друк найчастіше застосовується у факсимільних апаратах, випущених у другій половині 90-х рр. Це пов'язане з тим, що можна використовувати звичайний папір, до того ж різко подешевшали лазерні принтери, оскільки вони використовуються в багатьох комп'ютерних системах.

Режими роботи і функції. Для вибору режимів управління факсимільним апаратом і введення команд служить спеціальна клавіатура, схожа на клавіатуру телефонного апарата із кнопковим управлінням. Користуючись нею, можна ввести в пам'ять апарата телефонні номери кореспондентів, витягати з пам'яті номери для з'єднання по телефону, набирати телефонний номер, перемкнути апарат на режим звичайної телефонної розмови.

Основні функції факсимільного апарата: висока швидкість передачі факсимільних повідомлень; підтримка кирилиці; великі можливості з підстроювання параметрів зв'язку - в апарат закладені численні функції настроювання параметрів, доступні фахівцям авторизованих сервісних центрів. Зокрема, можлива зміна наступних параметрів:

- рівня сигналу прийому;
- чутливості на прийомі;
- стартової швидкості при передачі/прийомі;
- кількості дзвінків до початку приймання факсу й т.п.

Факс-апарати мають і велику кількість розширених функцій, які розглянуто нижче.

Телефонна книга на велику кількість абонентів. Загальна кількість гнізд номеронабирача в апараті гарантовано перекриває найбільші потреби в контактах користувача, а обмеження максимальної довжини номера в 36 цифр

дозволяє без додаткового налаштування користуватися послугами провайдерів IP-телефонії.

Множинне розсилання. Сучасні апарати можуть виконувати множинне розсилання повідомлень.

Ретрансляція факсів. Реалізація цієї функції в апараті забезпечує пересилання всіх вхідних факсів (faxforwarding) на “черговий” номер, запрограмований у телефонній книзі, що буває необхідним, наприклад, у нічний час або у вихідні дні.

Зв'язок з керуванням по таймеру. Для використання більш вигідних міжміських/міжнародних тарифів користувач може відкласти передачу, наприклад, на нічний час. Крім передачі, можна відстрочити й запит.

Облік успішно переданих оригіналів. У випадку, якщо апарат успішно передав паперовий факс, на факсі може бути проставлений штамп успішного відправлення.

Апарат може запитувати документи, що перебувають у пам'яті або на пристрої автоподачі іншого апарата абонента, або ухвалювати запит на передачу документа. Запит документів може проводитися з декількох абонентських апаратів.

Запобігання несанкціонованого доступу. Є ряд параметрів, що обмежують доступ сторонніх осіб як до отриманої інформації (забезпечується паролем на роздруківку документа), так і в цілому до апарата (забезпечується паролем доступу до апарата в цілому).

Друк із сортуванням. У звичайному режимі прийому сторінки багатосторінкового документа роздруковуються в порядку їх прибуття. І користувач вимушений сортувати сторінки сам. При включеному режимі сортування спочатку відбувається прийом до пам'яті всього документа, а вже потім його роздрук із необхідними параметрами сортування.

Режим «монітор». Вбудований в апарат динамік дозволяє чути тональний сигнал готовності до набору, сигнали при наборі номера й сигнал

“зайнято”, що дозволяє контролювати процес відправлення документів, не відриваючись від інших завдань і не користуючись трубкою.

Апарати мають ряд інтелектуальних функцій з аналізу типу вхідного дзвінка, що дозволяє починати приймання факсів автоматично й взаємодіяти із зовнішнім автовідповідачем. Крім того, апарат може працювати й у ручному режимі приймання факсів (т.зв. режим «телефон»), коли для приймання факсу потрібно натиснути клавішу «Start» на апаратурі або, у випадку підключення зовнішнього телефону з тональним набором, можливий т.зв. дистанційне приймання шляхом подвійного натискання на кнопку «*» на цьому телефоні.

При одержанні факсу нестандартного розміру апарат може автоматично роздруковувати отриманий документ так, щоб він умістився на стандартному аркуші. При прийманні документів на аркушах, що мають занадто велику довжину, можлива також роздруківка на декількох аркушах з перекриттям.

Протоколювання зв'язку в журналах. Апарат зберігає численні журнали протоколювання зв'язку, у яких відбиті деталі сеансів зв'язку аж до докладної діагностичної інформації. Журнал, що зберігає результат про останні сеанси зв'язку (журнал транзакцій), можна, не роздруковуючи, переглянути на екрані дисплея апарата, а в журналі зв'язку у випадку проблем з передачею для полегшення ідентифікації документа приводиться копія його першої сторінки.

Факс-сервер являє собою комп'ютер, обладнаний декількома спеціальними факсимільними платами (або однією багатоканальною картою) і інтегрований з локальною обчислювальною мережею (ЛОМ). Факс-сервер дозволяє кожному користувачеві ЛОМ передавати й приймати факсимільні повідомлення за допомогою свого робітника ПК. На кожному ПК локальній мережі встановлюється спеціальна програма. Вона дає можливість користувачеві відправляти документи зі свого комп'ютера. Досить вказати документ, що підлягає відправленню, і телефонний номер адресата. Усе інше факс-сервер зробить сам, сповістивши користувача про успішну передачу документа адресатові. Причому всі нетермінові повідомлення можуть бути збережені на диску факс-сервера й відправлені в нічний час по більш низьких тарифах. Деякі

факсимільні сервери також дозволяють розсилати документи великій кількості адресатів.

При прийомі факс-сервер приймає кожне факсимільне повідомлення й зберігає його в загальній директорії або в персональній директорії користувача, сповіщаючи про це в першому випадку секретаря, а в другому - конкретного користувача. Права доступу до обох директорій для кожного користувача можуть бути обмежені. Цим забезпечується збереження конфіденційності прийнятої інформації.

Факсимільні сервіс-системи. Підключення факсимільного апарата до наявних систем факс-сервісу дозволяє суттєво розширити обсяг сервісних послуг. Так, система розширеного факс-сервісу, що охоплює всі найбільші підприємства України, країн СНД і далекого зарубіжжя, усім своїм абонентам забезпечує:

- доступ до системи з кожного факс-апарата або ПК для відправлення документів з підтвердженням про доставку;
- доставку документів негайно або із затримкою - дата й час доставки задаються відправником у діалоговому режимі;
- автоматичне циркулярне розсилання документів по заздалегідь складених списках;
- конфіденційність переданої інформації (по ідентифікатору або паролі абонента);
- видачу квитанції із вказівкою результату виконання команди абонента (документ доставлений або не доставлений) із вказівкою дати й часу, а також причини, по якій документ не був доставлений;
- голосові підказки для починаючих користувачів, що подаються по спікерфону.

За кордоном факсимільні системи більш розвинені. У більшості готелів, аеропортах, фойє багатьох установ та інших громадських місцях встановлені кабінки з факсимільними апаратами. Вони працюють по тому ж принципу, що й

таксофони. Часто факсимільні кабінки мають дві телефонні лінії, що дозволяє одночасно передавати факс і вести телефонні переговори.

Широко використовуються радіофакси, існують багатоканальні системи рухливого радіофаксимільного зв'язку, що включають стаціонарну базову станцію й рухливі радіофакси, що встановлюються в автомобілях.

Існують і інтелектуальні стільникові радіотелефони-факси, що мають свої комп'ютери-електронні секретарі (PDA).

Випускаються телефонні факсимільні приставки, які використовуються для передачі рукописних повідомлень і виконуваних від руки схем, підписів - по суті, телеавтографні приставки. Така приставка - це комп'ютер, електронний блокнот, що підключається до телефону. При передачі факсу абонент спеціальним пером пише на блокноті. Текст або схема автоматично кодуються й посилаються абонентові. Важливо, що в такий спосіб передається і підпис відповідальної особи.

4.3 Багатофункціональні пристрої (БФП)

Багатофункціональні пристрої (БФП) можна використовувати не тільки як факсимільний апарат, але і як копій, сканер, принтер (у тому числі мережний), а також телефон з АВН і автовідповідачем [2] (рис.4.8). Наявність такого широкого набору функцій дозволяє за допомогою одного пристрою забезпечити багато потреб роботи офісу. Основні переваги – зниження витрат (один пристрій завжди дешевше декількох), економія площі на робочому місці, висока функціональність. Додаткова перевага – невисока вартість експлуатації (вартість видаткових матеріалів відносно не висока, а ресурс досить великий).

Усіма цими функціями управляє мікроконтролер апарата. Крім того, він здійснює й додатковий сервіс, корисний при оцінці загального часу роботи апарата, суми оплати телефонних рахунків. У пам'яті апарата ведеться, а по команді з клавіатури роздруковується на папері, журнал роботи апарата. У ньому реєструються, як правило, час усіх сеансів приймання й передачі

зображень, номерів телефонів кореспондентів, протокол сеансу, сумарна тривалість сеансу передачі.



Рисунок 4.8 – Багатофункціональні факс-пристрої

На сьогодні у світі експлуатуються мільйони факсимільних апаратів, що поступово замінюють в установах телекс і телетайп. Це пояснюється важливою перевагою факсимільного зв'язку в порівнянні із засобами букво-друку. Для цього не потрібно спеціальної мережі для зв'язку з кореспондентами, використовується звичайна телефонна лінія, причому разом зі звичайним телефоном. Факсимільний апарат (як і звичайний телефон) постійно підключений до мережі й готовий для прийому або передачі документів.

4.4 Завдання для самоконтролю

1. За якими ознаками класифікуються факсимільні апарати?
2. Структурна схема факсимільного зв'язку.
3. Назвіть чотири групи факсимільної апаратури, в чому їх особливості?
4. У чому полягає операція аналізу й синтезу зображення?
5. Поясніть сутність факсимільної передачі повідомлень.
6. Чим визначається якість відтворення копії зображення?
7. У чому полягає основний недолік факсимільного способу передачі й у чому його переваги?
8. Як усувається надмірність факсимільних повідомлень?
9. Від яких параметрів факсимільного апарата залежить ширина спектра факсимільного сигналу?
10. Як візуально на копії зображення буде проявлятися розфазування приймального й передавального апаратів?
11. З яких елементів складається БФП?

5 ОСНОВИ МОДЕМНОГО ЗВ'ЯЗКУ

Модем перетворює комп'ютерні дані в аналоговий або цифровий сигнал (модуляція), який може передаватися по телефонній лінії й досягати іншого модему. Віддалений модем переводить отриманий сигнал знову в дані (демодуляція) і посилає ці дані на свій комп'ютер.

Суворої класифікації модемів не існує та, імовірно, не може існувати через велику різноманітність як самих модемів, так і сфер застосування і режимів їх роботи. Тим не менш, можна виділити ряд ознак, за якими і проводиться умовна класифікація [21].

За областю застосування розрізняють модеми:

- для комутованих телефонних каналів;
- для виділених (орендованих) телефонних каналів;
- для фізичних з'єднувальних ліній:
 - модеми низького рівня (лінійні драйвери) або модеми на короткі відстані (short range modems);
 - модеми основної смуги (baseband modems);
- для цифрових систем передачі (CSU/DSU);
- для стільникових мереж зв'язку;
- для радіомереж з пакетною комутацією;
- для локальних радіомереж.

Переважна більшість модемів, що випускаються, призначена для використання на комутованих телефонних каналах. Такі модеми мають працювати з автоматичними телефонними станціями (АТС), розрізняти їх сигнали і передавати свої сигнали набору номера.

Основна відмінність модемів для фізичних ліній від інших типів модемів полягає в тому, що смуга пропускання фізичних ліній не обмежена значенням 3,1 кГц, характерним для телефонних каналів. Однак смуга пропускання фізичної лінії також є обмеженою і залежить в основному від типу фізичного

середовища (екранована і неекранована кручена пара, коаксіальний кабель та ін.) і її довжини.

Як було зазначено, модеми для передачі сигналів по фізичних лініях можуть бути розділені на модеми низького рівня (лінійні драйвери), що використовують цифрові сигнали, і модеми з «основної смуги» (baseband), в яких застосовуються методи модуляції, аналогічні тим, що працюють в модемах для телефонних каналів.

У модемах першої групи зазвичай використовуються цифрові методи бі-імпульсної передачі, що дозволяють формувати імпульсні сигнали без постійної складової і часто займають вузьку смугу частот, ніж початкова цифрова послідовність.

У модемах другої групи часто використовуються різні види квадратурної амплітудної модуляції, що дозволяють радикально скоротити необхідну для передачі смугу частот. В результаті на однакових фізичних лініях такими модемами може досягатися швидкість передачі до 100 Кбіт/с, в той час як модеми низького рівня забезпечують тільки 19.2 Кбіт/с [17, 21].

Модеми для цифрових систем передачі подібні модемам низького рівня. Однак на відміну від останніх, вони забезпечують підключення до стандартних цифрових каналів, таких як E1/T1 або ISDN, і підтримують функції відповідних каналних інтерфейсів.

Модеми для стільникових систем зв'язку відрізняються компактністю виконання і підтримкою спеціальних протоколів модуляції та виправлення помилок, що дозволяють ефективно передавати дані в умовах стільникових каналів з високим рівнем шуму і постійно змінними параметрами. Серед таких протоколів виділяються ZyCELL, ETC та MNP10.

Пакетні радіомодеми призначені для передачі даних по радіоканалу між мобільними користувачами. При цьому декілька радіомодемів використовують один і той же радіоканал в режимі множинного доступу, наприклад, множинного доступу з контролем несучої, відповідно до ITU-T AX.25 [33]. Радіоканал за своїми характеристиками близький до телефонного і

організовується з використанням типових радіостанцій, налаштованих на одну і ту ж частоту в УКХ або КХ діапазоні. Пакетний радіомодем реалізує методи модуляції і множинного доступу.

Локальні радіомережі є перспективною мережевою технологією, що доповнює звичайні локальні мережі. Ключовим їх елементом є спеціалізовані радіомодеми (адаптери локальних радіомереж). На відміну від вищезгаданих пакетних радіомодемів такі модеми забезпечують передачу даних на невеликі відстані (до 300 м) з високою швидкістю (2-10 Мбіт/с), порівняною зі швидкістю передачі в дротяних локальних мережах [18, 26]. Крім того, радіомодеми локальних радіомереж працюють в певному діапазоні частот із застосуванням сигналів складної форми, таких як сигнали з псевдовипадковою перебудовою робочої частоти.

За методом передачі модеми можуть бути:

- асинхронні;
- синхронні.

Під синхронним або асинхронним методом передачі зазвичай розуміють передачу по каналу зв'язку між модемами. Однак передача по інтерфейсу DTE-DCE також може бути синхронною та асинхронною. Модем може працювати з комп'ютером в асинхронному режимі і одночасно з віддаленим модемом – в синхронному режимі або навпаки. У такому разі іноді говорять, що модем синхронно-асинхронний або він працює в синхронно-асинхронному режимі.

Асинхронний режим передачі використовується головним чином тоді, коли дані, що передаються, генеруються користувачем у випадкові моменти часу. При такій передачі пристрій-отримувач повинен відновлювати синхронізацію на початку кожного отриманого символу. Для цього кожен символ, що передається, обрамляється додатковим стартовим і одним або більше стоповими бітами. Такий асинхронний режим часто застосовується при передачі даних по інтерфейсу DTE-DCE. При передачі даних по каналу зв'язку можливості застосування асинхронного режиму передачі багато в чому обмежені його низькою ефективністю і необхідністю використання при цьому

простих методів модуляції, таких як амплітудна і частотна. Більш досконалі методи модуляції, такі як ОФМ, КАМ та ін, вимагають підтримки постійної синхронізації опорних тактових генераторів відправника і одержувача [6, 13].

При синхронному методі передачі здійснюють об'єднання великого числа символів або байт в окремі блоки або кадри [7, 8]. Весь кадр передається як одна послідовність бітів без будь-яких затримок між восьмибітними елементами. Щоб приймаючий пристрій міг забезпечити різні рівні синхронізації, мають виконуватися такі вимоги:

- послідовність бітів, що передається, не повинна містити довгих послідовностей нулів або одиниць для того, що б приймаючий пристрій міг стійко виділяти тактову частоту синхронізації.
- кожен кадр повинен мати зарезервовані послідовності бітів або символів, що відзначають його початок і кінець.

Існує два альтернативних методи організації синхронного зв'язку: символно- або байт-орієнтований, і біт-орієнтований. Різниця між ними полягає в тому, як визначаються початок і кінець кадру. При біт-орієнтованому методі одержувач може визначити закінчення кадру з точністю до окремого біта, а при байт (символ) - орієнтованому – до окремого байта (символу).

Крім високошвидкісної передачі даних власне по фізичних каналах синхронний режим часто застосовується і для передачі по інтерфейсу DTE-DCE. У цьому випадку для синхронізації використовуються додаткові інтерфейсні ланцюги, по яких передається сигнал тактової частоти від відправника до одержувача.

За інтелектуальними можливостями можна виділити модеми:

- без системи керування;
- ті, що підтримують набір АТ-команд;
- з підтримкою команд V. 25bis;
- з фірмовою системою команд;
- ті, що підтримують протоколи мережевого керування.

Більшість сучасних модемів наділено широким спектром інтелектуальних можливостей. Стандартом де-факто стало безліч AT-команд, розроблених свого часу фірмою Hayes, що дозволяють користувачеві або прикладному процесу повністю управляти характеристиками модему і параметрами зв'язку [21]. З цієї причини модеми, що підтримують AT-команди носять назву Hayes-сумісні модеми. Слід зауважити, що AT-команди підтримують не тільки модеми для КТСОП, але і пакетні радіомодеми, зовнішні адаптери ISDN і ряд інших модемів з більш вузькими сферами застосування.

Найбільш поширеним набором команд, що дозволяє управляти режимами встановлення з'єднання і автовиклику є команди рекомендації ІТУ-Т V. 25bis.

Спеціалізовані модеми для промислового застосування часто мають фірмову систему команд, відмінну від набору AT-команд. Причиною тому є велика різниця в режимах роботи і виконуваних функціях між модемами широкого застосування і промисловими (мережевими) модемами.

Промислові модеми часто підтримують протокол мережевого управління SMNP (Simple Manager Network Protocol), що дозволяє адміністратору керувати елементами мережі (включаючи модеми) з віддаленого терміналу.

За конструкцією розрізняють модеми:

- зовнішні;
- внутрішні;
- портативні;
- групові.

Зовнішні модеми являють собою автономні пристрої, що підключаються до комп'ютера або іншого DTE за допомогою одного зі стандартних інтерфейсів DTE-DCE. Внутрішній модем – це плата розширення, що вставляється у відповідний слот комп'ютера. Кожен з варіантів конструктивного виконання має свої переваги і недоліки, які будуть описані далі.

Портативні модеми призначені для використання мобільними користувачами спільно з комп'ютерами класу Notebook. Вони відрізняються малими габаритами і високою ціною. Їх функціональні можливості, як правило, не поступаються можливостям повнофункціональних модемів. Часто портативні модеми оснащені інтерфейсом РСМСІА.

Груповими модемами називають сукупність окремих модемів, які об'єднані в загальний блок і мають спільні блок живлення, пристрої керування й відображення. Окремий модем групового модему являє собою плату з рознімом, що встановлюється в блок, і розрахований на один або невелике число каналів.

5.1 Аналогові модеми

5.1.1 Структурна схема модему

Модем (рис. 5.1) складається з наступних блоків:

- пристрій з'єднання з каналом зв'язку (в нього входять узгоджувальний лінійний трансформатор з елементами захисту, схема набору номеру, ланцюг визначення сигналу посилки виклику і інших акустичних сигналів (наприклад, сигналу «зайнято»), АЦП, ЦАП, фільтри передачі і прийому);
- цифровий сигнальний процесор (Digital Signal Processor — DSP);
- контролер протоколів та керування (з елементами пам'яті);
- інтерфейсний вузол сполучення з комп'ютером RS232.

Пристрої з'єднання з каналом зв'язку відповідають за перетворення сигналу з цифрової форми в аналогову, перехід від 4-проводної системи передачі до дротової і зворотне перетворення. Воно забезпечує модуляцію і передачу по каналу з виявленням і обробкою помилок. Ці питання будуть розглянуті в подальшому при описі апаратури ущільнення і способів модуляції.

Цифровий сигнальний процесор являє собою пристрій, що обробляє вхідні сигнали в реальному масштабі часу. В модемі він забезпечує роботу алгоритмів кодування і декодування інформації, алгоритмів авторизації та інші логічні дії.

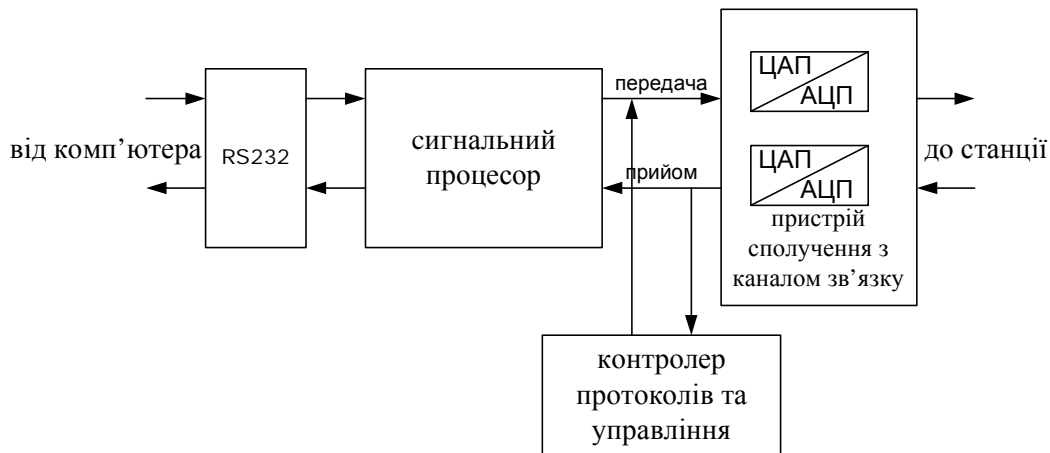


Рисунок 5.1 – Структурна схема модему

5.1.2 Протоколи роботи модемів

Обмін інформацією між блоками модему відбувається за допомогою протоколів. Протокол – це набір формалізованих правил, процедур і специфікацій, що визначають формат і спосіб передачі даних.

Протоколи, призначені для роботи модемів по телефонних каналах, представлені в рекомендаціях ІТУ-Т [25] і позначаються V.xx.

Всі модеми V можна умовно розділити на три групи:

- асинхронні (працюють за протоколами V.21, V.23);
- асинхронно-синхронні (працюють за протоколами V.22, V.22 bis, V.26, V.32 bis, V.34, V.90, V.92);
- синхронні.

Повний опис цих протоколів міститься в матеріалах ІТУ-Т. Основні протоколи модемів перераховані в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Протоколи роботи модемів

Назва	Тип модуляції	Об'єкт дії протоколу
V.21	FSK	Дуплексний модем на 300 біт/с для телефонних мереж загального призначення, використовується факс апаратами та факс-модемами
V.22	DPSK	Дуплексний модем для роботи при швидкостях 600/1200 біт/с
V.22bis	QAM	Дуплексний модем для роботи при швидкостях 1200/2400 біт/с
V.23	FSK	Асинхронний модем на частоту 600/1200 біт/с (мережі videotex), несумісний з V.21, V.22 і V.22bis
V.26	FSK	Модем для роботи на виділену лінію чотирьохпроводної лінії на швидкостях 2400/1200 біт/с
V.27	FSK	Модем для роботи на виділену лінію чотирьохпроводної лінії на швидкості 4800 бод/с
V.27ter	DPSK	Модем з набором телефонного номера на швидкості 2400/4800 біт/с (fax)
V.32	QAM	Сімейство двохпровідних модемів, що працюють на частотах до 9600 біт/с
V.32bis	TCM	Модем, що працює на виділену лінію для швидкостей 7200, 12,0 і 14,4 Кбіт/с
V.34	QAM	Модем на частоту 28,8 Кбіт/с, використаний новий протокол встановлення зв'язку
V.34bis	QAM	Модем на швидкості 32 Кбіт/с
V.90	PCM	Модеми з асиметричною передачею. Протокол підтримує швидкість 56 Кбіт/с у напрямку від центральної станції до користувача і 33,6 Кбіт/с від користувача до центральної станції
V.92	PCM	Модеми з асиметричною передачею. Протокол підтримує швидкість 56 Кбіт/с у напрямку від центральної станції до користувача і 48 Кбіт/с від користувача до центральної станції, використовує стандарт стиснення V.44

Найбільш поширений в даний час протокол V.32 призначений для передачі даних по двохпровідній лінії в дуплексному режимі на швидкості 9600 Кбіт/с по звичайних комутованих телефонних лініях. У більшості випадків він оснащується засобами, що виконують протокол стиснення даних V.42bis (на кінцях прийому та передачі). Тоді швидкість передачі і прийому зростає до

38400 біт/с. Крім того, протокол передбачає зворотний канал для службових функцій, що забезпечує швидкість 4800 Кбіт/с.

Модифікація V.32 bis забезпечує найвищу швидкість 14,4 Кбіт/с і, так само як і в попередньому випадку, забезпечує взаємодію з протоколом стиснення V.42bis.

Цей протокол, як і інші існуючі протоколи стиснення даних (наприклад, MNP-5), на передавальному кінці прибирає надмірність тексту, яка полягає, зокрема, в послідовній передачі однакових символів, і замінює її коротшою службовою інформацією. На приймальному кінці ця видалена інформація відновлюється. Одна з позитивних властивостей протоколу V.42 полягає в тому, що операція стиснення здійснюється над інформацією в процесі її передачі без великої затримки в пам'яті пристроїв. Ступінь стиснення залежить від переданої інформації. В даний час в середньому протоколи забезпечують стиснення від 2 до 4 разів. При використанні цього протоколу реальна швидкість може зрости:

- V.32 9600 + стиснення даних = 38400 біт/с
- V.32bis 14400 + стиснення даних = 57600 біт/с
- V.34 28800 + стиснення даних = 115600 біт/с

Протокол V.90 застосовується з 1998 року для модемів, що використовують для обміну канали з імпульсно-цифровою модуляцією. Вони забезпечують швидкість 56 Кбіт/с. Цей протокол забезпечує асиметричний обмін даними: а саме 56 Кбіт/с у напрямку від центральної станції до користувача і 33,6 Кбіт/с в напрямку «користувач – центральна станція». Для роботи використовується звичайна телефонна лінія, виконана з міді.

Протокол V.92 застосовується з 2000 року, в ньому є наступні покращення порівняно з V.92:

1. Підвищено швидкість в напрямі від користувача до центрального пристрою до 48 Кбіт/с.
2. Протокол V.92 взаємодіє з протоколом стиснення V.44, розробленого для цифрових каналів. Це забезпечує ефект стиснення 6:1, тобто більший, ніж у

протоколі V.42bis. У результаті реальна швидкість передачі може бути піднята до 300 Кбіт/с.

3. Стандарт включає в себе алгоритми, відомі як «Швидке з'єднання» (Quick Connect), які зменшують час входження в зв'язок двох модемів.

Модеми, що працюють за протоколом V.92, розпізнають і відповідають на сигнал «посилка виклику» і переводять сеанс передачі даних в режим «утримання» («on hold») до моменту закінчення розмови. Ця властивість імітує другу лінію, після відбою мовного з'єднання сеанс відновлюється без набору номера. Цю ж послугу може забезпечити і модем з протоколом V.90 при завантаженні додаткового програмного забезпечення.

5.1.3 Швидке з'єднання (Quick Connect)

Установку комутованого сеансу «точка – точка» можна розбити на чотири етапи. По-перше, модем повинен набрати номер і встановити фізичне з'єднання з модемом провайдера. По-друге, модеми повинні визначити і компенсувати спотворення каналу зв'язку і з'єднатися на оптимальній швидкості. По-третє, модеми повинні встановити з'єднання з корекцією помилок по протоколу V.42 з іншим модемом. По-четверте, система повинна виконати авторизацію користувача і з'єднатися з сервером.

«Швидке з'єднання» (Quick Connect) скорочує час встановлення з'єднання завдяки запам'ятовуванню модемом характеристик телефонної лінії. Все це дозволяє скоротити звичайний час установки з'єднання (близько 30 с) до 10 с. Для початку при першому дзвінку модем ніби вивчає лінію і перевіряє її на відповідність параметрам, занесеним в його пам'ять. Якщо відповідність не знайдено, то запускається процедура початкового «тренування», під час якої лінія тестується модемом. І далі, саме завдяки цьому «тренуванню», наступні дзвінки будуть здійснюватися швидше і підвищиться якість з'єднання. У V.92 процедура початкового тренування забезпечує запам'ятовування швидкості і моменту синхронізації модемів. Це дозволяє почати синхронізацію з моменту

найбільшої ймовірності входження в синхронізм модемів. Фіксація номерів вихідного з'єднання при попередньому дзвінку дозволяє спростити процес авторизації.

У міру поширення Quick Connect, в основному в серверних модемах, може знайти застосування і інша модель його використання. З Quick Connect IP-з'єднання між клієнтом і провайдером можна буде підтримувати без постійно зайнятої фізичної лінії. Коли клієнт ініціює IP-запит або звертається за даними, фізичне з'єднання з використанням Quick Connect відновлюється без необхідності повторної авторизації. При цьому серверні порти доступу будуть менш завантажені, а клієнти тим не менше зможуть користуватися перевагами роботи в онлайн-режимі. Передбачається, що ця модель різко підвищить коефіцієнт використання устаткування і помітно скоротить вартість підключення по комутованій лінії.

5.1.4 Утримання з'єднання (Modem-on-Hold)

Як правило, телефонні і модемні дзвінки в домашніх умовах здійснюються по одній лінії. Відповідно, під час звичайного сеансу зв'язку з Internet абонент не може користуватися телефоном. Функція Modem-on-Hold дозволяє приймати вхідні дзвінки (Call Waiting Survival), а також самому дзвонити кудись, залишаючись при цьому в Internet. Зв'язок з провайдером не обривається навіть тоді, коли абонент не бажає відповідати на вхідний дзвінок, що надходить.

Якщо необхідно терміново зателефонувати, коли лінія зайнята модемом, абонент просто запускає спеціальну програму, яка ставить модем в режим очікування, припиняючи сеанс обміну даними між модемом і сервером. За час, коли модем знаходиться в режимі очікування, абонент можете переговорити по телефону, а потім модем, після відбою розмовного з'єднання, знову активізує сеанс зв'язку з Internet.

Можливі кілька сценаріїв використання функції Modem-on-Hold.

- Виклик, що очікує, прийнято: модем переведений в режим очікування.
- Виклик, що очікує, не прийнято: сеанс зв'язку продовжується.
- Виклик, що очікує, прийнято: сеанс зв'язку розірвано.
- Запит на очікування відкинутий віддаленим модемом: сеанс зв'язку продовжено.
- Запит на очікування відкинутий віддаленим модемом: сеанс зв'язку розірвано.

Постановка в режим очікування виклику, якщо вона використовується спільно з прискореною установкою з'єднання, може зробити застосування модему більш гнучким і зручним. Крім того, можливість роботи без розриву з'єднання означає підвищення якості послуг, що надаються, і зростання продуктивності праці користувачів.

5.1.5 Робота модему з використанням послідовного інтерфейсу RS-232

RS-232 – найбільш популярний з послідовних інтерфейсів. Цей стандарт з'єднання устаткування був розроблений в 1969 р. низкою великих промислових корпорацій і опублікований Асоціацією електронної промисловості США (Electronic Industries Association - EIA) як варіант з рекомендованого стандарту (Recommended Standard - RS) номер 232 [9, 33]. RS-232 розроблений як стандарт для з'єднання комп'ютерів і різних послідовних периферійних пристроїв. Принцип роботи RS-232 буде розглянуто в 7 розділі. Міжнародний союз електрозв'язку ІТУ-Т використовує аналогічні рекомендації під назвою V.24 і V.28 [18].

Модифікація «D» RS-232 була прийнята в 1987 р. У ній визначені деякі додаткові лінії тестування, а також в якості найбільш пріоритетного з'єднання для розглянутого інтерфейсу рекомендований роз'єм типу DB-25.

Самою останньою модифікацією є модифікація E, прийнята в липні 1991р. як стандарт EIA/TIA-232E. У даному варіанті немає ніяких технічних змін, які

могли б привести до проблем при сумісності з попередніми варіантами цього стандарту.

5.1.6 Передача тактових сигналів для синхронізації потоку даних

Інтерфейс RS-232 є послідовним асинхронним інтерфейсом. Послідовна передача означає, що дані передаються по єдиній лінії. Для синхронізації бітам даних передуює спеціальний стартовий біт, після бітів даних передається біт паритету і один або два стопових бита. Така група бітів спільно зі стартовим і стоповим бітом, а також бітом паритету, носить назву старт-стопового символу.

Кожен старт-стоповий символ, як правило, містить один інформаційний символ, наприклад символ ASCII (American Standard Code for Information Interchange). Для передачі символів по інтерфейсу RS-232 найбільшого поширення набув формат, що включає в себе один стартовий біт, один біт паритету і два стопових бита.

Початок асинхронного символу завжди відзначає низький рівень стартового біта. Після нього слідує 7 біт даних символу коду ASCII. Біт паритету встановлюється в 1 або 0 так, щоб загальне число одиниць у 8-бітній групі було непарним (непарний паритет – непарність) або парним (парний паритет – парність). Останніми передаються два стопових бита, представлених високим рівнем напруги.

Часто використовуються національні розширення коду ASCII, який повністю включає в себе 128 стандартних ASCII-символів і додатково містить ще 128 символів з одиницею в старшому біті. Серед додаткових символів застосовуються літери ряду європейських алфавітів, букви грецького алфавіту, математичні символи і символи псевдографіки. В Україні, як і на всій території колишнього СРСР, найбільше поширення отримало альтернативне кодування ASCII. Число всіх символів розширеного коду ASCII одно 256, і, отже, кожен такий символ кодується вісьмома бітами ($2^8 = 256$). Зручніше передавати кожен символ розширеного кодування у вигляді окремого старт-стопового символу.

Тому часто використовується формат, що складається з одного стартового біта, восьми інформаційних і одного стопового біта. При цьому біт паритету не задіюється.

Таким чином, асинхронний символ даних, що передається, повністю складається з 10-11 біт, при цьому власні дані користувача складають 7-8 біт.

5.1.7 Сигнали інтерфейсу RS-232

Стандарт RS-232 в загальному випадку описує чотири інтерфейсні функції:

1. Визначення керуючих сигналів через інтерфейс.
2. Визначення формату даних користувача, які передаються через інтерфейс.
3. Передачу тактових сигналів для синхронізації потоку даних.
4. Формування електричних характеристик інтерфейсу.

Таблиця 5.2 - Сигнали інтерфейсу RS-232

№ конт DB25	№ конт DB9	EIA позн (RS-232)	ITU-T позн (V 24)	Опис сигналу	Абревіатура	Від DCE	Від DtE
1		AA		Захисне заземлення	GND		
2	3	BA	103	Дані, що передаються	TxD		x
3	2	BB	104	Дані, що приймаються	RxD	x	
4	7	CA, CJ	105, 133	Запит передачі, готовність до прийому	RTS		x x
5	8	CB	106	Готовність до передачі	CTS	x	
6	6	CC	107	Готовність DCE	DSR	x	
7	5	AB	102	Сигнальне заземлення	SG	x	x
8	1	CF	109	Виявлення несучої	DCD	x	
9				Резерв для тесту DCE: +12 В, 20 мА		x	
10				Резерв для тесту DCE: -12 В, 20 мА		x	
11			126	Вибір частоти передачі			x

№ конт DB25	№ конт DB9	EIA позн (RS-232)	ITU-T позн (V 24)	Опис сигналу	Абревіатура	Від DCE	Від DtE
12		SCF	122	Виявлення несучої додаткового каналу	SDCD	x	
13		SCB	121	Готовність до передачі по додатковому каналу каналу	SCTS	x	
14		SBA	118	Дані, що передаються за додатковим каналом	STD		x
15		DB	114	Синхронізація передачі (DCE)	TC	x	
16		SBB	119	Дані, що приймаються за додатковим каналом	SRD	x	
17		DD	115	Синхронізація прийому (DCE)	RC	x	
18			141	Вільний (Місцевий шлейф)			x
19		SCA	120	Запит передачі додаткового каналу	SRTC		x
20	4	CD	108,1, 108,2	Готовність DCE, Готовність DTE	DTR		x x
21		CG	110	Детектор якості сигналу	SQ	x	
		RL	140	Віддалений шлейф			x
22	9	CE	125	Індикатор виклику	RI	x	
23		CH	111	Перемикач швидкості передачі даних (DTE)			x
23		CI	112	Перемикач швидкості передачі даних (DCE)		x	
24		DA	113	Синхронізація передачі (DTE)			x
25			142	Вільний (Індикатор тестування)		x	

5.1.8 Алгоритми роботи модему при вихідному з'єднанні

Алгоритми роботи модему показані на рисунку 5.2 (вихідне з'єднання). При встановленні з'єднання модем взаємодіє з комп'ютером, отримує від нього команди, які він виконує, або отримує команди з лінії і передає комп'ютеру для виконання. Як вже було зазначено, асинхронні модеми підтримують певний набір команд, який був вперше застосований фірмою Hayes в модемі Smart Modem 1200, та називаються Hayes-сумісними. Сумісність припускає ідентичність функцій перших 28 керуючих регістрів модему (всього модем може мати більше сотні регістрів). Майже всі внутрішні команди починаються з символів AT (attention) і мають по три символи. З цієї причини їх іноді називають AT-командами. Hayes-сумісність гарантує, що даний модем буде працювати зі стандартними термінальними програмами. Реально набір команд для модемів різних виробників варіюється в широких межах.

Основні етапи вихідного з'єднання:

- Підняття трубки і отримання сигналу «відповідь станції» (оператори 1-5). На цьому етапі імітується підняття трубки і станція встановлює з'єднання у звичайному режимі. В остаточному підсумку станція посиляє очікуваний сигнал.
- Набір номера і очікування сигналу «connect» (з'єднання встановлено) оператори 7, 8, 12-15. На цьому етапі проводиться процедура обміну сигналами синхронізації і пропонування можливих швидкостей. Модеми роблять спробу синхронізації на великій швидкості, і якщо це не вдається, то переходять на нижчу швидкість обміну. Після того як синхронізація досягнута (сигнал «connect»), інформація про вибрану швидкість передається в комп'ютер, і модем переходить в стан «обмін даними» (оператор 22).
- Етап від стану «обмін даними» до «вихідного стану». На цьому етапі відбувається обмін даними, і після завершення сеансу комп'ютер виробляє сигнал відключення. У цьому випадку робота модемів на обох кінцях залежить

від алгоритму відбою, прийнятого на станції (однобічний або двобічний відбій).

У всіх випадках вихідний модем звільняється і переходить в початковий стан.

Нестандартні ситуації.

Закінчення тайм-ауту і відсутність сигналу

Ці процедури дуже різноманітні і інформують користувача про невиконане з'єднання. Детальність інформації залежить від особливостей програмного забезпечення, що забезпечує діагностику і контроль роботи модему. Остаточним результатом цих процедур є відключення модему і відбій з'єднання.

5.1.9 Алгоритм роботи модему при вхідному з'єднанні

Алгоритм роботи при вхідному з'єднанні показаний на рисунку 5.3.

Перший етап від вихідного стану до очікування передачі даних (оператори 1-8) починається з прийому зі станції сигналу «посилка виклику». Модем переходить в режим передачі даних і починає процедуру синхронізації та узгодження швидкостей.

Другий етап від стану «очікування синхронізації» (оператори 8, 11-15) приводить модем в стан передачі даних.

Останній етап після прийому сигналу відключення збігається з діями по відбою при вихідному з'єднанні.

Нестандартні ситуації

Процедури в цьому випадку аналогічні діям при вихідному з'єднанні.

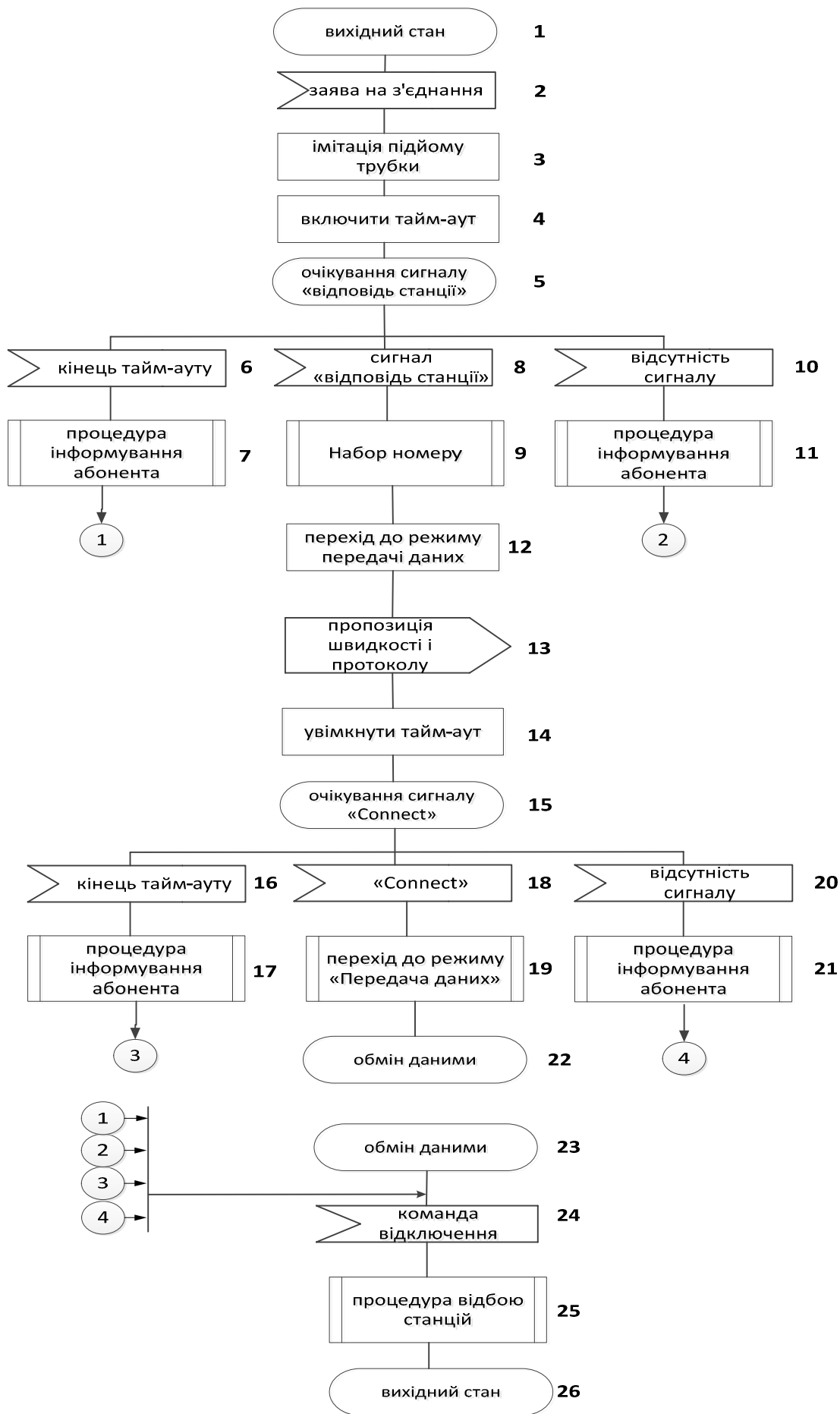


Рисунок 5.2 – Процес роботи модему при встановленні вихідного з'єднання

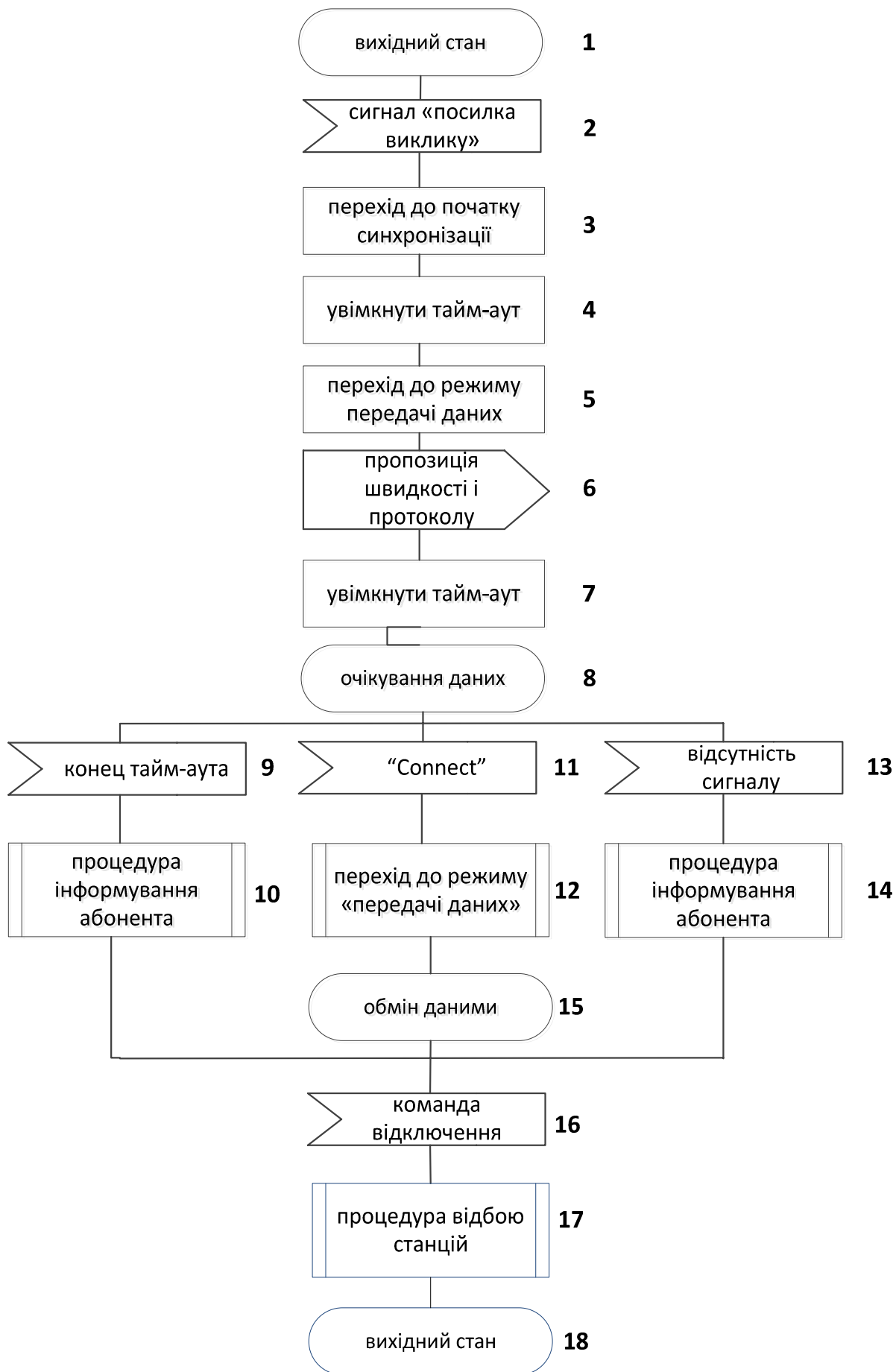


Рисунок 5.3 – Процес роботи модему при встановленні вхідного з'єднання

5.2 Модеми технології xDSL

На рисунку 5.4 наводиться принцип включення ADSL-обладнання до абонентського та станційного обладнання.

Застосування ADSL припускає установку модема на обох кінцях абонентської телефонної лінії: на АТС і у абонента. На абонентському боці він називається ADSL модем, на станційному – це обладнання мультиплексора ADSL. Для частотного розділення сигналів по обидва боки колишньої телефонної лінії встановлюються сплітери (розділювачі). Сплітери для своєї роботи не вимагають електроживлення. Тому навіть в умовах відключення електроживлення телефонний зв'язок продовжує працювати без збою. Лінія являє собою кручену пару мідних провідників. У разі використання звичайної телефонної лінії телефонний зв'язок передається в діапазоні від 300 до 3400Гц, ADSL займає частоти, починаючи з 30 кГц.

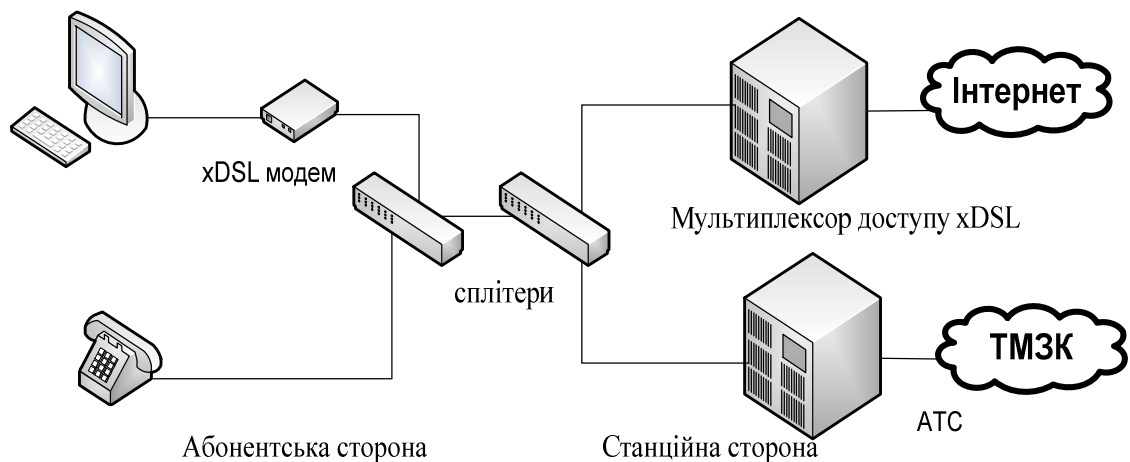


Рисунок 5.4 - Принцип підключення ADSL до абонентського та станційного обладнання

При використанні лінії ISDN дані ISDN передаються в діапазоні до 80 кГц, ADSL займає частоти, починаючи з 138 кГц. Використовуючи діапазон частот лінії, за допомогою частотного мультиплексування (Frequency Division Multiplexing, FDM) або луно-компенсатора модеми створюють кілька каналів.

FDM розділяє діапазон на дві частини: одна – для доставки інформації до користувача, а інша – для передачі запитів. Канал доставки поділяється, у свою чергу, на кілька низько-та високошвидкісних каналів за допомогою часового мультиплексування. Для забезпечення передачі в прямому і зворотному напрямку застосовуються диференціальна система і луно-компенсатори, аналогічно тому, як це робиться у випадку аналогових абонентських ліній. Лінії ADSL передбачають кілька варіантів модуляції. У 1993 році Американський національний інститут стандартів (ANSI) прийняв для використання варіант «дискретної багато тональної модуляції» (Discrete MultiTone, DMT) в якості стандартної для ADSL [18, 33]. Обґрунтуванням такого рішення є те, що DMT не має проблем з сильними спотвореннями на мідних лініях на певних діапазонах частот.

Застосування DMT, що використовує декілька несучих, тобто декілька каналів з вузькою смугою, припускає наступні переваги:

- всі канали незалежні, незважаючи на стан лінії, так що вони можуть індивідуально декодувати;
- оптимальний декодер для кожного каналу (максимальна ймовірність декодування).

За стандартом ANSI система ADSL використовує 256 частотних каналів для потоку в одну сторону (downstream) і 32 канали для передачі даних в інший бік (upstream). Ці канали в смузі частот розташовані безпосередньо поруч один з одним, ширина смуги кожного становить відповідно 4,3125 КГц. Вплив шуму на лінії зв'язку залежить, як правило, від частоти, тому він впливає тільки на частину спектру. Завдяки тому, що ADSL розділяє канал на безліч індивідуальних інтервалів по 4 КГц і використовує кожен з них в повному обсязі, дана технологія ефективно оперує всім доступним діапазоном частот.

Альтернативою DMT є амплітудно-фазова модуляція без несучої (Carrierless Amplitude / Phase, CAP).

Важливою складовою ADSL-модемів є розділювач (сплітер), який забезпечує можливість одночасної розмови по телефону і передачі даних.

Сплітер є фільтром низьких частот, який призначений для розділення низькочастотного сигналу звичайного телефонного зв'язку (спектр мовних сигналів) і високочастотного сигналу ADSL. Щоб звичайний телефонний зв'язок міг здійснюватися за стандартною загальноприйнятою схемою, сплітер повинен являти собою пасивний пристрій, що не вимагає живлення. У ADSL сплітери мають встановлюватися на телефонній лінії як на боці абонента, так і на боці телефонної станції. Конструктивно сплітер являє собою блок, що має три гнізда: одне для підключення модему ADSL, інше для підключення телефонного устаткування, а третє для підключення до лінії ADSL. У приміщенні користувача сплітер дозволяє підключити до однієї лінії і комп'ютер, і телефонне обладнання. Він здійснює розділення спектру сигналу, що надходить по лінії DSL, тому по одній лінії можуть передаватися і комп'ютерні цифрові сигнали, і аналогові сигнали телефонного зв'язку (тобто голос людини). Такий же блок сплітера встановлюється і на телефонній станції та дозволяє розділити цифрові і аналогові сигнали вже на іншому кінці абонентської лінії. Далі аналоговий сигнал подається на комутаційне обладнання телефонного зв'язку, а цифровий сигнал - на мультиплексор доступу DSLAM.

На реальну пропускну здатність цифрових абонентських ліній впливають наступні фактори:

- довжина лінії;
- діаметр провідників;
- наявність незадіяних відгалужень;
- швидкість каналу передачі даних в глобальних мережах, в тому числі Internet;
- організація ліній (розводка в приміщенні, сходові коробки, шафи);
- характеристики (загасання, перехідні шуми і перешкоди, схрещування).

5.3 Завдання для самоконтролю

1. Привести коротку класифікацію модемів.
2. Проаналізувати структурну схему модему і дати описати кожний її елемент.
3. Які переваги забезпечує режим роботи «Швидке з'єднання»?
4. Які переваги забезпечує режим роботи «Утримання з'єднання»?
5. За блок-схемою (рисунок 5.2) перерахуйте завдання кожного з блоків, що входять в модем.
6. Що таке сплітер, які його основні функції?
7. Які стандартні швидкості використовуються при підключенні через xDSL модем?
8. Що таке протокол, які протоколи відомі, які їх особливості?

6 ОСНОВИ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ПО БЕЗДРОТОВИХ МЕРЕЖАХ

6.1 Wi-Fi

6.1.1 Поняття та області застосування бездротових локальних мереж

Бездротові локальні мережі (Wireless Local Area Network, WLAN) у деяких випадках є кращим рішенням в порівнянні з дротовою мережею, а іноді просто єдино можливим [26, 28]. У WLAN сигнал поширюється за допомогою електромагнітних хвиль високої частоти. Перевага бездротових локальних мереж очевидна – їх простіше і дешевше розгортати і модифікувати, бо вся громіздка кабельна інфраструктура виявляється зайвою. Ще одна перевага – забезпечення мобільності користувачів. Однак бездротовим мережам властиві і недоліки, обумовлені нестійкістю і непередбачуваністю бездротового середовища. Перешкоди від різноманітних побутових приладів і інших телекомунікаційних систем, атмосферні завади і відбиття сигналу створюють серйозні труднощі для надійного прийому інформації. Локальні мережі – це, перш за все, мережі будинків, а поширення радіосигналу всередині будівлі складніше, ніж на відкритій місцевості. Ці недоліки можна усунути за рахунок використання різних методів розширення спектру, здатних знизити вплив перешкод на корисний сигнал, а також використання прямої корекції помилок (FEC) і протоколів з повторною передачею втрачених кадрів.

Бездротова локальна мережа не має точної області покриття. Часто використовуване зображення такої області в формі шестикутника або кола є не чим іншим, як абстракцією. В дійсності, сигнал може бути настільки ослаблений, що пристрої, що знаходяться в передбачуваних межах зони покриття, взагалі не можуть приймати і передавати інформацію. З плином часу ситуація з розподілом сигналу може змінитися разом із зміною складу LAN. З цієї причини навіть технології, розраховані на фіксовані (не мобільні) вузли мережі, повинні враховувати те, що бездротова локальна мережа є неповнозв'язною. Навіть якщо вважати, що сигнал поширюється ідеально на

всі боки, утворенню повнозв'язної топології може заважати те, що радіосигнал затухає пропорційно квадрату відстані від джерела. Тому за відсутності базової станції деякі пари вузлів не зможуть взаємодіяти через те, що розташовані за межами зони покриття передавачів партнера. У прикладі на рисунку 6.1а, показана така фрагментована локальна мережа. Неповнозв'язність бездротової мережі породжує проблему доступу до поділюваного середовища, відому під назвою прихованого терміналу. Проблема виникає в тому випадку, коли два вузли знаходяться поза зонами досяжності один одного (вузли А і С на рисунку 6.1а), але існує третій вузол В, який приймає сигнали як від А, так і від С.

Припустимо, що в радіомережі використовується традиційний метод доступу, заснований на прослуховуванні несучої, наприклад CSMA/CD. В даному випадку колізії будуть виникати значно частіше, ніж у дротових мережах. Нехай, наприклад, вузол В зайнятий обміном з вузлом А. Вузлу С складно визначити, що середовище зайняте, він може вважати його вільним і почати передавати свій кадр. В результаті сигнали в районі вузла В спотворюються, тобто відбувається колізія, ймовірність виникнення якої в дротовій мережі була б значно нижче. Розпізнавання колізій ускладнено в радіомережі ще й тому, що сигнал власного передавача суттєво пригнічує сигнал віддаленого передавача, і розпізнати спотворення сигналу найчастіше неможливо.

У методах доступу, що застосовуються в бездротових мережах, відмовляються не тільки від прослуховування несучої, але і від розпізнавання колізій. Замість цього в них використовують методи запобігання колізій, включаючи методи опитування. Застосування базової станції може поліпшити зв'язність мережі (рисунок 6.1б). Базова станція зазвичай володіє більшою потужністю, а її антена встановлюється так, щоб більш рівномірно і безперешкодно покривати потрібну територію. В результаті всі вузли бездротової локальної мережі одержують можливість обмінюватися даними з базовою станцією, яка транзитом передає дані між вузлами.

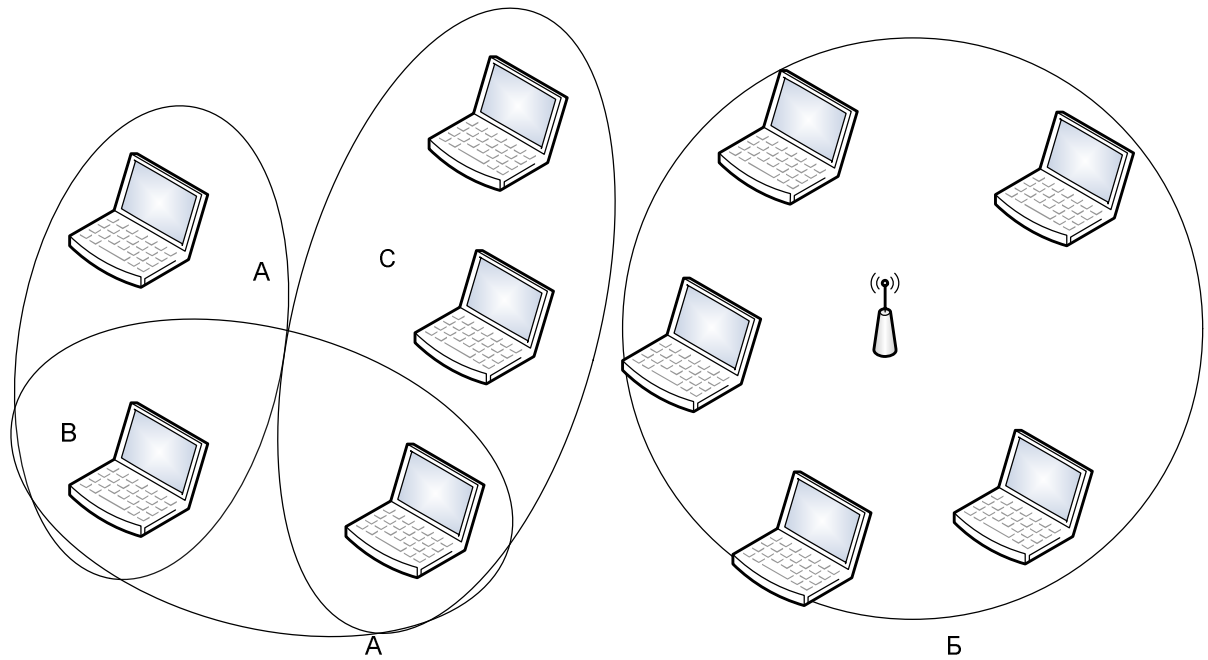


Рисунок 6.1 — Зв'язність бездротової локальної мережі: А - спеціалізована бездротова мережа, Б - бездротова мережа з базовою станцією

Бездротові локальні мережі вважаються перспективними для таких застосувань, в яких складно або неможливо використовувати провідні мережі:

– *Домашні локальні мережі.* Коли в квартирі з'являється кілька комп'ютерів, організація домашньої локальної мережі стає нагальною проблемою. Користувачі швидко зрозуміли переваги бездротових домашніх мереж, які не потребують прокладки в квартирі або будинку кабелю на крученій парі й дозволяють легко переносити ноутбук з кімнати в кімнату. Виробники також швидко відреагували на цей попит, приступивши до випуску для таких мереж компактних багатофункціональних центральних пристроїв, що об'єднують функції модему, маршрутизатора та точки бездротового доступу. Практично всі сучасні ноутбуки мають сьогодні вбудовані бездротові мережеві адаптери, ними також оснащено багато принтерів.

– *Резидентний доступ альтернативних операторів зв'язку, у яких немає дротового доступу до клієнтів, що проживають у багатоквартирних будинках.*

– *Організація Інтернет-доступу в аеропортах, залізничних вокзалах і т. п.*

– *Організація локальних мереж у будинках, де немає можливості встановити сучасну кабельну систему, наприклад в історичних будівлях з оригінальним інтер'єром.*

– *Організація тимчасових локальних мереж, наприклад, при проведенні конференцій.*

– *Розширення локальних мереж.* Іноді одна будівля підприємства, наприклад випробувальна лабораторія або цех, може бути розташована окремо від інших. Невелике число робочих місць в такій будівлі робить вкрай не вигідним прокладку до неї окремого кабелю, тому бездротовий зв'язок виявляється більш раціональним варіантом.

– *Мобільні локальні мережі.* Якщо користувач хоче отримувати послуги мережі, переміщаючись з приміщення в приміщення або з будівлі в будівлю, то тут конкурентів у бездротовій локальній мережі просто немає. Класичним прикладом такого користувача є лікар, що здійснює обхід і користується своїм ноутбуком для зв'язку з базою даних лікарні. Поки що мобільні локальні мережі не претендують на повне покриття великих територій, як це зробили мобільні стільникові телефонні мережі, але перспективи такого розвитку є.

6.1.2 Захист бездротових локальних мереж

Мережі та обладнання IEEE 802.11 також відомі під назвою Wi-Fi - по імені консорціуму Wi-Fi Alliance, який займається питанням сумісності та сертифікації обладнання стандартів IEEE 802.11 [10, 28]. Wi-Fi є скороченням від Wireless Fidelity - «бездротова точність»; термін був введений за аналогією з популярним терміном Hi-Fi.

Розробники стандарту IEEE 802.11 поставили перед собою мету – забезпечити таку безпеку передачі даних по бездротовій локальній мережі, яка була б еквівалентна безпеці передачі даних по дротовій локальній мережі, наприклад Ethernet. Дротові мережі краще захищені від несанкціонованого

доступу та порушення конфіденційності даних, ніж бездротові, тільки тому, що вони є провідними. Дійсно, для того щоб отримати доступ до дротової мережі, зловмисник повинен до неї фізично приєднатися. У бездротовій мережі несанкціонований доступ можна здійснити набагато простіше, досить опинитися в зоні розповсюдження радіохвиль цієї мережі. Для цього можна навіть не входити в будівлю, де розгорнута мережа. Фізичне підключення до середовища в цьому випадку також не потрібно.

У стандарті 802.11 передбачені засоби забезпечення безпеки, які підвищують захищеність бездротової локальної мережі до рівня звичайної дротової локальної мережі [23]. Тому основний протокол захисту даних в мережах 802.11 так і називається: WEP (Wired Equivalent Privacy – таємність, еквівалентна дротовій). Він надає можливість шифрувати дані, що передаються через бездротове середовище, і тим самим забезпечує їх конфіденційність. Технологія 802.11 пропонує ще один механізм безпеки – аутентифікацію – доказ легальності користувача, який підключається до мережі. Але досліджуючи зашифрований трафік 802.11, зломщик може розшифрувати інформацію протягом 24 годин (з використанням WEP). Для розробки більш захищеного варіанту бездротових локальних мереж була створена робоча група 802.11i. У 2003 році консорціум Wi-Fi Alliance випустив специфікацію під назвою WPA (Wi-Fi Protected Access – захищений доступ до Wi-Fi), яка являла собою проміжний неостаточний варіант стандарту 802.11i. В результаті остаточний варіант стандарту 802.11i, схвалений у 2004 році, отримав неофіційну назву WPA2.

Стандарт WPA2 описує надійний засіб захисту бездротових локальних мереж, що поєднує в собі найбільш досконалі засоби аутентифікації користувачів і шифрування даних, що застосовуються в комп'ютерних мережах. Підтримка протоколу WPA2 є необхідною умовою сертифікації обладнання консорціумом Wi-Fi Alliance.

6.1.3 Фізичні рівні стандартів 802.11a і 802.11b

У 1999 році були прийняті два варіанти стандарту фізичного рівня: 802.11a і 802.11b, що замінюють специфікації фізичного рівня 802.11 редакції 1997. У специфікації 802.11b інституту IEEE як і раніше використовується діапазон 2,4 ГГц. Для підвищення швидкості до 11 Мбіт/с, яка порівняна зі швидкістю класичного стандарту Ethernet, тут застосовується більш ефективний варіант методу DSSS, що спирається на техніку Complementary Code Keying (ССК). Однак діапазон 2,4 ГГц з шириною смуги приблизно в 80 МГц використовується стандартом 802.11b відмінним від стандарту 1997 способом. Цей діапазон розбитий на 14 каналів, кожен з яких, крім останнього, відрізняється від сусідів на 5 МГц (рисунок 6.2).

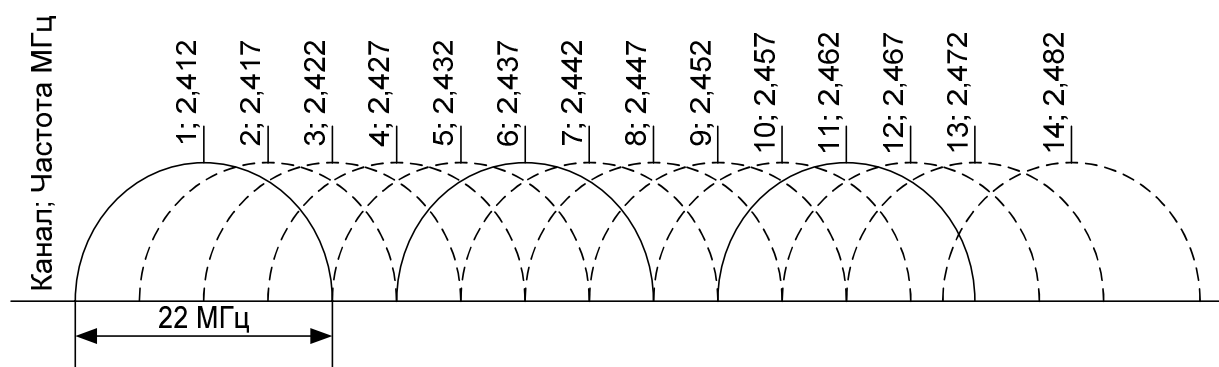


Рисунок 6.2 – Розбиття діапазону 2,4 ГГц на канали.

Для передачі даних відповідно до стандарту 802.11b використовується смуга частот шириною в 22 МГц, тому одного каналу шириною в 5 МГц виявляється недостатньо, доводиться об'єднувати кілька сусідніх каналів. Для того щоб гарантувати певний мінімум взаємних перешкод, що виникають від передавачів, які працюють в діапазоні 2,4 ГГц, комітет 802.11 визначив так звану спектральну маску, що визначає дозволений спектр потужності передавача, що працює в якомусь із каналів. Цей спектр повинен затухати не менше ніж на 30 дБ на відстані 11 МГц від центру каналу, що і створює укрупнену смугу шириною в 22 МГц з центром в деякому з 14 каналів. В

результаті одночасно в одній і тій же області покриття можуть працювати кілька незалежних бездротових мереж стандарту 802.11b. На рис. 6.2 показаний варіант для трьох мереж, що використовують канали 1, 6 і 11. Таке використання каналів типово для США, де частотні канали 12, 13 і 14 для мереж стандарту 802.11 не дозволені. У Європі в кінці 90-х років діяли більш жорсткі обмеження, наприклад, в Іспанії були дозволені тільки канали 10 і 11, а у Франції – тільки канали 10,11,12 та 13, але поступово ці обмеження були зняті, і зараз лише канал 14 в більшості країн як і раніше не задіяний. Таким чином, в країнах Європи максимальна кількість незалежних мереж, що працюють в одній області покриття, сягає 4; зазвичай вони використовують канали 1, 5, 9 і 13. Обладнання стандарту 802.11b може конфігуруватися для будь-якого з 14 каналів діапазону 2,4 ГГц, так що при виникненні перешкод на певному каналі можна перейти на інший.

Специфікація 802.11a забезпечує підвищення швидкості передачі даних за рахунок використання смуги частот шириною 300 МГц з діапазону частот 5 ГГц. Оскільки смуга частот, відведена для бездротових локальних мереж, в цьому діапазоні ширше, то і кількість каналів шириною в 5 МГц тут більша, ніж в діапазоні 2,4 ГГц. В залежності від правил регулювання конкретної країни їх може бути 48 і більше. Для передачі даних в технології задіяна смуга частот шириною 20 МГц, що дає можливість мати 12 і більше незалежних мереж в одній області покриття.

Для кодування даних у стандарті 802.11a використовується техніка ортогонального частотного мультиплексування (OFDM). Дані спочатку кодуються на 52 первинних несучих частотах методом BPSK, QPSK, 16-QAM або 64-QAM, а потім згортаються в загальний сигнал з шириною спектру в 20 МГц. Швидкість передачі даних в залежності від методу кодування первинної несучої частоти складає 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 або 54 Мбіт/с. Діапазон 5 ГГц в специфікації 802.11a поки менше «населений» і надає більше частотних каналів для передачі даних. Проте його використання пов'язане з кількома проблемами. По-перше, обладнання для цих частот ще занадто дороге, по-друге, в деяких

країнах частоти цього діапазону підлягають ліцензуванню, по-третє, хвилі цього діапазону гірше проходять через перешкоди.

6.1.4 Фізичний рівень стандарту 802.11g

Стандарт 802.11g для фізичного рівня розроблений робочою групою інституту IEEE влітку 2003 року. Він швидко завоював популярність, бо забезпечував ті ж швидкості, що й стандарт 802.11a, тобто до 54 Мбіт/с, але в діапазоні 2,4 ГГц, тобто в тому діапазоні, де до цього вдавалося досягати максимальної швидкості в 11 Мбіт/с на обладнанні стандарту 802.11b. У той же час вартість обладнання стандарту 802.11g досить швидко стала сумірною з вартістю устаткування стандарту 802.11b, що і стало причиною зростання популярності нової специфікації. У ній, так само як і в специфікації 802.11a, використовується ортогональне частотне мультиплексування (OFDM). До певного часу в США в діапазоні 2,4 ГГц дозволялося застосовувати тільки техніку розширення спектру, таку як FSSS або DSSS. Зняття цього обмеження дало імпульс розробкам, в результаті з'явилася нова високошвидкісна безпроводна технологія для цього діапазону частот. Для зворотної сумісності зі стандартом 802.11b підтримується також техніка ССК. У 2007 році стандарти 802.11a і 802.11b були зведені в нову редакцію стандарту 802.11- 2007, де кожному з них відведено відповідний розділ.

6.1.5 Фізичний рівень стандарту 802.11n

Основною особливістю стандарту 802.11n є подальше підвищення швидкості передачі даних (до 300 Мбіт/с і вище). Обладнання стандарту 802.11n може працювати як в діапазоні 5 ГГц, так і в діапазоні 2,4 ГГц, хоча рекомендованим діапазоном є діапазон 5 ГГц завдяки більшому числу доступних каналів і меншій інтерференції з численним устаткуванням, що

працює сьогодні в діапазоні 2,4 ГГц. Для досягнення високих швидкостей в технології 802.11n застосовано кілька нових механізмів.

Покращене кодування OFDM і здвоєні частотні канали. Замість каналів із смугою в 20 МГц, які використовувалися в технологіях 802.11a і 802.11g, в технології 802.11n застосовуються канали зі смугою 40 МГц (для зворотної сумісності допускається також працювати з каналами 20 МГц). Саме по собі розширення смуги в два рази повинно призводити до підвищення бітової швидкості в два рази, але вигреш тут більше за рахунок удосконалень в кодуванні OFDM: замість 52 первинних несучих частот на смузі в 20 МГц тут використовується 57 таких частот, а на смузі в 40 МГц відповідно 114. Це призводить до підвищення бітової швидкості з 54 до 65 Мбіт/с для каналів 20 МГц і до 135 Мбіт/с для каналів 40 МГц.

Зменшення міжсимвольного інтервалу. Для надійного розпізнавання кодових символів в технологіях 80.11a/g використовується міжсимвольний інтервал в 800 нс. Технологія 802.11n дозволяє передавати дані з таким же міжсимвольним інтервалом, а також з міжсимвольним інтервалом в 400 нс, що підвищує бітову швидкість для каналів 40 МГц до 150 Мбіт/с.

Застосування техніки MIMO (Multiple Input Multiple Output – множинні входи і виходи). Ця техніка заснована на використанні одним мережним адаптером декількох антен з метою кращого розпізнавання сигналу, що прийшов до приймача різними шляхами. Зазвичай через такі ефекти розповсюдження радіохвиль, як відбиття, дифракція і розсіювання, приймач отримує декілька сигналів, що дійшли від передавача різними фізичними шляхами і мають, отже, зсув по фазі. До введення техніки MIMO такі явища вважалися негативними і з ними боролися шляхом застосування декількох (зазвичай двох) антен, з яких у кожен момент часу використовувалася тільки одна – та, яка приймала сигнал кращої якості. Техніка MIMO принципово змінила ставлення до сигналів, що прийшли різними шляхами, – ці сигнали комбінуються і шляхом цифрової обробки з них відновлюється вихідний сигнал. Техніка MIMO не тільки сприяє поліпшенню співвідношення

сигнал/шум. Завдяки можливості обробляти сигнали, що прийшли різними шляхами, для створення надлишкового сигналу для кожного потоку можна передавати за допомогою декількох антен декілька незалежних потоків даних (зазвичай їх число менше, ніж число антен). Ця здатність систем MIMO називається просторовим мультиплексуванням (spatial multiplexing). Для систем MIMO прийнято використовувати позначення: $T \times R: S$. Тут T – кількість передавальних антен вузла, R – кількість приймальних антен вузла, а S – кількість потоків даних, які просторово мультиплексуються. Типовою системою MIMO в обладнанні стандарту 802.11n є система 3×3:2, тобто система з трьома передавальними і трьома приймальними антенами, яка дозволяє передавати два незалежних потоки даних. Система MIMO 3x3: 2 забезпечує підвищення бітової швидкості в два рази, тобто до 300 Мбіт/с для каналів 40 МГц. Проект стандарту 802.11 передбачає різні варіанти системи MIMO аж до 4x4: 4, що дозволило б підвищити бітову швидкість до 600 Мбіт/с. Крім удосконалень фізичного рівня, стандарт 802.11n вводить одне вдосконалення на рівні MAC – це можливість агрегування декількох кадрів даних в один кадр. Така техніка підвищує ефективність передачі призначених для користувача даних при тій же бітовій швидкості протоколу за рахунок скорочення накладних витрат на шифрування окремих кадрів і на їх індивідуальне підтвердження позитивними квитанціями з випадковими паузами між передачею кадрів. Крім того, для мультимедійних додатків допускається зменшення інтервалу при передачі тривалої пульсації трафіку.

6.1.6 Обладнання користувача Wi-Fi.

Сьогодні в бездротових мережах Wi-Fi використовується наступне обладнання:

- точки доступу
- маршрутизатори
- бездротові адаптери.

Бездротові адаптери або Wi-Fi адаптери – це пристрої, за допомогою яких можна підключати комп'ютер або інший домашній пристрій до бездротової мережі.

Дуже часто при побудові домашньої бездротової мережі існують пристрої, які не обладнані бездротовим функціоналом. Приклад таких пристроїв – комп'ютери, телевізори, деякі ігрові приставки та ін. Навіть якщо в пристрій вбудований бездротовий клієнт, іноді необхідний сучасніший адаптер для того, щоб мережа підтримувала більш швидкісний формат зв'язку. І дана причина є, особливо останнім часом, основною для використання адаптера. Адаптери можуть мати різні інтерфейси. Раніше можна було зустріти безліч різновидів інтерфейсів: PCI, PCMCIA, micro-PCI, USB, і ін., зараз же де факто самим універсальним і самим гнучким залишився формат USB. Він дозволяє використовувати один і той же адаптер на багатьох пристроях.

Бездротова точка доступу (англ. Wireless Access Point, WAP) – це бездротова базова станція, призначена для забезпечення бездротового доступу до вже існуючої мережі (бездротової або дротової) або створення нової бездротової мережі.

Найчастіше бездротові точки доступу використовуються для надання доступу мобільним пристроям (ноутбуки, принтери і т. д.) до стаціонарної локальної мережі.

Також бездротові точки доступу часто використовуються для створення так званих «hotspot» – областей, в межах яких клієнту надається, як правило, безкоштовний доступ до мережі Інтернет. Зазвичай такі точки знаходяться в бібліотеках, аеропортах, вуличних кафе великих міст.

Останнім часом спостерігається підвищення інтересу до бездротових точок доступу при створенні домашніх мереж. Для створення такої мережі в межах однієї квартири достатньо однієї точки доступу. Можливо, цього буде достатньо для підключення в мережу і сусідів прилеглих квартир. Для підключення в мережу квартир, розташованих через одну, безумовно,

знадобиться ще одна точка доступу, яка буде служити ретранслятором сигналу, який буде слабшим внаслідок проходження через несучу стіну.

Це пристрій багато в чому аналогічний клієнтському адаптеру. Як і останній, він складається з прийомопередавача та інтегрованого інтерфейсного чіпа, але наділений великою кількістю інтелектуальних функцій і більш складною електронікою.

Конструктивно точки доступу можуть бути виконані як для зовнішнього використання (захищений від впливів зовнішнього середовища варіант), так і для використання всередині ділових і житлових приміщень. Також існують пристрої, призначені для промислового використання, що враховують специфіку виробництва.

Що стосується функціональності, у різних точок доступу вона може істотно різнитися, іноді надаючи засоби діагностики і контролю мережі, віддаленого налаштування та усунення несправностей. Крім того, останнім часом з'явилися точки доступу, що дозволяють здійснювати багатокористувацький обмін файлами (їх трансляцію), минаючи сервер.

6.1.7 Режими і особливості їх організації

Режим Ad-Нос. У цьому режимі (рисунок 6.3) клієнти встановлюють зв'язок безпосередньо один з одним. Встановлюється однорангова взаємодія за типом «точка-точка», і комп'ютери взаємодіють напрямку без застосування точок доступу. При цьому створюється тільки одна зона обслуговування, що не має інтерфейсу для підключення до дротової локальної мережі.

Основна перевага даного режиму – простота організації: він не вимагає додаткового устаткування (точки доступу). Режим може застосовуватися для створення тимчасових мереж для передачі даних.

Однак необхідно мати на увазі, що режим Ad-Нос дозволяє встановлювати з'єднання на швидкості не більше 11 Мбіт/с, незалежно від використовуваного обладнання.

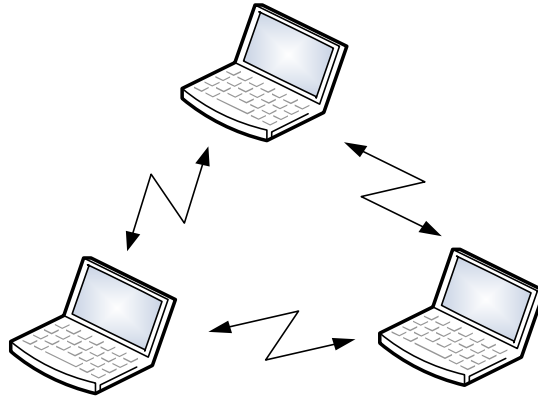


Рисунок 6.3 – Режим Ad-Нос

Реальна швидкість обміну даних буде нижче, і складе не більше $11/N$ Мбіт/с, де N – число пристроїв в мережі. Дальність зв'язку становить не більше ста метрів, а швидкість передачі даних швидко падає зі збільшенням відстані.

Для організації довготривалих бездротових мереж слід використовувати інфраструктурний режим.

Режим «інфраструктура». У цьому режимі точки доступу забезпечують зв'язок клієнтських комп'ютерів (рисунок 6.4). Точку доступу можна розглядати як бездротовий комутатор. Клієнтські станції не зв'язуються безпосередньо одна з одною, а зв'язуються з точкою доступу, і вона вже направляє пакети адресатам.

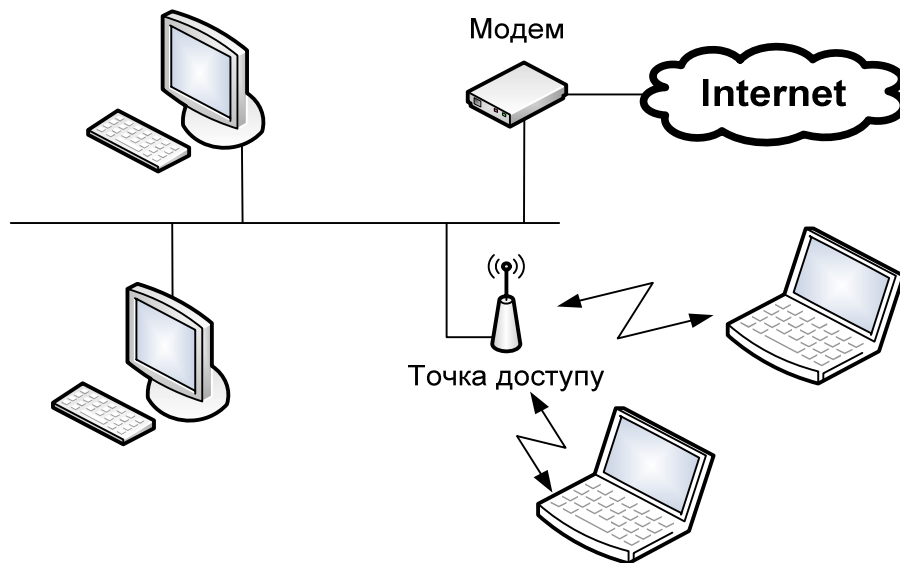


Рисунок 6.4 – Режим «інфраструктура»

Точка доступу має порт Ethernet, через який базова зона обслуговування підключається до дротової або змішаної мережі – до мережевої інфраструктури.

Режими WDS і WDS with AP. Термін WDS (Wireless Distribution System) розшифровується як «розподілена бездротова система». У цьому режимі точки доступу з'єднуються тільки між собою, утворюючи мостове з'єднання. При цьому кожна точка може з'єднуватися з кількома іншими точками. Всі точки в цьому режимі повинні використовувати однаковий канал, тому кількість точок, що беруть участь в утворенні моста, не повинна бути надмірно великою. Підключення клієнтів здійснюється тільки за провідною мережею через uplink-порти точок (рисунок 6.5).

Режим бездротового моста, аналогічно дротовим мостам, служить для об'єднання підмереж в загальну мережу. За допомогою бездротових мостів можна об'єднувати провідні LAN, що знаходяться як на невеликій відстані в сусідніх будівлях, так і на відстанях до декількох кілометрів.

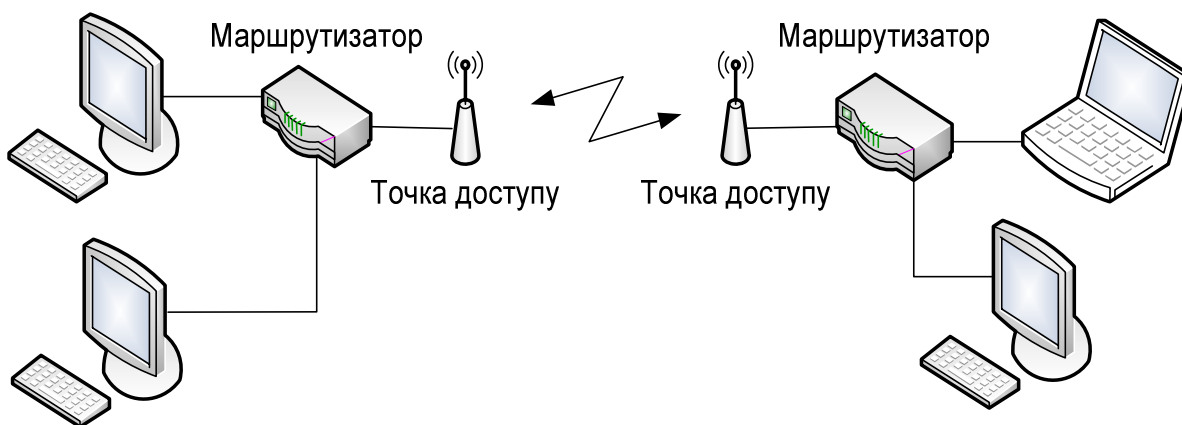


Рисунок 6.5 – Режими WDS

Бездротовий міст може використовуватися там, де прокладка кабелю небажана або неможлива. Дане рішення дозволяє досягти значної економії коштів та забезпечує простоту налаштування і гнучкість конфігурації при переміщенні офісів.

До точки доступу, що працює в режимі моста, підключення бездротових клієнтів неможливе. Бездротовий зв'язок здійснюється тільки між парою точок, що реалізують міст.

Термін WDS with AP (WDS with Access Point) позначає «розподілена бездротова система, що включає точку доступу», тобто за допомогою цього режиму можна організувати не тільки мостовий зв'язок між точками доступу, але й одночасно підключити клієнтські комп'ютери (рисунок 6.6). Це дозволяє досягти істотної економії обладнання та спростити топологію мережі. Дана технологія підтримується більшістю сучасних точок доступу.

Тим не менш, необхідно пам'ятати, що всі пристрої в складі однієї WDS with AP працюють на одній частоті і створюють взаємні перешкоди, що обмежує кількість клієнтів до 15-20 вузлів. Для збільшення кількості підключених клієнтів можна використовувати кілька WDS-мереж, налаштованих на різні канали, які не перекриваються, та з'єднаних проводами через uplink-порти.

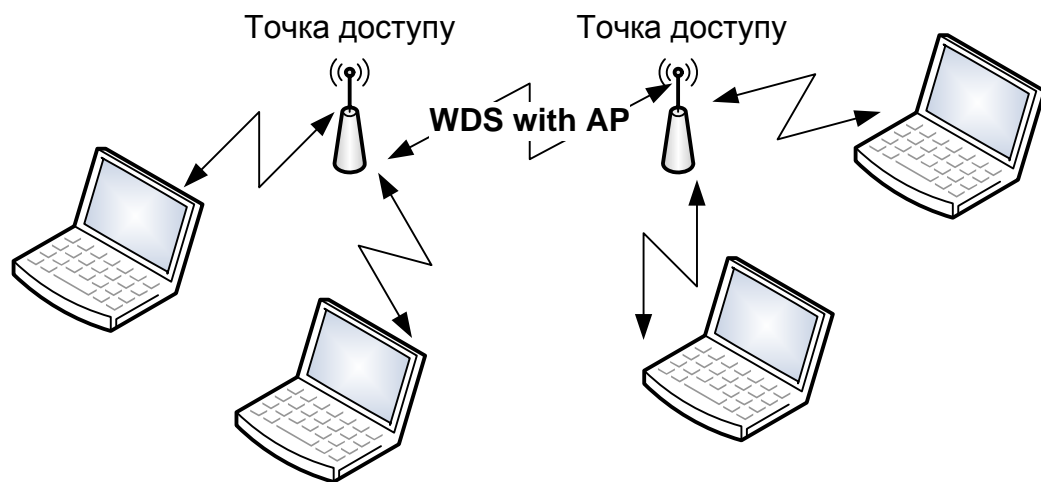


Рисунок 6.6 – Режим WDS with AP

Режим повторювача. Може виникнути ситуація, коли виявляється неможливим або незручним з'єднати точку доступу з дротовою інфраструктурою, або яка-небудь перешкода затрудняє здійснення зв'язку точки доступу з місцем розташування бездротових станцій клієнтів

безпосередньо. У такій ситуації можна використовувати точку в режимі повторювача (Repeater) (рисунок 6.7).

Аналогічно дротовому повторювачеві, бездротовий повторювач просто ретранслює всі пакети, що надійшли на його бездротовий інтерфейс. Ця ретрансляція здійснюється через той же канал, через який вони були отримані.

При застосуванні точки доступу-повторювача слід пам'ятати, що накладення ширококомовних доменів може призвести до скорочення пропускної спроможності каналу вдвічі, тому що початкова точка доступу також «чує» сигнал ретрансляції.

Режим повторювача не включений в стандарт 802.11, тому для його реалізації рекомендується використовувати однотипне устаткування (аж до версії прошивки) і від одного виробника. З появою WDS даний режим втратив свою актуальність, тому що функціонал WDS замінює його. Однак його можна зустріти в старих версіях прошивок і в застарілому обладнанні.

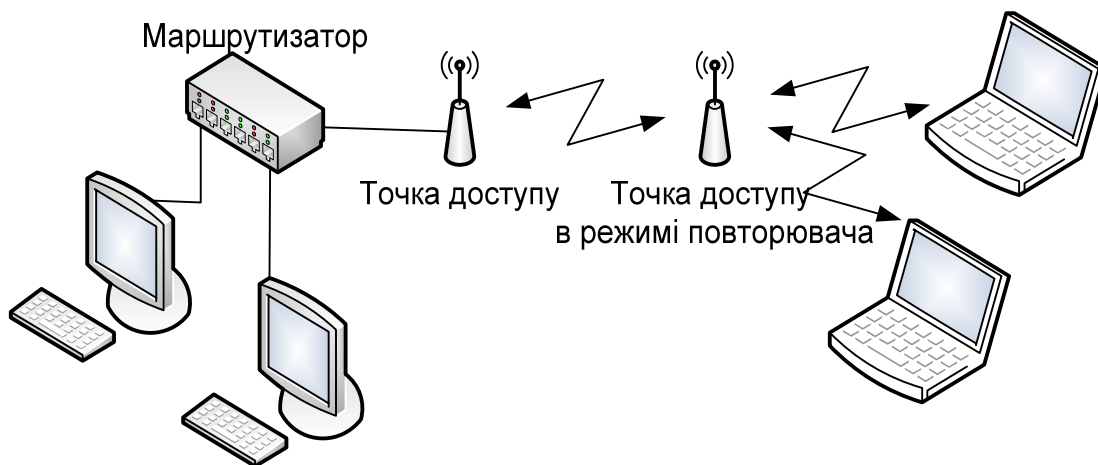


Рисунок 6.7 – Режим повторювача

Режим клієнта. При переході від дротової архітектури до бездротової іноді можна виявити, що наявні мережеві пристрої підтримують дротову мережу Ethernet, але не мають інтерфейсних роз'ємів для бездротових мережевих адаптерів. Для підключення таких пристроїв до бездротової мережі можна використовувати точку доступу – клієнт (рисунок 6.8).

За допомогою точки доступу-клієнта до бездротової мережі підключається тільки один пристрій. Цей режим не включений в стандарт 802.11, і підтримуються не всіма виробниками.

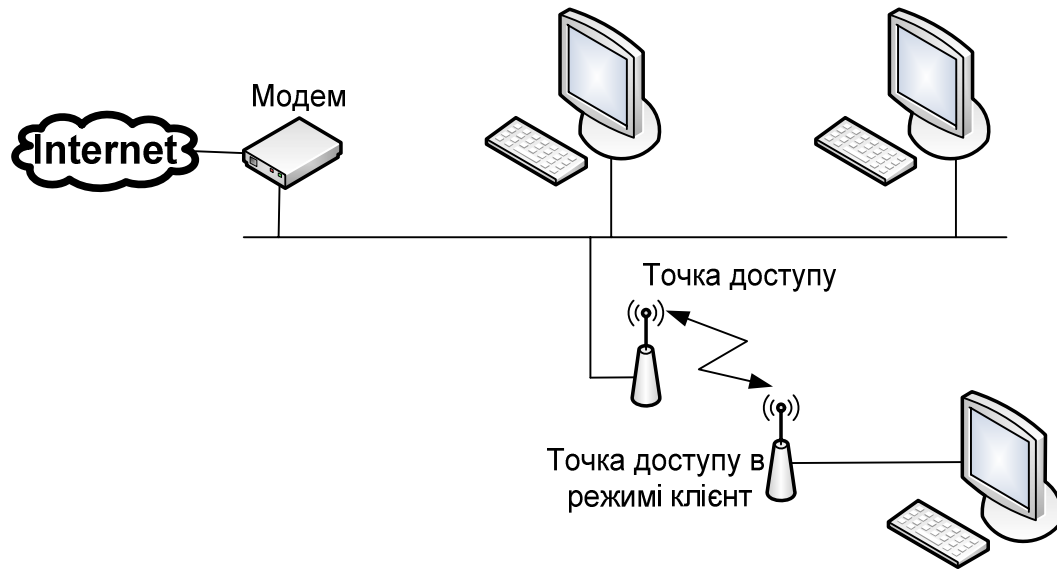


Рисунок 6.8 – Режим клієнт

6.2 Персональні мережі та технологія Bluetooth.

6.2.1 Особливості персональних мереж.

Персональні мережі (Personal Area Network, PAN) призначені для взаємодії пристроїв, що належать одному власнику, на невеликій відстані, зазвичай в радіусі 10 м. Такими пристроями можуть бути ноутбук, мобільний телефон, принтер, кишеньковий комп'ютер (Personal Digital Assistant, PDA), телевізор, а також численні побутові прилади, наприклад холодильник [20, 26]. Типовим прикладом PAN є бездротове з'єднання комп'ютера з периферійними пристроями, такими як принтер, навушники, мишка, клавіатура і т. п. Мобільні телефони також використовують технологію PAN для з'єднання зі своєю периферією (найчастіше це навушники), а також з комп'ютером свого власника. Деякі марки наручних годинників стали підтримувати технологію PAN, перетворюючись на універсальні пристрої з функціями PDA. Персональні мережі повинні забезпечувати як фіксований доступ, наприклад, в межах

будинку, так і мобільний, коли власник пристроїв PAN переміщається разом з ними між приміщеннями або містами. Персональні мережі багато в чому схожі на локальні, але у них є і свої особливості.

Більшість з пристроїв, які можуть входити в персональну мережу, набагато простіше, ніж традиційний вузол LAN – комп'ютер. Крім того, такі пристрої зазвичай мають невеликі габарити і вартість. Тому стандарти PAN повинні враховувати, що їх реалізація повинна приводити до недорогих рішень, які споживають невелику енергію.

Область покриття PAN менше області покриття LAN, вузли PAN часто знаходяться на відстані декількох метрів один від одного.

Високі вимоги до безпеки. Персональні пристрої, подорожуючи разом зі своїм власником, потрапляють в різне оточення. Іноді вони повинні взаємодіяти з пристроями інших персональних мереж, наприклад, якщо їх власник зустрів на вулиці свого знайомого і вирішив переписати з його пристрою PDA у свій декілька адрес спільних знайомих. В інших випадках така взаємодія явно небажана, оскільки може призвести до витоку конфіденційної інформації. Тому протоколи PAN повинні забезпечувати різноманітні методи аутентифікації пристроїв та шифрування даних в мобільній обстановці.

При з'єднанні малогабаритних пристроїв між собою бажання позбутися від кабелів проявляється набагато сильніше, ніж при з'єднанні комп'ютера з принтером або концентратором. Через це персональні мережі в набагато більшому ступені, ніж локальні, тяжіють до бездротових рішень.

Якщо людина постійно носить пристрій PAN з собою і на собі, то він не повинен завдавати шкоди її здоров'ю. Тому такий пристрій має випромінювати сигнали невеликої потужності, бажано не більше 100 мВт (звичайний стільниковий телефон випромінює сигнали потужністю від 600 мВт до 3 Вт).

Сьогодні найпопулярнішою технологією PAN є Bluetooth, яка забезпечує взаємодію 8 пристроїв в поділюваному середовищі діапазону 2,4 МГц зі швидкістю передачі даних до 723 Кбіт/с.

6.2.2 Архітектура Bluetooth

Стандарт Bluetooth розроблений групою Bluetooth SIG (Bluetooth Special Interest Group), яка була організована за ініціативою компанії Ericsson. Стандарт Bluetooth також адаптований робочою групою IEEE 802.15.1 згідно із загальною структурою стандартів IEEE 802. У технології Bluetooth використовується концепція піко-мережі. Назва підкреслює невелику ділянку покриття, від 10 до 100 м, в залежності від потужності випромінювання пристрою передачі. У піко-мережу може входити до 255 пристроїв, але тільки 8 з них можуть в кожен момент часу бути активними і обмінюватися даними. Один з пристроїв в піко-мережі є головним, інші – підлеглими (рисунок 6.9). Активний підлеглий пристрій може обмінюватися даними тільки з головним пристроєм, прямий обмін між підлеглими пристроями неможливий. Всі підлеглі пристрої даної піко-мережі, крім семи активних, мають перебувати в режимі зниженого енергоспоживання, в якому вони тільки періодично прослуховують команду головного пристрою для переходу в активний стан.

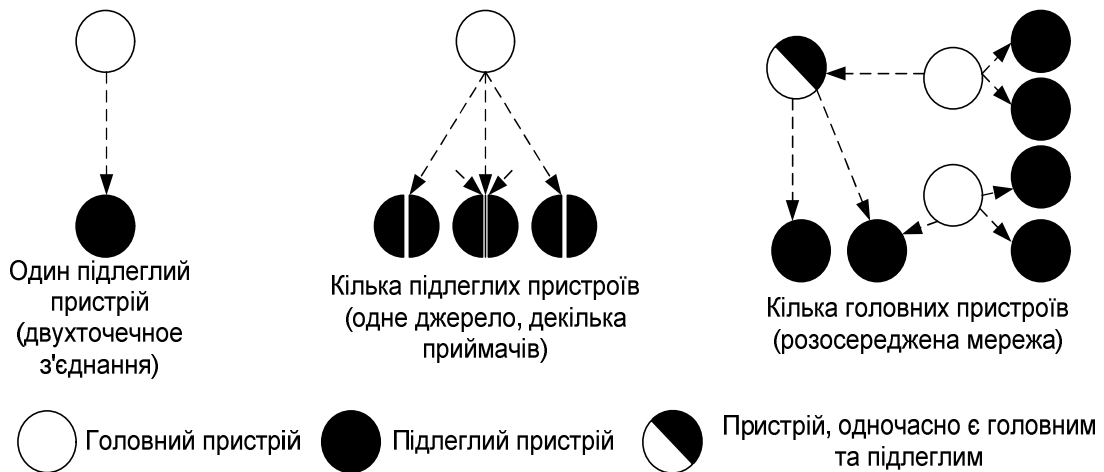


Рисунок 6.9 – Піко-мережа і розосереджена мережа

Головний пристрій відповідає за доступ до розподіленого середовища піко-мережі, яке являє собою неліцензовані частоти діапазону 2,4 ГГц. Колективне середовище передає дані зі швидкістю до 3 Мбіт/с, але через накладні витрати на заголовки пакетів і зміну частот корисна швидкість

передачі даних в середовищі не перевищує 2,1 Мбіт/с. Пропускна здатність середовища ділиться головним пристроєм між сімома підлеглими пристроями на основі техніки TDM. Така архітектура дозволяє застосовувати більш прості протоколи в пристроях, що виконують функції підлеглих (наприклад, у радіонавушниках), і віддає більш складні функції управління піко-мережею комп'ютеру, що найчастіше є головним пристроєм цієї мережі. Приєднання до піко-мережі відбувається динамічно. Головний пристрій піко-мережі, використовуючи процедуру опитування, збирає інформацію про пристрої, які потрапляють в зону його піко-мережі. Після виявлення нового пристрою головний пристрій проводить з ним перемовини. Якщо бажання підлеглого пристрою приєднатися до піко-мережі збігається з рішенням головного пристрою (підпорядкований пристрій пройшов перевірку аутентичності і виявився у списку дозволених пристроїв), то новий підлеглий пристрій приєднується до мережі.

Кілька піко-мереж, які обмінюються між собою даними, утворюють розосереджену мережу. Взаємодія в межах розосередженої мережі здійснюється за рахунок того, що один вузол (званий мостом) одночасно є членом кількох піко-мереж, причому цей вузол може виконувати роль головного пристрою однієї піко-мережі і підлеглого пристрою іншого. Мережа Bluetooth використовує техніку розширення спектру FHSS. Для того щоб сигнали різних піко-мереж не впливали один на одного через інтерференцію, кожний головний пристрій задіє власну послідовність псевдовипадкової перебудови частоти. Наявність різних послідовностей псевдовипадкової перебудови частоти ускладнює спілкування піко-мереж між собою. Для подолання цієї проблеми пристрій, що грає роль моста, повинен при підключенні до кожної з піко-мереж відповідним чином змінювати частоту. Колізії, хоча і з дуже невеликою ймовірністю, все ж можуть відбуватися, коли два або більше пристроїв з різних піко-мереж виберуть для роботи один і той же частотний канал. Для надійної передачі даних в технології Bluetooth може виконуватися пряма корекція помилок (FEC), а одержання кадру

підтверджується за допомогою квитанцій. У мережах Bluetooth для передачі інформації двох типів використовуються різні методи.

Для чутливого до затримок трафіку (наприклад, голос) мережа підтримує синхронний канал, орієнтований на з'єднання (Synchronous Connection-Oriented link, SCO). Цей канал працює на швидкості 64 Кбіт/с. Для каналу SCO пропускна спроможність резервується на весь час з'єднання.

Для еластичного трафіку (наприклад, комп'ютерних даних) використовується працюючий зі змінною швидкістю асинхронний канал, не орієнтований на з'єднання (Asynchronous Connection-Less link, ACL). Для каналу ACL пропускна спроможність виділяється за запитом підлеглого пристрою або за вимогою головного пристрою.

6.2.3 Стек протоколів Bluetooth.

Bluetooth є закінченою оригінальною технологією, розрахованою на самостійне застосування в електронних персональних пристроях. Тому ця технологія підтримує повний стек протоколів, включаючи власні прикладні протоколи. У цьому полягає її відмінність від розглянутих раніше технологій, таких як Ethernet чи IEEE 802.11, які лише виконують функції фізичного і канального рівнів. Створення для технології Bluetooth власних прикладних протоколів пояснюється прагненням розробників реалізовувати її в різноманітних простих пристроях, яким не під силу, та й не до чого, підтримувати стек протоколів TCP/IP. До речі, технологія Bluetooth з'явилася в результаті спроб розробити стандарт для взаємодії мобільного телефону з бездротовими навушниками. Зрозуміло, що для вирішення такої простої задачі не потрібен ні протокол передачі файлів (FTP), ні протокол передачі гіпертексту (HTTP). В результаті для технології Bluetooth був створений оригінальний стек протоколів, на додаток до якого з'явилася велика кількість профілів.

Стек протоколів Bluetooth постійно вдосконалюється. Версія 1.0 стандартів стека була прийнята в 1999 році, версія 1.2 – в 2003 році, версія 2.0 – в 2004 році, версія 2.1 – в 2007 році, а версія 3.0 – в квітні 2009 року. Профілі визначають конкретний набір протоколів для вирішення тієї чи іншої задачі. Наприклад, існує профіль для взаємодії комп'ютера або мобільного телефону з бездротовими навушниками. Є також профіль для тих пристроїв, які можуть передавати файли (навушникам він, швидше за все, не буде потрібний, хоча майбутнє передбачати складно), профіль емуляції послідовного порту RS-232 і т. д.

При приведенні стандартів Bluetooth у відповідність з архітектурою стандартів IEEE 802 робоча група 802.15.1 обмежилася тільки так званими протоколами ядра Bluetooth, які відповідають функціям фізичного рівня і рівня MAC (рисунок 6.10).

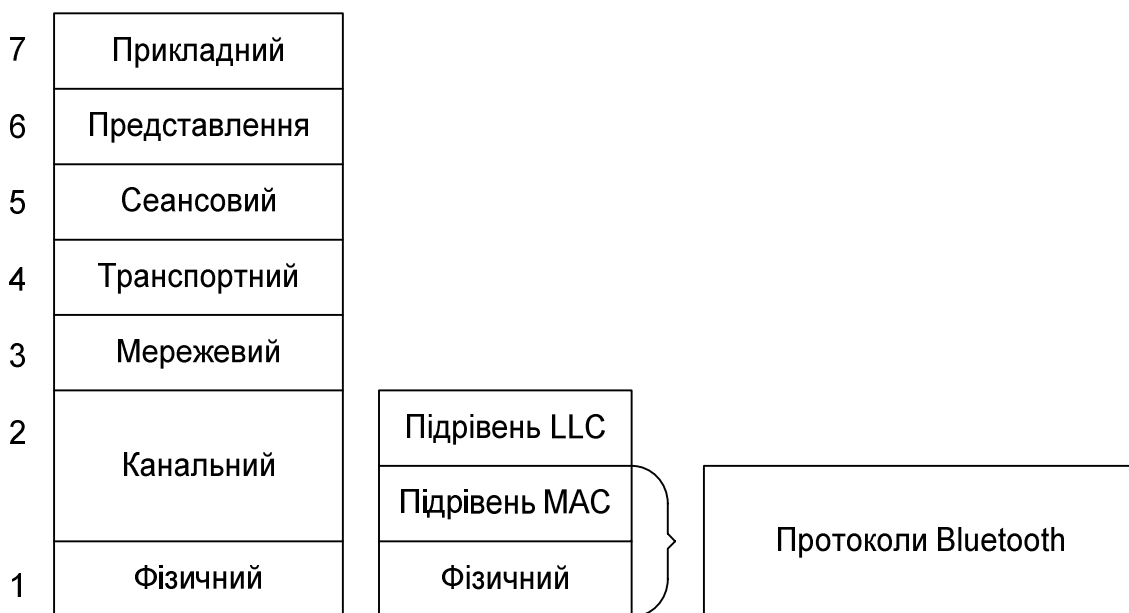


Рисунок 6.10 – Відповідність протоколів Bluetooth моделі OSI і стандартам IEEE 802.

Рівень фізичних радіосигналів описує частоти і потужності сигналів, що використовуються для передачі інформації.

Рівень базового діапазону частот відповідає за організацію каналів передачі даних в радіосередовищі. У його обов'язки входять вибір

послідовності псевдовипадкової перебудови частоти, синхронізація пристроїв в піко-мережі, формування та передача кадрів по встановлених каналах SCO і ACL. Кадр Bluetooth має змінну довжину, поле даних може містити від 0 до 2744 біт (343 байт). Для передачі голосу використовуються кадри фіксованого розміру з полем даних 240 біт (30 байти).

Диспетчер каналів відповідає за аутентифікацію пристроїв і шифрування трафіку, а також управляє статусом пристроїв, тобто може зробити підлеглий пристрій головним, і навпаки.

Рівень протоколу адаптації для керування логічним каналом (Logical Link Control Adaptation Protocol, L2CAP) є верхнім рівнем протоколів ядра Bluetooth. Цей протокол використовується тільки в тих випадках, коли пристрій передає дані; голосовий трафік обходить цей протокол і звертається безпосередньо до рівня базового діапазону частот. Рівень L2CAP приймає від протоколів верхнього рівня сегменти даних розміром до 64 Кбайт і ділить їх на невеликі кадри для рівня базового діапазону частот. При прийомі рівень L2CAP збирає кадри у вихідний сегмент і передає протоколу верхнього рівня.

Аудіорівень забезпечує передачу голосу по каналах SCO. На цьому рівні застосовується імпульсно-кодова модуляція (PCM), що визначає швидкість голосового каналу в 64 Кбіт/с.

Рівень управління передає зовнішньому блоку інформацію про стан з'єднань і приймає від зовнішнього блоку команди, що змінюють конфігурацію і стан з'єднань.

6.2.4 Кадри Bluetooth

Коллективне середовище являє собою послідовність частотних каналів технології FHSS в діапазоні 2,4 ГГц. Кожен частотний канал має ширину 1 МГц, кількість каналів дорівнює 79 (в США і більшості інших країн світу) або 23 (в Іспанії, Франції, Японії). Чіпова швидкість дорівнює 1600 Гц, тому період чіпа складає 625 мкс. Головний пристрій розділяє загальне середовище на

основі часового мультиплексування (TDM), використовуючи у якості тайм-слоту час перебування системи на одному частотному каналі, тобто 625 мкс. У версії протоколів 1.0 інформація кодується з тактовою частотою 1 МГц шляхом двійкової частотної маніпуляції (BFSK), в результаті бітова швидкість становить 1 Мбіт/с.

Протягом одного тайм-слоту піко-мережа Bluetooth передає 625 біт, але не всі вони використовуються для передачі корисної інформації. При зміні частоти пристроям мережі потрібен якийсь час для синхронізації, тому з 625 біт тільки 366 передають кадр даних. У версії 2.0 був введений режим покращеної швидкості передачі даних (Enhanced Data Rate, EDR), в якому для кодування даних використовується комбінація методів частотної (BFSK) і фазової (PSK) модуляції; за рахунок цього вдалося підвищити бітову швидкість до 3 Мбіт/с, а корисну швидкість передачі даних – до 2,1 Мбіт/с. Режим EDR доповнює основний режим передачі даних зі швидкістю 1 Мбіт/с. Кадр даних може займати 1,3 або 5 слотів. У тому випадку, коли кадр займає більше одного слота, частота каналу залишається незмінною протягом усього часу передачі кадру. У цьому випадку накладні витрати на синхронізацію менше, так що розмір кадру, що складається, наприклад, з 5 послідовних слотів, дорівнює 2870 біт (з полем даних до 2744 біт). Складовими можуть бути тільки кадри даних (тобто кадри каналу ACL), а кадри, що переносять голос (кадри каналу SCO), завжди складаються з одного слота. Розглянемо формат кадру, що складається з одного слота – 366 біт (рис. 6.12):

Поле даних займає 240 біт.

Код доступу (72 біта) служить для ідентифікації піко-мережі. Кожен пристрій Bluetooth має глобальну унікальну 6-байтову адресу, тому для ідентифікації піко-мережі потрібно три молодших байти унікальної адреси головного пристрою. Кожен пристрій при формуванні кадру поміщає ці байти в полі коду доступу, доповнюючи їх бітами 1/3 для прямої корекції помилок (скорочення 1/3 говорить про те, що 1 біт інформації перетвориться в 3 біти коду). Якщо головний чи підлеглий пристрій отримує кадр, що містить

невірний код доступу, то він відкидає цей кадр, вважаючи, що він, швидше за все, отриманий з іншої піко-мережі.

Заголовок кадру (54 біта) містить MAC-адресу, однобітну ознаку підтвердження прийому кадру, ідентифікатор типу кадру, а також ряд інших ознак. MAC-адреса складається з трьох бітів і є тимчасовою адресою одного з семи підлеглих пристроїв, при цьому адреса 000 є широкомовною. Інформація заголовка також передається за допомогою бітів 1/3 алгоритму FEC.

Формат кадру, що складається з 3-х або 5-ти слотів, відрізняється тільки розміром поля даних. Інформація, що вміщується в поле даних, може кодуватися за допомогою бітів 1/3 або 2/3 алгоритму FEC або передаватися взагалі без прямої корекції помилок.

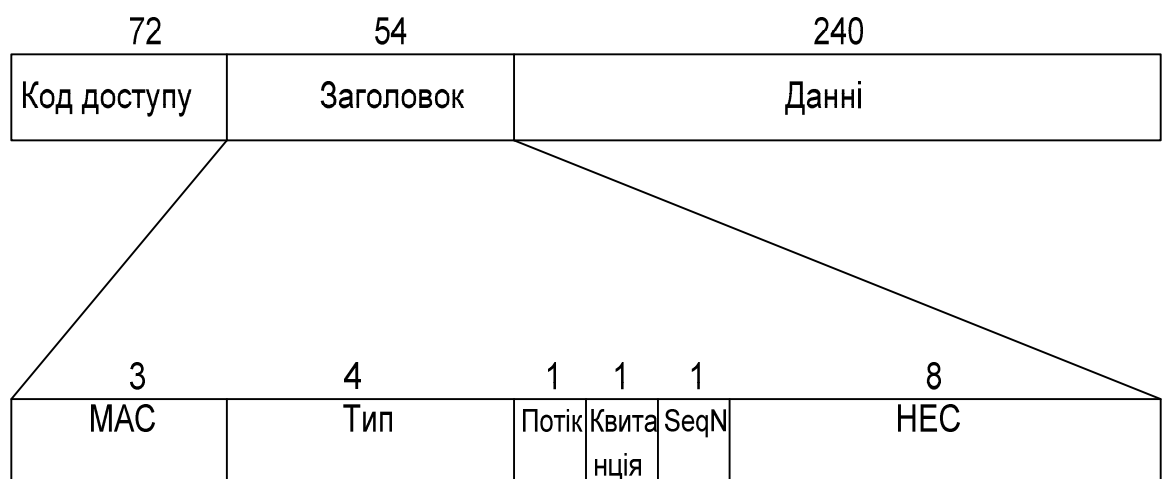


Рисунок 6.12 – Формат кадру Bluetooth, який складається з одного слоту

6.2.5 Пошук і стиківка пристроїв Bluetooth

Пристрій, що підтримує технологію Bluetooth, зазвичай посилає періодичні запити на предмет виявлення інших пристроїв Bluetooth у зоні досяжності. Якщо пристрій Bluetooth отримує такий запит і він налаштований таким чином, щоб відповідати на запити, то у відповідь пристрій передає відомості про себе: ім'я та тип пристрою, ім'я виробника, підтримувані сервіси. Ім'я пристрою

конфігурується на відміну від його унікальної MAC-адреси, яка дається виробником. Потрібно відзначити, що часто пристрої випускаються з іменами, сконфігурованими за замовчуванням, відповідними назві моделі пристрою, тому в сфері досяжності вашого мобільного телефону може виявитися кілька інших телефонів з однаковими іменами Bluetooth, якщо їх власники не дали їм власних імен.

Після попереднього обміну інформацією пристрої Bluetooth можуть почати так звану процедуру стикування (Pairing), якщо конфігурація пристроїв її потребує. Стиковка гарантує встановлення безпечного з'єднання між пристроями; безпека в даному випадку означає, що пристрої довіряють один одному, а дані між ними передаються в зашифрованому вигляді. Стиковка пристроїв Bluetooth вимагає введення в кожного з них одного і того ж паролю, званого також PIN-кодом Bluetooth. Зазвичай пристрій, що одержав запит на стикування, просить користувача ввести PIN-код. Пристрої, які успішно пройшли процедуру стикування, запам'ятовують цей факт і встановлюють безпечне з'єднання автоматично кожного разу, коли опиняються в зоні досяжності, при цьому повторне введення PIN-коду користувачем не потрібно. Пристрій зможе бути налаштований користувачем або виробником таким чином, щоб дозволити встановлення з'єднань з іншими пристроями без процедури стикування.

6.2.6 Обладнання Bluetooth

На даний момент існує кілька варіантів побудови Bluetooth-чипів: деякі виробники пропонують або тільки Bluetooth baseband-мікросхеми (в більшості своїй включають мікроконтролер), або тільки прийомопередавачі. Інші виробники пропонують частково або повністю інтегроване в один чіп рішення, яке включає baseband-контролер, прийомопередавач, мікроконтролер і зовнішню або інтегровану flash-пам'ять. Слід зазначити, що при розробці апаратного рішення Bluetooth-системи, тобто мікросхеми або набору мікросхем, що включають будь-яке мікроконтролерне ядро, необхідна

повноцінна розробка програмного забезпечення для цього ядра, або застосування поширеного мікроконтролерного ядра з можливістю використання програмного забезпечення, що реалізує стек Bluetooth, від третіх фірм (найчастіше стек протоколів Bluetooth написаний на ANSI і Java мовах, і, тому, не залежить від платформи). Існують також рішення, при яких функції baseband-контролера і верхніх рівнів реалізуються повністю програмним способом на спеціалізованому мікропроцесорі.

Також слід зазначити, що на апаратному рівні, тобто на рівні chipset, поділу на базове/клієнтське обладнання не існує. Побудова архітектури база/клієнт здійснюється на більш високих рівнях програмного забезпечення і реалізується через відповідний профіль.

Всі протоколи умовно можна розділити на групи, наведені в таблиці 6.1. Ключовими є рівні Radio, Baseband, LMP, L2CAP, SDP.

Таблиця 6.1

Група протоколів	Протоколи в стеку
Кореневі протоколи	Radio, Baseband, LMP, L2CAP, SDP
Протокол заміни кабелю	RFCOMM
Протокол управління телефонією	TCS Binary, AT-команды
Запозичені протоколи	PPP, UDP/TCP/IP, OBEX, WAP, vCard, vCal, IrMC, WAE

Бездротова технологія Bluetooth може запропонувати абсолютно нові можливості, такі як автоматичне зменшення гучності дзвінка або повне вимкнення стільникових телефонів, як тільки користувач входить в так звану «зону мовчання». Зручність стільникових телефонів незаперечна, але іноді телефон може задзвонити під час ділової зустрічі, або урочистого заходу, заважаючи при цьому оточуючим. Бездротова технологія Bluetooth може

використовуватися для обмеження використання мобільних телефонів в певних «зонах мовчання», дозволяючи користувачеві тримати свій стільниковий телефон під рукою, не турбуючись, що він несподівано задзвонить, а організатори ділових зустрічей і театральних вистав зможуть, таким чином, забезпечити комфортну обстановку.

6.3 Завдання для самоконтролю

На яких частотах можлива робота обладнання, яке використовує технології Wi-Fi і Bluetooth?

Яке обладнання використовується при обміні кадрами в технології Wi-Fi?

Привести схему підключення обладнання в режимі «AP» і пояснити його принцип роботи.

Привести схему підключення обладнання в режимі «Інфраструктура» і пояснити його принцип роботи.

Привести схему підключення обладнання в режимі «WDS» і пояснити його принцип роботи.

У яких випадках може знадобитися використання режиму «Repeater»?

Описати фізичні рівні стандартів 802.11a і 802.11b.

Привести формат кадру Bluetooth.

Надати визначення піко-мережі.

Описати принцип стикування пристроїв Bluetooth між собою.

7 ОСНОВИ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ПО ЛОКАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ

7.1 Інтерфейс RS-232

У 60-х роках минулого століття почався бурхливий розвиток телекомунікаційних технологій. Численні фірми США та інших країн, що випускали обладнання зв'язку, використовували власні стандарти передачі даних. Використання цього обладнання викликало проблеми їх сумісності. Роз'єми, електричні характеристики сигналів, сервісні сигнали, способи синхронізації відрізнялися у різних фірм. Одні протоколи кодували символи 4 бітами, інші 5 бітами і т.д. до 8 біт. Відсутність міжнародного стандарту з послідовної передачі даних гальмувала розвиток телекомунікаційної галузі.

У 1962 році Electronics Industries Association (EIA) розробило рекомендації для виробників обладнання, назвавши їх «Рекомендований стандарт 232». Інтерфейс RS-232 був розроблений максимально універсальним, що дозволяло багатьом виробникам легко переробити своє обладнання під цей стандарт. Кодувати символи допускалося від 5 до 8 біт, напруга сигналу могла бути від ± 3 до ± 25 В і т.д. Було передбачено 16 сервісних сигналів, використання яких було не обов'язковим. Допускалася робота, як у синхронному, так і асинхронному режимі передачі даних. Така лояльність стандарту влаштовувала виробників телекомунікаційного обладнання.

У 1969 році EIA випустила редакцію стандарту RS-232C, в якому був врахований семирічний досвід застосування стандарту RS-232A/B. Остаточоно був узаконений 25 штирьковий роз'єм DB25 і електричні характеристики сигналу. Ця редакція стала основним інтерфейсом передачі даних по послідовним каналам зв'язку на багато років вперед. Міжнародні та національні стандарти стали включати частини стандарту RS-232C у свої структури.

7.1.1 Область застосування RS-232.

Стандарт RS-232 визначає взаємозв'язок термінального обладнання введення даних (DTE) і кінцевого обладнання лінії зв'язку (DCE), що використовують послідовний обмін двійковими даними.

Стандарт RS-232 включає тринадцять певних конфігурацій інтерфейсу, позначених латинськими літерами АМ, і одну конфігурацією користувача, що позначається Z.

Конфігурація інтерфейсу повинна вказуватися виробником комунікаційного устаткування. Конфігурація інтерфейсу визначає склад сигналів, синхронність, порядок виставлення сигналів, швидкість та ін.

Стандарт RS-232 призначений для використання на швидкостях, що не перевищують 20 Кбіт/с. Цей стандарт застосовується в системах із загальними електричними дротами і не може застосовуватися в системах, де потрібна гальванічна розв'язка ланцюгів. Однак він може застосовуватися в синхронних і асинхронних системах послідовної передачі двійкових даних.

7.1.2 Характеристики сигналів RS-232.

На рисунку 7.1 показана еквівалентна електрична схема при обміні послідовними даними за стандартом RS-232C. Ця еквівалентна схема не залежить від того, де розташований генератор – в DTE або DCE. Характеристики сигналу обміну даними за стандартом RS-232C включені в міжнародний стандарт ITU-T v.28.

Стиком інтерфейсу RS-232C вважається лінія з'єднання DTE плюс кабель з DCE. Тобто, сполучний кабель інтерфейсу входить до складу DTE.

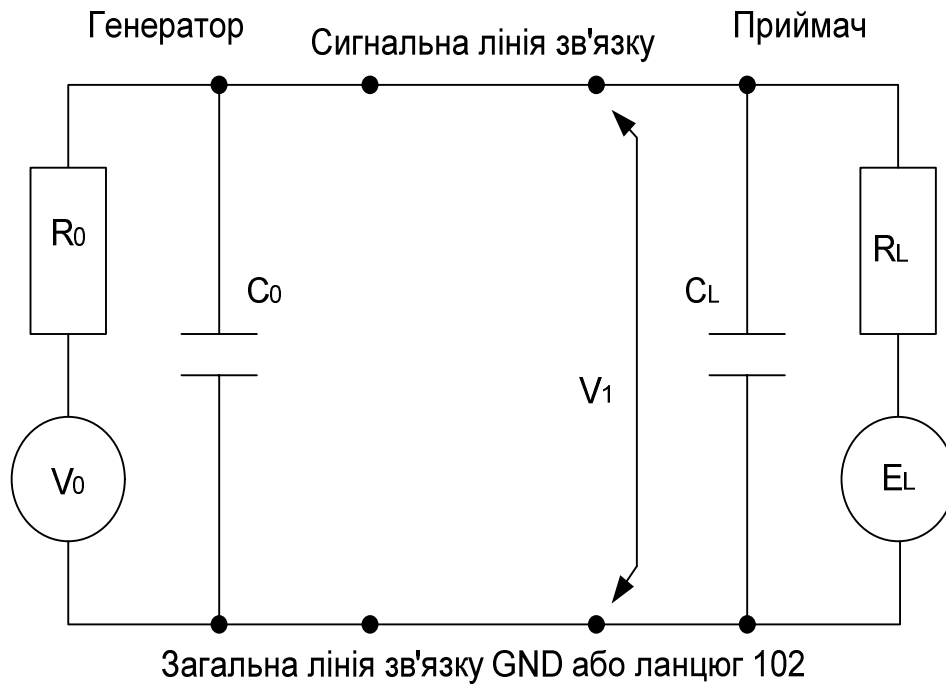


Рисунок 7.1 - Еквівалентна електрична схема RS-232C

- V_0 – напруга генератора при розімкнутій схемі;
- R_0 – загальний опір генератора;
- C_0 – загальна ємність генератора;
- V_1 – напруга між сигнальною лінією і загальним проводом в місці стику;
- C_L – загальна ємність приймача;
- R_L – загальний опір приймача;
- E_L – ЕРС приймача при розімкненій схемі.

Електричні характеристики приймача сигналів:

- R_L -загальний опір приймача повинен знаходитися в межах 3000 ... 7000 Ом;
- V_1 -напруга на вході приймача має бути в межах $\pm 3 \dots \pm 15$ В;
- E_L -ЕРС приймача при розімкнутій схемі повинно бути не більше ± 2 В;
- C_L -загальна ємність ланцюгів приймача повинна бути не більше 2500 пФ;
- Вхідний імпеданс приймача не повинен бути індуктивним.

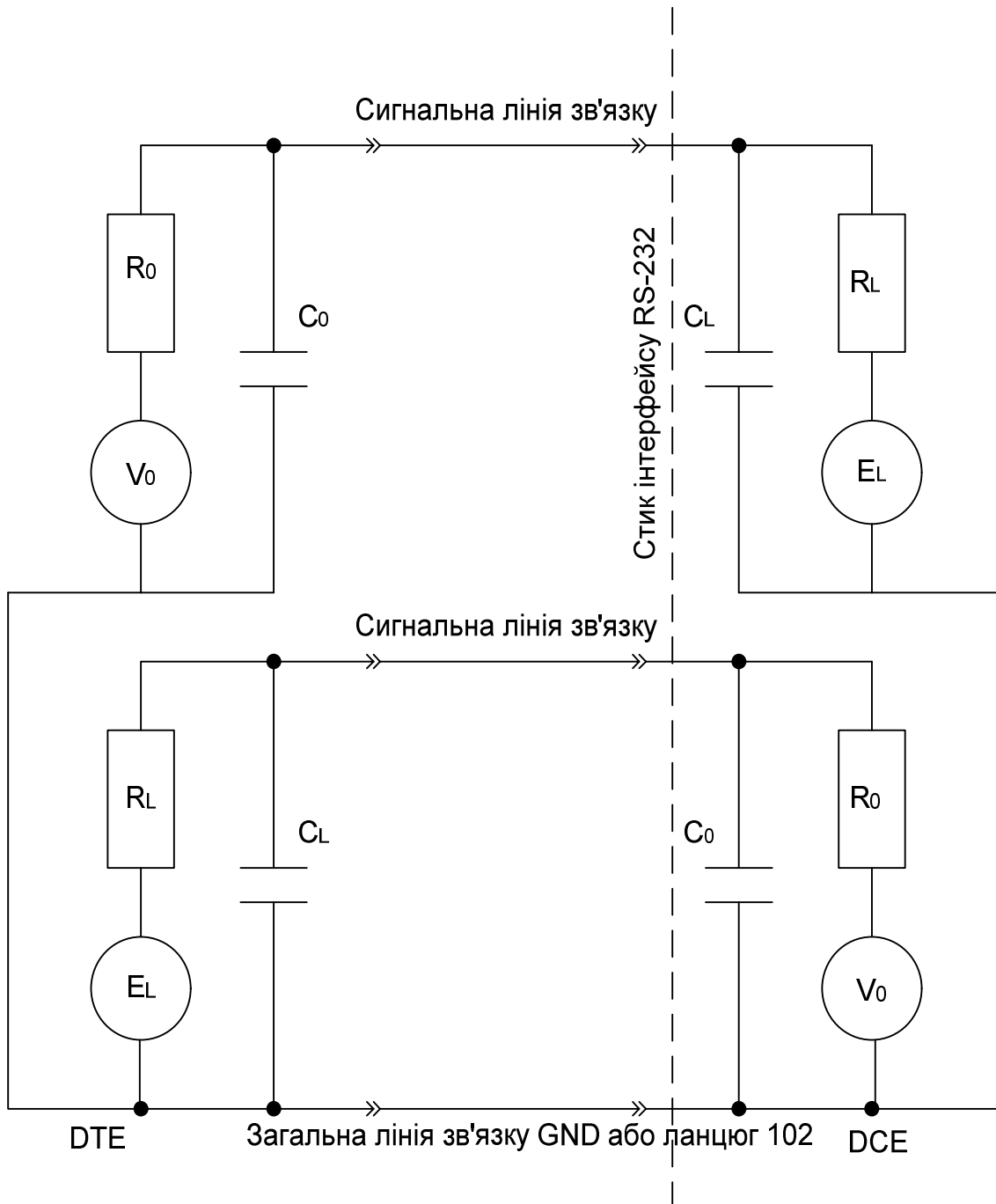


Рисунок 7.2 – Практична схема стику інтерфейсу RS-232C [18]

Електричні характеристики генератора сигналів:

- Допустиме коротке замикання сигналів;
- Допускається залишати вихід генератора без навантаження;
- V_0 -напруга генератора при розімкнутій схемі повинна бути не більше $\pm 25\text{В} / \pm 15\text{В}$ (RS-232/ITU-T v.28);

- R0 і C0 для генератора не нормуються;
- Коротке замикання ланцюгів генератора не повинно викликати струми величиною більше 0,5 А;
- Якщо $E_L = 0$, то напруга на вході приймача має бути $V_1 = \pm 5 \dots \pm 15\text{В}$, для будь-якого діапазону навантаження генератора $R_L = 3000 \dots 7000 \text{ Ом}$.
- Генератор повинен бути здатний працювати на ємнісне навантаження C0 плюс 2500 пФ.

Рівні сигналів для стандарту RS-232C:

- Логічною «1» вважається інформаційний сигнал з напругою V_1 менш -3В;
- Логічним «0» вважається інформаційний сигнал з напругою V_1 більш +3 В;
- Сервісний або синхронізуючий сигнал вважається включеним «ON» («MARK»), якщо V_1 більш +3 В;
- Сервісний або синхронізуючий сигнал вважається виключеним «OFF» («SPACE»), якщо V_1 менш -3 В;
- Напруга в діапазоні $V_1 = -3 \dots +3 \text{ В}$ вважається перехідною областю.

7.1.3 Характеристики сигналів

Всі сигнали, які увійшли в область переходу $V_1 = -3 \dots +3 \text{ В}$, повинні вийти в протилежний сигнал без повторного заходу в цю область. Не допускається колювання сигналу в області переходу. Сервісні і синхронізуючі сигнали мають проходити область переходу за час не більше 1мс. Сигнали даних повинні проходити область переходу за час не більше 3% від часу одиночного елемента, але не більше ніж за 1 мс. Швидкість наростання фронту сигналу не повинна перевищувати величини 30В за мілісекунди. Обмеження перших двох пунктів не відносяться до електромеханічних пристроїв розмикання і замикання ланцюга.

Механічні характеристики інтерфейсу. Роз'єм для інтерфейсу стандарту RS-232.

В якості роз'єму для інтерфейсу RS-232С обраний мініатюрний роз'єм D-типу (D-subminiature), для терміналів (DTE) - DB25p, а для кінцевих пристроїв (DCE)-DB25s

Позначення роз'ємів D-subminiature:

Перша буква – тип роз'єму – D-тип;

Друга літера – типорозмір обойми. А, В, С, D, Е

Число – кількість контактів в обоймі;

Остання буква – тип контакту. Р = plug (штир), S = socket (гніздо).

Зараз ці роз'єми випускаються багатьма фірмами по всьому світу і зазначеного маркування не завжди дотримуються. Часто замість DB25p (plug-«штир») вказують DB25m (male-«тато»), замість DB25s (socket-«гніздо») – DB25f (femini-«мама»).

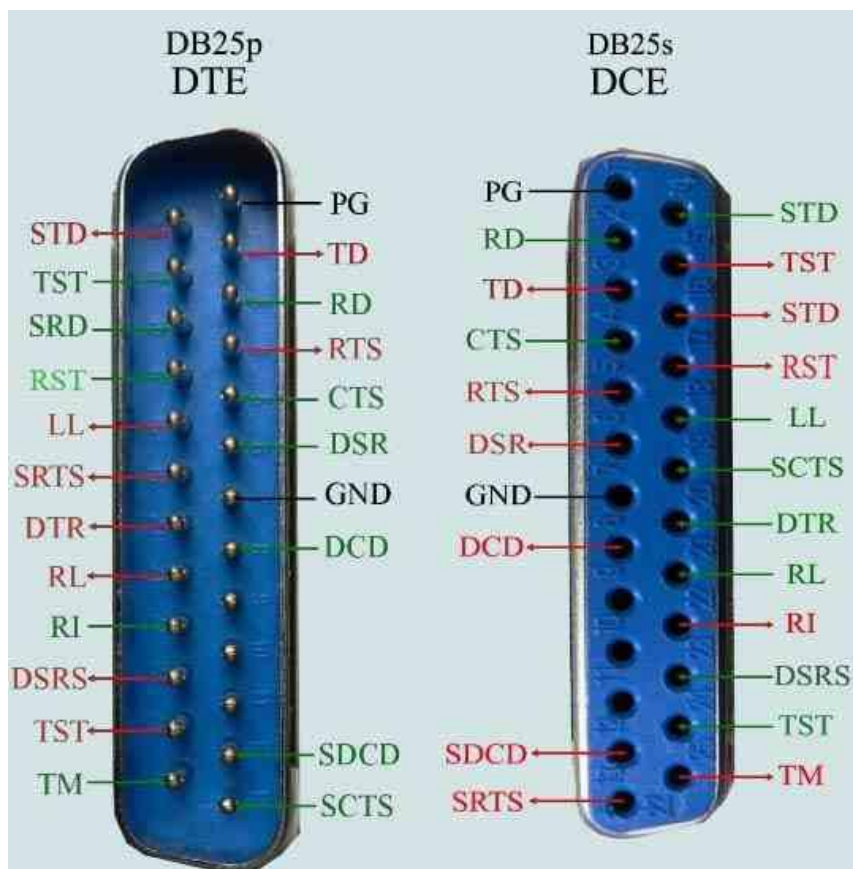


Рисунок 7.3 – Цоколевий роз'єм DB25 за стандартом RS-232С

Можна напряму з'єднати роз'єми приладів DTE і DCE, бо їх сигнали підібрані потрібним чином. Тобто, вихідні сигнали DTE потрапляють на вхідні сигнали DCE, і навпаки: вихідні сигнали DCE потрапляють на вхідні сигнали DTE. Тому для з'єднання пристрою DTE з пристроями DCE використовують прямий (модемний) кабель. Для з'єднання пристроїв DTE між собою або пристроїв DCE між собою, використовують перехресний (кросовер) кабель.

В інтерфейсі RS-232 використовуються:

- 16 сервісних сигналів;
- 4 інформаційних сигнали;
- 2 загальних сигнали.

Використання сигналів не обов'язкове і залежить від програми, де їх використовують. Наприклад, мінімальний набір сигналів TD і GND дозволяє передавати дані від DTE до DCE за стандартом RS-232c по двох проводах.

Міжнародний стандарт ITU-T v.24 включає в себе опис 37 сигналів, які використовуються для передачі двійкових даних між терміналом (DTE) і кінцевим пристроєм зв'язку (DCE).

Всі сигнали RS-232C включені до складу сигналів стандарту ITU-T v.24 під іншими назвами. Відповідність сигналів стандарту RS-232C сигналам стандарту ITU-T v.24, а також їх популярна назва показана в Додатку 7.1.

Стандартні інтерфейси для обраних конфігурацій системи зв'язку.

Оскільки інтерфейс RS-232C універсальний, то він може застосовуватися в різних додатках і режимах. Для кожного додатка можуть використовуватися різні поєднання сигналів інтерфейсу, які називаються конфігураціями. Стандарт RS-232C передбачає 13 стандартних конфігурацій AM і одну конфігурацію Z, яка налаштовується.

Стандартні конфігурації:

A – перший канал тільки передача:

- Базові сигнали: AB (GND), BA (TxD), CB (CTS), CC (DSR);
- Опційно для комутованих служб: CD (DTR), CE (RI);
- Опційно для синхронних каналів: DA (TST), DB (TST);

– Опційно для тестування: ТМ (ТМ).

В – перший канал тільки передача зі стробом (RTS):

- Базові сигнали: АВ (GND), ВА (ТxD), СА (RTS), СВ (CTS), СС (DSR);
- Опційно для комутованих служб: CD (DTR), CE (RI);
- Опційно для синхронних каналів: DA (TST), DB (TST);
- Опційно для тестування: ТМ (ТМ).

С – перший канал тільки прийом:

- Базові сигнали: АВ (GND), ВВ (RxD), СС (DSR), CF (DCD);
- Опційно для комутованих служб: CD (DTR), CE (RI);
- Опційно для синхронних каналів: DD (RST);
- Опційно для тестування: ТМ (ТМ).

D – перший канал дуплекс зі стробом (RTS):

- Базові сигнали: АВ (GND), ВА (ТxD), ВВ (RxD), СА (RTS), СВ (CTS), С (DSR), CF (DCD)
- Опційно для комутованих служб: CD (DTR), CE (RI);
- Опційно для синхронних каналів: DA (TST), DB (TST), DD (RST);
- Опційно для тестування: ТМ (ТМ).

Е – перший канал дуплекс:

- Базові сигнали: АВ (GND), ВА (ТxD), ВВ (RxD), СВ (CTS), СС (DSR), F (DCD);
- Опційно для комутованих служб: CD (DTR), CE (RI);
- Опційно для синхронних каналів: DA (TST), DB (TST), DD (RST);
- Опційно для тестування: ТМ (ТМ).

F – перший канал тільки передача зі стробом (RTS), другий канал тільки прийом:

- Базові сигнали: АВ (GND), ВА (ТxD), СА (RTS), СВ (CTS), СС (DSR), SBВ (SRD), SCF (SDCD);
- Опційно для комутованих служб: CD (DTR), CE (RI);
- Опційно для синхронних каналів: DA (TST), DB (TST);
- Опційно для тестування: ТМ (ТМ).

G – перший канал тільки прийом, другий канал тільки передача зі стробом (SRTS):

- Базові сигнали: AB (GND), BB (RxD), CA (RTS) CC (DSR), CF (DCD), SBA (STD), SCA (SRTS), SCB (SCTS);
- Опційно для комутованих служб: CD (DTR), CE (RI);
- Опційно для синхронних каналів: DD (RST);
- Опційно для тестування: TM (TM).

H – перший канал тільки передача, другий канал тільки прийом:

- Базові сигнали: AB (GND), BA (TxD), CB (CTS), CC (DSR), SBB (SRD), CF (SDCD);
- Опційно для комутованих служб: CD (DTR), CE (RI);
- Опційно для синхронних каналів: DA (TST), DB (TST);
- Опційно для тестування: TM (TM).

I – перший канал тільки прийом, другий канал тільки передача:

- Базові сигнали: AB (GND), BB (RxD), CC (DSR), CF (DCD), SBA (STD), SCB (SCTS);
- Опційно для комутованих служб: CD (DTR), CE (RI);
- Опційно для синхронних каналів: DD (RST);
- Опційно для тестування: TM (TM);

J – перший канал тільки передача зі стробом (RTS), другий канал напівдуплекс:

- Базові сигнали: AB (GND), BA (TxD), CA (RTS), CB (CTS), CC (DSR), SBA (STD), SBB (SRD), SCA (SRTS), SCB (SCTS), SCF (SDCD);
- Опційно для комутованих служб: CD (DTR), CE (RI);
- Опційно для синхронних каналів: DA (TST), DB (TST);
- Опційно для тестування: TM (TM).

K – перший канал тільки прийом, другий канал напівдуплекс:

- Базові сигнали: AB (GND), BB (RxD), CC (DSR), CF (DCD), SBA (STD), SBB (SRD), SCA (SRTS), SCB (SCTS), SCF (SDCD);
- Опційно для комутованих служб: CD (DTR), CE (RI);

- Опційно для синхронних каналів: DA (TST), DB (TST), DD (RST);
- Опційно для тестування: TM (TM).

L – перший канал дуплекс зі стробом (RTS), другий канал дуплекс зі стробом SRTS):

- базові сигнали: AB (GND), BA (TxD), BB (RxD), CA (RTS), CB (CTS), CC (DSR), CF (DCD), SBA (STD), SBB (SRD), SCA (SRTS), SCB (SCTS), SCF (SDCD)
- Опційно для комутованих служб: CD (DTR), CE (RI)
- Опційно для синхронних каналів: DA (TST), DB (TST), DD (RST)
- Опційно для тестування: TM (TM)

M – перший канал дуплекс, другий канал дуплекс

- базові сигнали: AB (GND), BA (TxD), BB (RxD), CA (RTS), CB (CTS), C (DSR), CF (DCD), SBA (STD), SBB (SRD), SCB (SCTS), SCF (SDCD)
- Опційно для комутованих служб: CD (DTR), CE (RI)
- Опційно для синхронних каналів: DA (TST), DB (TST), DD (RST)
- Опційно для тестування: TM (TM)

Z – конфігурація виробника, допускає будь-які поєднання сигналів.

Наприклад, COM порт ПК використовує конфігурацію D з опцією комутованих служб.

7.2 Інтерфейс RS-485

RS-485 (Recommended Standard 485 або EIA/TIA-485-A) - рекомендований стандарт передачі даних по двох-провідному напів-дуплексному багатоточковому послідовному симетричному каналу зв'язку. Спільна розробка асоціацій: Electronic Industries Alliance (EIA) і Telecommunications Industry Association (TIA). Стандарт описує тільки фізичні рівні передачі сигналів (тобто тільки 1-й рівень моделі взаємозв'язку відкритих систем OSI). Стандарт не описує програмну модель обміну і протоколи обміну. RS-485 створювався для

розширення фізичних можливостей інтерфейсу RS232 з передачі двійкових даних.

7.2.1 Властивості інтерфейсу стандарту RS-485

Двонапрямна напівдуплексна передача даних. Потік послідовних даних передається одночасно тільки в один бік, передача даних в інший бік вимагає перемикання приймача. Прийомо-передавачі прийнято називати «драйверами» (driver), це пристрій або електричний ланцюг, який формує фізичний сигнал на боці передавача.

Симетричний канал зв'язку. Для прийому/передачі даних використовуються два рівнозначних сигнальних дроти. Провідники позначаються латинськими літерами «А» і «В». За цими двома провідниками йде послідовний обмін даними в обох напрямках (по черзі). При використанні крученої пари симетричний канал істотно підвищує стійкість сигналу до синфазної завади і добре зменшує електромагнітні випромінювання, створювані корисним сигналом.

Диференціальний (балансний) спосіб передачі даних. При цьому способі передачі даних на виході приймача змінюється різниця потенціалів, при передачі «1» різниця потенціалів між АВ позитивна при передачі «0» різниця потенціалів між АВ негативна. Тобто, струм між контактами А і В при передачі «0» і «1» тече (балансує) в протилежних напрямках.

Багато-точковість. Допускає множинне підключення приймачів і прийомо-передавачів до однієї лінії зв'язку. При цьому допускається підключення до лінії в даний момент часу тільки одного передавача і безлічі приймачів, решта передавачів повинні чекати звільнення лінії зв'язку для передачі даних.

Низько-імпедансний вихід передавача. Буферний підсилювач передавача має низько-омний вихід, що дозволяє передавати сигнал до багатьох приймачів. Стандартна навантажувальна здатність передавача дорівнює 32-м

приймачам на один передавач. Крім цього, струмовий сигнал використовується для роботи «крученої пари» (чим більше робочий струм «крученої пари», тим сильніше вона придушує синфазні перешкоди на лінії зв'язку).

Зона нечутливості. Якщо диференційний рівень сигналу між контактами АВ не перевищує $\pm 200\text{мВ}$, то вважається, що сигнал у лінії відсутній. Це збільшує стійкість передачі даних.

7.2.2 Технічні характеристики RS-485

- Допустима кількість прийомо-передавачів (драйверів) 32;
- Максимальна довжина лінії зв'язку 1200 м;
- Максимальна швидкість передачі 10 Мбіт/с;
- Мінімальний вихідний сигнал драйвера $\pm 1,5\text{ В}$;
- Максимальний вихідний сигнал драйвера $\pm 5\text{ В}$;
- Максимальний струм короткого замикання драйвера 250 мА;
- Вихідний опір драйвера 54 Ом;
- Вхідний опір драйвера 12 кОм;
- Допустимий сумарний вхідний опір 375 Ом;
- Діапазон нечутливості до сигналу $\pm 200\text{ мВ}$;
- Рівень логічної одиниці (U_{ab}) $> +200\text{ мВ}$;
- Рівень логічного нуля (U_{ab}) $< -200\text{ мВ}$.

Вхідний опір для деяких приймачів може бути більше 12 кОм (одичне навантаження). Наприклад, 48 кОм (1/4 одичного навантаження) або 96 кОм (1/8), що дозволяє збільшити кількість приймачів до 128 або 256. При різних вхідних опорах приймачів необхідно, щоб загальний вхідний опір був не менше 375 Ом.

7.2.3 Опис роботи RS-485.

Оскільки стандарт, RS-485 описує тільки фізичний рівень процедури обміну даними, то всі проблеми обміну, синхронізації і квітування, покладаються на більш високий протокол обміну. Як вже зазначалось, найчастіше це стандарт RS-232 або інші верхні протоколи (ModBus, DCON і т.п.).

Сам RS-485 виконує тільки наступні дії:

- перетворює вхідну послідовність «1» і «0» в диференційний сигнал;
- передає диференційний сигнал в симетричну лінію зв'язку;
- підключає або відключає передавач драйвера за сигналом вищого протоколу;
- приймає диференційний сигнал з лінії зв'язку.

Перетворення рівнів сигналів і новий спосіб їх формування дозволив вирішити ряд проблем, які в свій час не були враховані при створенні стандарту RS-232.

Фізичний сигнал RS-485 має низку переваг перед сигналом RS-232. Використовується однополярне джерело живлення +5 В, яке поширене для живлення більшості електронних приладів і мікросхем, що спрощує конструкцію і полегшує узгодження пристроїв. Крім того, потужність сигналу передавача RS-485 в 10 разів перевершує потужність сигналу передавача RS-232. Це дозволяє підключати до одного передавача RS-485 до 32 приймачів і таким чином вести трансляційну передачу даних.

Також реалізовано використання симетричних сигналів, у яких є гальванічна розв'язка з нульовим потенціалом живильної мережі. В результаті виключено попадання перешкоди по нульовому проводу живлення (як в RS-232). Оскільки передавачі можуть робити на низькоомних навантаженнях, то стає можливим використовувати ефект придушення синфазних перешкод за допомогою властивостей «крученої пари». Це суттєво збільшує дальність зв'язку. Крім цього, з'являється можливість «гарячого» підключення приладу до

лінії зв'язку (хоча це не передбачено стандартом RS-485). Зауважимо, що в RS-232 «гаряче» підключення приладу зазвичай приводить до виходу з ладу COM порту комп'ютера.

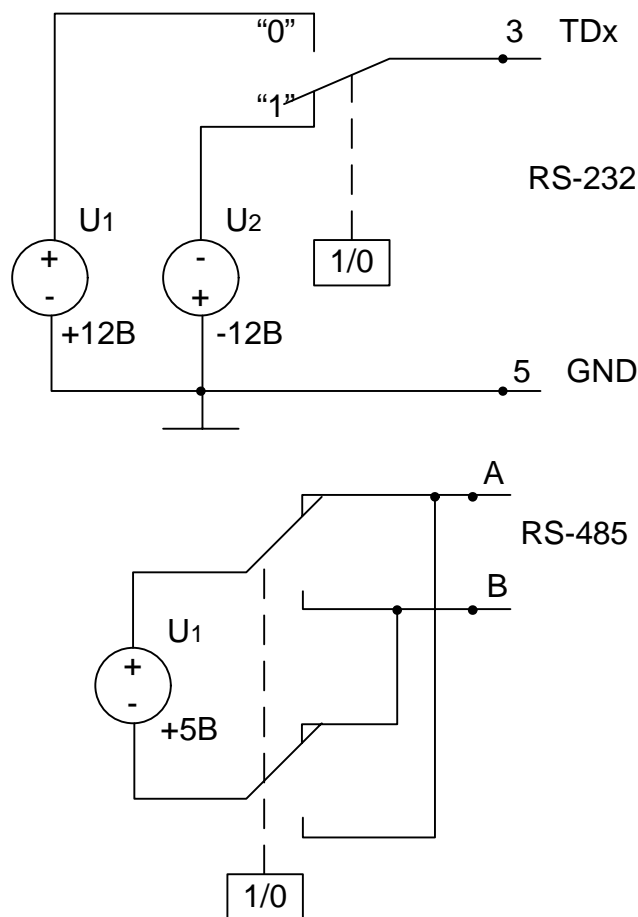


Рисунок 7.4 – Формування сигналів RS-485 та RS-232

7.2.4 Опис обміну даними за стандартом RS-485:

Кожен прийомо-передавач RS-485 може знаходитися в одному з двох станів: передача або прийом даних. Перемикання прийомо-передавача відбувається за допомогою спеціального сигналу. Наприклад, на рисунку 7.5 показано обмін даними з використанням перетворювача AC3 фірми Овен. Режим перетворювача перемикається сигналом RTS. Якщо $RTS = 1$ (True), AC3 передає дані, які надходять до нього від COM порту, в мережу RS-485. При

цьому всі інші драйвери повинні знаходитися в режимі прийому ($RTS = 0$). По суті справи RS-485 є двонапрямним буферним мультиплексованим підсилювачем для сигналів RS-232.

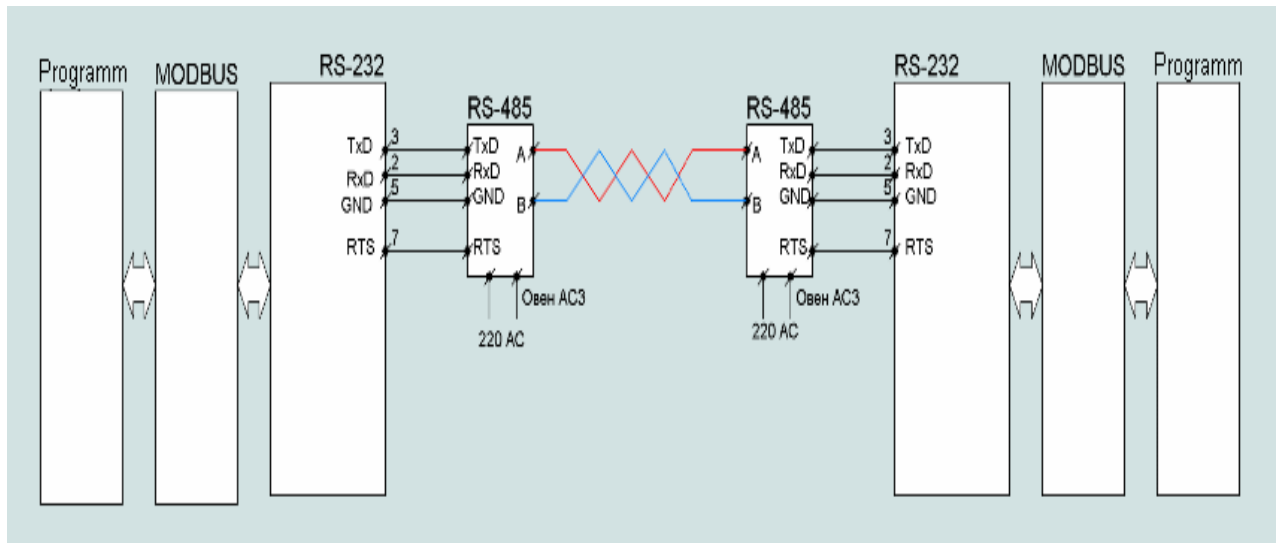


Рисунок 7.5 – Приклад використання перетворювача Овен AC3.

Ситуація, коли в один час буде працювати більше одного прийомо-передавача RS-485 в режимі передачі, призводить до втрати даних. Ця ситуація називається «колізією». Щоб колізії не виникали, в каналах обміну даними необхідно використовувати більш високі протоколи (MODBUS, DCON, DH485 та ін.) або програми, які напряду працюють з RS-232 і вирішують проблеми колізій. Зазвичай ці протоколи називають 485-тими протоколами. Хоча, насправді, апаратною основою всіх цих протоколів служить, звичайно, RS-232. Він забезпечує апаратну обробку всього потоку інформації. Програмну обробку потоку даних і рішення проблем з колізіями здійснюють протоколи вищого рівня (Modbus та ін) і ПО.

7.2.5 Основні принципи реалізації протоколів верхнього рівня

Коротко розглянемо ці протоколи, хоча вони не мають відношення до стандарту RS-485. Зазвичай протокол верхнього рівня включає в себе пакетну, кадрову або фреймову організацію обміну. Тобто, інформація передається

логічно завершеними частинами. Кожен кадр обов'язково маркується, тобто позначається його початок і кінець спеціальними символами. Кожен кадр містить адресу приладу, команду, дані, контрольну суму, які необхідні для організації багато-точкового обміну. Щоб уникнути колізій зазвичай застосовують схему «ведучий» (master) – «ведений» (slave). «Ведучий» має право самостійно перемикає свій драйвер RS-485 в режим передачі, інші драйвери RS-485 працюють у режимі прийому і називаються «веденими». Щоб «ведений» почав передавати дані в лінію зв'язку, «ведучий» посилає йому спеціальну команду, яка дає приладу з вказаною адресою право перемкнути свій драйвер в режим передачі на певний час.

Після передачі дозвільної команди «веденому» «ведучий» відключає свій передавач і чекає відповіді «веденого» на проміжку часу, який називається «тайм-аут». Якщо протягом тайм-ауту відповідь від «веденого» не отримано, то «ведучий» знову займає лінію зв'язку. У ролі «ведучого» зазвичай виступає програма, встановлена на комп'ютер. Існує і більш складна організація пакетних протоколів, яка дозволяє циклічно передавати роль «ведучого» від приладу до приладу. Зазвичай такі прилади називають «лідерами», або кажуть, що прилади передають «маркер». Володіння «маркером» робить прилад «ведучим», але він має обов'язково передати його іншому приладу мережі за певним алгоритмом. В основному зазначені вище протоколи відрізняються за цими алгоритмами.

Як ми бачимо, верхні протоколи мають пакетну організацію і виконуються на програмному рівні, вони дозволяють вирішити проблему з «колізіями» даних і багато-точкову організацію обміну даними.

7.2.6 Топологія мережі RS-485

Мережа RS-485 будується за послідовною шиною (bus), тобто прилади в мережі з'єднуються послідовно симетричними кабелями. Кінці ліній зв'язку при цьому повинні бути навантажені погоджувальними резисторами –

«термінаторами» (terminator), величина яких має дорівнювати хвильовому опору кабелю зв'язку.

Термінатори виконують такі функції:

- зменшують відбиття сигналу від кінця лінії зв'язку;
- забезпечують достатній струм через всю лінію зв'язку, що необхідно для пригнічення синфазної перешкоди за допомогою крученої пари.

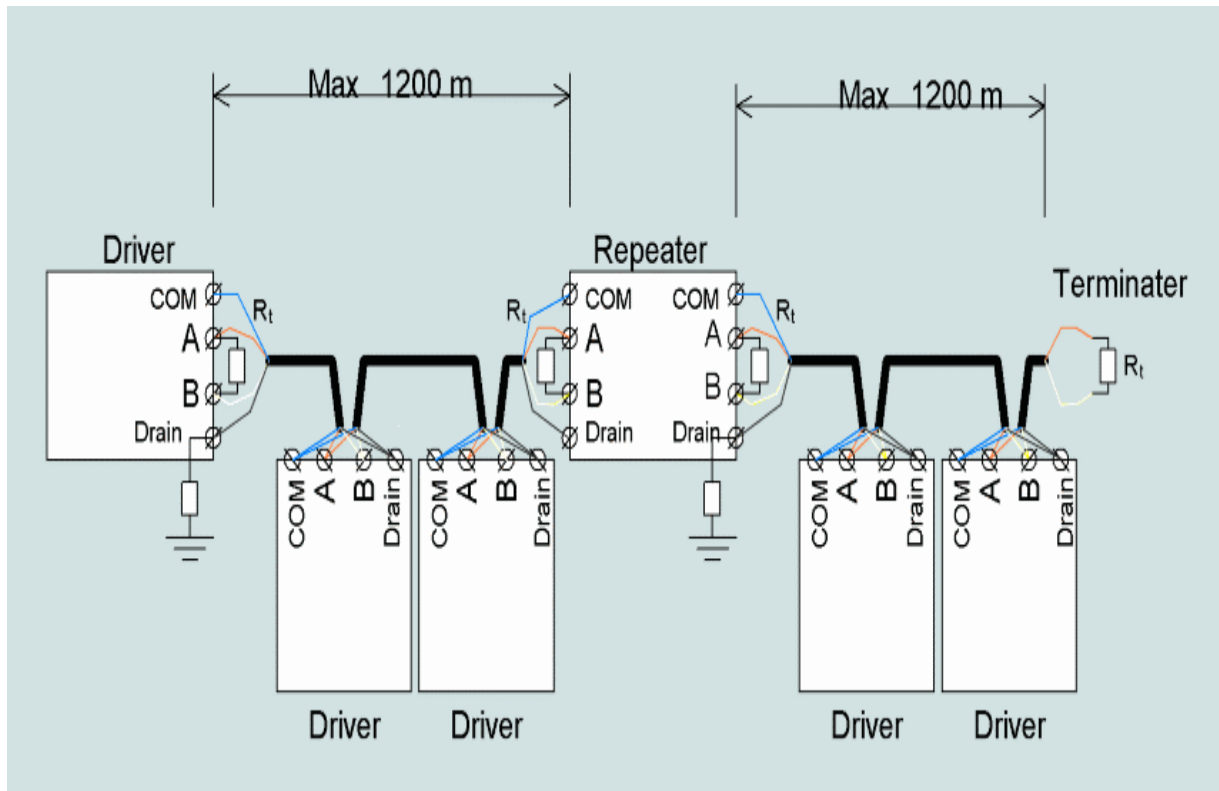


Рисунок 7.6 - Топологія мережі RS485

Якщо довжина сегмента мережі перевищує 1200 м або кількість драйверів в сегменті більше 32, потрібно використовувати повторювач (repeater), для створення наступного сегменту мережі. При цьому кожен сегмент мережі повинен бути підключений до термінатора. Сегментом мережі при цьому вважається кабель між крайнім приладом і повторювачем або між двома повторювачами.

Стандарт RS-485 не визначає, який тип симетричного кабелю потрібно використовувати, але де-факто використовують кабель типу «кручена пара» з хвильовим опором 120 Ом. Для аналізу якості узгодження лінії зв'язку застосовують тестові функції. Зазвичай така функція вбудована в конкретний прилад або програму. Під час тестування передавач посилає в мережу задану послідовність символів, а приймач на іншому кінці лінії аналізує правильність прийому цієї відомої йому послідовності символів. Мережа тестується певну кількість часу, після чого за кількістю помилок робиться висновок про якість зв'язку.

Основна відмінність між RS-232 і RS-485 полягає в тому, що протокол RS-232 використовує небалансний сигнал. Небалансний сигнал передається по незбалансованій лінії, що представляє собою сигнальну землю (посилання на рівні напруги) і одиночний сигнальний дріт, рівень напруги на якому використовується, щоб передати або отримати двійкові 1 або 0. Даний інтерфейс застосовується для двоточкового зв'язку на низькій швидкості. Потрібна загальна лінія заземлення, що означає обмежену довжину кабелю (до 30-60 м). Основні проблеми: інтерференція і опір кабелів. RS 232 був спроектований для зв'язку з локальним приладом і підтримує один передавальний пристрій і один приймальний пристрій. У RS-485 застосований інший принцип: кожен сигнал використовує одну двожильну кручену пару. Це так звана «балансна передача даних» або «диференціальна передача напругою». При використанні RS-485 кабель може досягати довжини до 1200м зі швидкістю передачі даних до 2,5 Мбіт/с.

RS-485 застосовується для багато-точкового зв'язку: більша кількість пристроїв може бути підключена до одиночного кабелю аналогічно мережі ETHERNET, в якій використовується коаксіальний кабель. У більшості систем з RS-485 застосовують ієрархічну побудову, де кожен підлеглий вузол має свою унікальну адресу і відповідає тільки на пакети, адресовані саме йому.

7.3 Завдання для самоконтролю

1. Дати визначення поняттям DCE (Data Communication Equipment, обладнання передачі даних) і DTE (Data Terminal Equipment, термінальне обладнання).
2. Якою повинна бути напруга на вході приймача RS-232?
3. За допомогою яких напруг відбувається формування сигналів RS-485 і RS-232?
4. Які можуть бути рівні сигналів для стандарту RS-232?
5. Яка напруга вважається перехідною для стандарту RS-232?
6. Проаналізувати основні властивості стандарту RS-485.
7. Яка максимальна довжина кабелю при використанні RS-485?
8. Охарактеризувати принцип роботи стандарту RS-485.
9. Привести основні недоліки стандарту RS-232 перед RS-485.
10. На яких рівнях моделі OSI використовується стандарт RS-485?

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Беллами Дж. Цифровая телефония. – М.: Эко-Трендз, 2004. - 640 с.
2. Букрина Е.В. Сети связи и системы коммутации: Учебное пособие / Е.В. Букрина. - Екатеринбург: УрТИСИ ГОУ ВПО «СибГУТИ», 2007. – 186с.
3. Вишневский В.М. Теоретические основы проектирования компьютерных сетей. – М.: Техносфера, 2003.
4. Галичский К.В. Компьютерные системы в телефонии. – СПб.: БВХ-Петербург, 2002. – 401с.
5. ГОСТ Р МЭК 870-5-1-95. Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 1. Форматы передаваемых кадров – М.: ИПК Издательство стандартов, 1995. - 36 с.
6. ГОСТ Р МЭК 870-5-2-95. Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 2. Процедуры в каналах передачи. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1995. - 45 с.
7. ГОСТ Р МЭК 870-5-3-95. Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 3. Общая структура данных пользователя. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1995. - 20 с.
8. ГОСТ Р МЭК 870-5-4-96. Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 4. Определение и кодирование элементов пользовательской информации. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1995. - 42с.
9. ГОСТ Р МЭК 870-5-5-96. Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 5. Основные прикладные функции. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1995. - 36 с.
10. ГСТУ 45.023-2001 Цифрові мережі телекомунікацій. Фізичні і електричні характеристики інтерфейсів.
11. Дж. Уолрид Телекоммуникационные и компьютерные сети. Вводный курс. –М.: Постмаркет, 2001. – 480 с.

12. ДСТУ 2621-94 Зв'язок телефонний. Загальні поняття. Телефонні мережі. Терміни та визначення.
13. ДСТУ 3773-98 Мережа зв'язку цифрова первинна. Терміни та визначення.
14. ДСТУ 4382:2005 Мережі електрозв'язку цифрові. Мережі синхронізації. Терміни та визначення понять.
15. Закон України 1280-IV «Про телекомунікації» від 18 листопада 2003 року, що опублікований Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2004, N 12, ст.155
16. Иванова Т.И. Абонентские терминалы и компьютерная телефония. – М.: Эко-Трендз, 1999. –240 с.: ил.
17. Иванова Т.И. Корпоративные сети связи – М.: Эко-Трендз, 2001. – 282с.
18. Кожанов Ю.Ф. Протоколы и интерфейсы в цифровой сети с коммутацией каналов. - СПб.: Siemens, 2002.
19. Корякин-Черняк С.Л., Котенко Л.Я. Телефонные сети и аппараты. – М.: Наука и техника, 1998.
20. Кох Р., Яновский Г.Г. Эволюция и конвергенция в электросвязи. - М.: Радио и связь, 2001. - 280 с.: ил.
21. Лагутенко О.И. Модемы. Справочник пользователя – СПб.: Лань, 1997.
22. Лифшиц Б.С., Фидлин Я.В., Харкевич А.Д. Теория телефонных и телеграфных сообщений. Массовое обслуживание. Потoki, Теория очередей. Информационные сети. Моделирование. Коммутация М.: Связь, 1971.
23. Максим М., Поллино Д. Безопасность беспроводных сетей. Электронная версия книги. - М.: ДМК Пресс, 2004. - 288стр.
24. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Системы документальной электросвязи». – Донецк: ДонНТУ, 2007. (эл. версия).
25. Невдяев Л. М. Телекоммуникационные технологии, англо-русский толковый словарь-справочник М.: МЦНТИ. 2002.

26. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети: Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 3-е изд. _СПб.: Питер, 2007. -956 с.: ил.

27. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Основы сетей передачи данных. –М.: ИНТУИТ.РУ, 2003 – 248 с.

28. Рошан, Педжман, Лиэри, Джонатан. Основы построения беспроводных локальных сетей стандарта 802.11. : Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 304 с.: ил. – Парал. Тит. Англ..

29. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие. В 3 томах / Катунин Г.П., Мамчев Г.В., Попантонопуло В.Н., Шувалов В.П. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 672 с.:ил.

30. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие. Том 1. – М.: Горячая линия-Телеком, 2004. – 672 с.

31. Шварцман В.О. Телематика. - М.: Радио и связь, 1993. – 224 с.: ил.

32. Щелованов Л.Н. Системы факсимильной связи. – Ленинград: Ленинградский электротехнический институт связи им. Проф. М. А. Бонч-Брунвича, 1991. – 46 с.

33. Эрглис К.Э. Интерфейсы открытых систем. – М.: Горячая линия – Телеком, 2000. – 256 с.

Навчальне видання

ВОРОПАСВА Вікторія Яківна
МОЛОКОВСЬКИЙ Ігор Олексійович
ПОДДУБНЯК Володимир Йосипович
ТУРУПАЛОВ Віктор Володимирович
ШЕБАНОВА Людмила Олександрівна
ЯРЕМКО Ігор Миколайович

КІНЦЕВІ ПРИСТРОЇ АБОНЕНТСЬКОГО ДОСТУПУ

Навчальний посібник

(українською мовою)

Технічне редагування, коректура *Н.В. Червінська*
Дизайн обкладинки *І.М. Яремко*

Видавництво: Державний вищий навчальний заклад «Донецький національний технічний університет». Україна, 83001, м. Донецьк, вул. Артема, 58, 1.312.
Тел.: (062) 301-08-67.

Свідоцтво про державну реєстрацію суб'єкта видавничої справи:
Серія ДК № 2982 від 21.09.2007.

Підписано до друку 1.07.2013. Формат 60×84¹/₁₆.
Ум. друк. арк. 12.63 Друк лазерний. Зам. №777. Наклад 350 прим.

Надруковано в ТОВ «Цифрова типографія»
Адреса: м.Донецьк, вул. Челюскінців, 291, тел.: (062) 338-07-31, 388-07-30