

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

Факультет цивільного захисту
Кафедра організації та технічного забезпечення
аварійно-рятувальних робіт

ЗАТВЕРДЖУЮ

Начальник кафедри організації
та технічного забезпечення
аварійно-рятувальних робіт,
к.т.н., доцент

Віталій СОБИНА

«___» _____ 2024 р.

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни

«АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТА ЗВ'ЗОК»

циклу обов'язкової професійної підготовки за (першим бакалаврським) рівнем
вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Цивільний захист»

Розробник(и):

старший викладач кафедри організації та технічного
забезпечення аварійно-рятувальних робіт
факультету цивільного захисту, к.ю.н., доцент

Лариса БОРИСОВА

2024 рік

Тема 1.1. Організація електронних комунікацій у підрозділах ДСНС

План

Вступ

1. Призначення, задачі та вимоги до інформаційних та електронних комунікаційних систем у ДСНС.
2. Класифікація інформаційних та електронних комунікаційних систем.
 - 2.1 Поняття інформації.
 - 2.2 Поняття інформаційної системи.
 - 2.3 Класифікація та структура інформаційних систем.
 - 2.4 Електронні комунікаційні системи.
 - 2.4.1 За територіальною поширеністю.
 - 2.4.2 За відомчою належністю.
 - 2.4.3 За призначенням.
 - 2.4.4 За технологіями.
2. Нормативне забезпечення інформаційних та електронних комунікаційних систем у ДСНС.
3. Види електронних комунікаційних систем ДСНС.
4. Організація, впровадження та використання засобів електронних комунікацій у гарнізонах ДСНС.

Література

1. Автоматизовані системи управління та зв'язок: курс лекцій / Уклад. Л.В. Борисова, О.В. Загора, А.Б. Феценко. – Х : НУЦЗУ, 2018. – 282 с.
2. Поповський В.В. Основи теорії телекомунікаційних систем: підручник. – Харків: ХНУРЕ, 2018. – 368 с.
3. Сторчак К.П., Ткаленко О.М. Системи розподілу інформації. Навч. посібник, підготовлено для студентів вищих навчальних закладів. – Київ : ДУТ, 2018. – 98с.
4. В. О. Собина, Д. В. Тарадуда, М. М. Пікрасов, Л. В. Борисова, О. В. Загора, А. Б. Феценко, М.В. Маляров, Д. Л. Соколов. Дослідження проблем функціонування системи зв'язку ДСНС, використання засобів телекомунікацій та інформатизації в системі ДСНС, шляхів їх розвитку із застосуванням сучасних телекомунікаційних та інформаційних технологій, Звіт про НДР: № держреєстрації 0119U001009, Х. : НУЦЗУ, 2020. – 85 с. URL: <http://ndr.dsns.gov.ua/?p=7135>.
5. Законодавство України. Офіційний веб-портал парламенту України. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/main>

Вступ

Розвиток ДСНС України та цивільного захисту не можливий без постійного технологічного переоснащення та різноманітних інноваційних процесів. Інформаційно-комунікаційні технології відіграють важливу роль для підвищення ефективності реагування на надзвичайні ситуації природного та техногенного

характеру. Електронні комунікаційні системи цивільного захисту – це складні системи як за своєю структурою, так і функціями, які вони виконують.

Рівень інформатизації будь-якої країни, ступінь її залучення до глобального інформаційного суспільства, визначається розвитком інформаційних комунікацій. Основу інформаційних комунікацій формують інформаційні мережі, які базуються на телекомунікаційних мережах. На шляху еволюційного розвитку телекомунікаційних мереж виокремлюють три етапи: аналоговий, цифровий та етап телекомунікаційно-комп'ютерної інтеграції.

Перший етап характеризує епоху аналогової телефонії, де середовищем передавання переважно були мідні кабелі. Багатоканальні системи передавання будували за принципом частотного розподілу телефонних каналів. Розподіл інформації здійснювався за принципом комутації каналів із телекомунікаційно-комп'ютерної інтеграції і ознаменувався успіхами як у галузі електроніки, так і комп'ютерних технологій. Створення високопродуктивних, малогабаритних комп'ютерів, інтеграція їх із використанням електромеханічних (декадно-крокових, координатних) або в кращому випадку квазіелектронних автоматичних телефонних станцій.

Зародження етапу цифрового зв'язку розпочато з моменту формулювання та доведення теореми Котельникова (1933 рік) та розробки основ теорії потенційної завадостійкості (1946 рік). Досягнення мікро-, нано- та оптоелектроніки уможливили створення апаратури цифрового зв'язку. Із появою нових телекомунікаційних технологій, орієнтованих на пакетний спосіб передавання інформації (оптичне волокно, радіочастотний ресурс) та забезпечення мобільності зв'язку, виникла необхідність суттєво підвищити продуктивність, ефективність та якість обслуговування телекомунікаційних мереж.

Етап телекомунікаційно-комп'ютерної інтеграції означений успіхами як у галузі електроніки, так і комп'ютерних технологій. Інтеграція комп'ютерів з телекомунікаціями у якості термінальних і комунікаційних пристроїв, а також досягнення в галузі інформаційних технологій стали підґрунтям створення інформаційних мереж. Це дало змогу накопичувати в електронному вигляді, зберігати й обробляти значні ресурси інформації та надавати її користувачам за їх запитом у зручний для них час.

Розвиток інформаційно-комунікаційних технологій встановлює, що *межі модернізації програмно-технічного забезпечення не повинні знаходитись у яких-небудь рамках, вони повинні мати можливість гнучко змінюватися з урахуванням вимог та сучасних умов для безперебійного функціонування зв'язку, електронних комунікацій та інформатизації в системі ДСНС.*

1. Призначення, задачі та вимоги до інформаційних та електронних комунікаційних систем у ДСНС

Згідно із Законом України від 16.12.2020 № 1089-ІХ «Про електронні комунікації» і Постановою КМУ від 29 червня 2004 р. № 812 «Порядок оперативного-технічного управління телекомунікаційними мережами в умовах надзвичайних ситуацій, надзвичайного та воєнного стану» (редакція від 06.02.2019) ДСНС України, як спеціальний споживач телекомунікаційних мереж, з метою впорядкування роботи відомчої інформаційно-телекомунікаційної мережі ДСНС здійснює загальний контроль за готовністю та функціонуванням телекомунікаційних мереж в умовах надзвичайних ситуацій, надзвичайного та воєнного стану.

Положення управління оперативного зв'язку та електронних комунікацій державної служби України з надзвичайних ситуацій, затверджене наказом ДСНС України від 20.06.2023 № 346, визначає *основні функції інформаційних та електронних комунікаційних систем у ДСНС:*

У галузі електронних комунікацій:

здійснення робіт із забезпечення функціонування електронних комунікаційних мереж, інформаційних та інформаційно-комунікаційних систем для забезпечення управління силами і засобами органів та підрозділів ДСНС як у мирний час, так і в особливий період;

організація та супровід функціонування відомчих електронних комунікаційних мереж ДСНС;

організація роботи з підтримки в робочому стані та технічного обслуговування електронних комунікаційних мереж апарату ДСНС;

забезпечення телефонного, радіозв'язку та відеоконференцзв'язку з органами та підрозділами ДСНС;

організаційний супровід використання корпоративної мережі мобільного зв'язку;

забезпечення достовірного обміну всіма видами інформації в нормативні строки та ведення переговорів посадовими особами;

створення каналів зв'язку, їх налагодження та розподіл;

оброблення всіх видів вхідних, вихідних та транзитних повідомлень, доставка їх адресатам (кореспондентам);

здійснення контролю за своєчасністю проходження сигналів управління, особливо важливої інформації, а також за якістю забезпечення переговорів керівного складу та апарату ДСНС;

здійснення контролю за дисципліною та безпекою зв'язку;

здійснення заходів щодо організації оповіщення, створення і належного функціонування систем оповіщення цивільного захисту різного рівня з питань, що належать до компетенції Управління;

участь у проведенні комплексних, контрольних, вибіркового перевірок технічного стану, перевірок експлуатації автоматизованих систем централізованого оповіщення населення різних рівнів та позапланових перевірок їх стану з метою перевірки організації роботи щодо їх підтримання у готовності до використання за призначенням у разі виникнення надзвичайних ситуацій;

участь у заходах із взаємодії з міжнародними організаціями, центральними та місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, підприємствами, організаціями, установами з питань створення та функціонування автоматизованих систем централізованого оповіщення населення про загрозу виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій.

У галузі інформаційних технологій:

участь у створенні інформаційних та інформаційно-комунікаційних систем, що забезпечують централізоване управління силами та засобами органів та підрозділів ДСНС;

технічна підтримка та адміністрування відомчих інформаційних та інформаційно-комунікаційних систем;

обслуговування серверного обладнання;

організаційний супровід електронного комунікаційного обладнання та програмних комплексів спеціальної інформаційно-комунікаційної системи органів виконавчої влади.

У сфері забезпечення технічного захисту інформації:

виконання робіт із технічного захисту інформації на об'єктах інформаційної діяльності у системі ДСНС відповідно до повноважень, наданих ДСНС;

проведення спеціальних досліджень засобів електронно-обчислювальної техніки у системі ДСНС;

проведення інструментального контролю захищеності інформації, атестації комплексів технічного захисту інформації та проведення діяльності щодо виявлення та блокування витоку мовної та видової інформації через закладні пристрої на об'єктах інформаційної діяльності ДСНС;

супровід та забезпечення функціонування комплексів технічного захисту інформації та комплексних систем захисту інформації з обмеженим доступом в інформаційних та інформаційно-комунікаційних системах ДСНС;

проведення державної експертизи комплексних систем захисту інформації в інформаційних та інформаційно-комунікаційних системах ДСНС;

участь у впровадженні та забезпеченні функціонування комплексних систем захисту інформації в інформаційних та інформаційно-комунікаційних системах ДСНС;

участь у перевірках стану технічного захисту інформації у системі ДСНС.

У сфері технічної експлуатації та обслуговування засобів електронних комунікацій, оповіщення, обчислювальної техніки та програмного забезпечення:

участь у заходах з організації створення та впровадження сучасних автоматизованих систем централізованого оповіщення та інформування про загрозу виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій усіх рівнів;

планування та організація технічної експлуатації засобів електронних комунікацій, обчислювальної техніки, загальнодержавної автоматизованої системи централізованого оповіщення про загрозу виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій;

технічне забезпечення супроводу відомчих електронних комунікаційних мереж ДСНС;

забезпечення безвідмовного функціонування електронного комунікаційного обладнання, участь у ремонтних і профілактичних роботах засобів інформатизації апарату ДСНС;

організація заходів щодо експлуатаційного та технічного забезпечення функціонування відомчої системи відеоконференцзв'язку та телефонії;

здійснення технічного забезпечення роботи відомчих каналів передачі даних.

2. Класифікація інформаційних та електронних комунікаційних систем

2.1. *Поняття інформації*

Майже дев'яносто років пройшло з того часу, як інформація із буденного терміна перетворилася на одну з провідних наукових категорій. Першу спробу уточнити термін «інформація» зробив у 1921 р. Р. Фішер, який хотів підвести інформацію під імовірність; через сім років Р. Хартлі вводить поняття «логарифмічна міра кількості інформації»; у 1929 р. Л. Сциллард пов'язує інформацію з ентропією. У кінці 1940-х рр. К. Шенон математично обґрунтував поняття кількості інформації як міри зменшення невизначеності, що перевело слово «інформація» в ряд наукових термінів. Теорія інформації, створена К. Шеноном, була першою науковою дисципліною, безпосередньо зв'язаною з переосмисленням феномена інформації.

Ідея про те, що інформацію можна розглядати як щось самостійне, виникла разом з новою наукою – кібернетикою, яка вивчає закономірності управління системами з перероблення інформації (кібернетичними системами), довівши, що інформація має безпосереднє відношення до процесів управління і розвитку, забезпечуючи стійкість і виживання будь-яких систем.

Інформація – один із найважливіших феноменів, органічно і фундаментально «вбудованих» у сучасні парадигми наукового пізнання людини, суспільства, світу.

Інформація і є інформація, а не матерія і не енергія. Інформація, за визначенням В. М. Бехтерева, – «це нематеріальна субстанція, на відміну від речовини або енергії, але від них невід'ємна, як від своїх носіїв».

Вставши в один ряд із такими категоріями, як матерія та енергія, інформація перетворилася на надзвичайно широке поняття. Залежно від галузі знань, у якій проводилось дослідження, інформація отримала чималу кількість визначень.

Першим сформулював поняття «інформація» математик Н. Вінер: «Інформація – це визначення змісту, отриманого із зовнішнього світу в процесі нашого пристосування до нього і пристосування до нього наших почуттів. Процес отримання та використання інформації є процесом нашого пристосування до випадковостей зовнішнього середовища нашої життєдіяльності в цьому середовищі».

У. Р. Ешбі пов'язує інформацію з різноманітністю, а також з процесами відображення, котрі завжди супроводжують будь-які взаємодії матеріальних

систем; це є підґрунтям уважати, що інформація може існувати там, де є різноманіття.

Дж. Хопфілд під «комунікацією» розуміє створенням порядку з безладдя або, збільшення ступені тієї упорядкованості, яка існувала до одержання повідомлення.

Згідно зі ст.1 Закону України «Про інформацію», під *інформацією* розуміють «будь-які відомості та/або дані, які можуть бути збережені на матеріальних носіях або відображені в електронному вигляді».

Інформація є не прямою фізичною дією, а є опосередкованою, тобто відбувається за допомогою сигналів, що припускають у об'єктів наявності хоч би простої системи зворотного зв'язку, яка кодує і декодує сигнали.

2.2. Поняття інформаційної системи

*Інформаційна система*¹ – організований набір елементів, що збирає, обробляє, передає, зберігає та надає дані. Інформаційна система (ІС) складається із людей, обладнання, процесів, процедур, даних та операцій.

Компоненти інформаційна системи:

структура системи;

функції кожного елемента системи;

вхід і вихід кожного елемента і системи в цілому;

мета і обмеження системи та її окремих елементів.

Інформаційна система:

відображає функціонування об'єкта управління, впливаючи на нього через органи управління;

є сукупністю інформаційних процесів для визначення потреби в інформації різних рівнів прийняття рішень;

забезпечує нагромадження, передачу, збереження, оброблення та узагальнення інформації «знизу вгору», а також конкретизацію інформації «зверху донизу».

Метою інформаційної системи є продукування інформації для використання (споживання) управлінським апаратом;

Призначення інформаційної системи полягає в описі об'єкта, його станів, взаємодії, що виражається через економічні показники.

До головних завдань належать:

¹ Під системою S розуміють множину взаємопов'язаних елементів будь-якої природи, які поєднанні за деякими системо утворюючими ознаками та підпорядковані спільній меті. Система взаємодіє із зовнішнім середовищем за допомогою «входів» та «виходів».

Вхід системи – це канал, за допомогою якого зовнішнє середовище E впливає на систему S . Через входи до системи надходить енергія, інформація тощо.

Вихід системи – це канал впливу системи S на зовнішнє середовище. Енергія чи інформація, зазнавши деяких перетворень, надходять до зовнішнього середовища через «вихід».

Елементом системи називають її частину, яка виконує специфічну функцію і є неподільною з погляду завдання, що розв'язується. Між елементами довільної системи та між різними системами існують зв'язки, за допомогою яких вони взаємодіють між собою. Нові якості системи виникають саме завдяки наявності зв'язків між елементами і здійснюється перенесення властивостей кожного елемента системи до інших елементів. *Зв'язки* перетворюють систему з простого набору компонентів у єдине ціле і разом з компонентами визначають стан та структуру системи, безумовно при визначальному впливі функцій.

виявлення джерел інформації;
збирання, реєстрація, обробка та видача інформації, що характеризує стан виробництва та управління;
розподіл інформації між керівниками, підрозділами та виконавцями відповідно до їх участі в управлінні.

Інформаційна система – це інструмент для здійснення управлінських функцій.

2.3. Класифікація та структура інформаційних систем

Продуктом інформаційної системи, призначеної для завдань управління, є перетворена інформація.

Оперативність отримання інформації має першочергове значення для оптимізації рішень, які приймаються, а також для контролю за їх виконанням.

Технічні засоби перетворення інформації є одним з основних критерієм при класифікації інформаційних систем.

Автоматизованою системою управління (АСУ) є систему управління, яка орієнтована на широке і комплексне використання технічних засобів та математичних методів для вирішення інформаційних задач управління.

Усі мережі зв'язку належать до класу об'єктів, які називають великими чи складними системами. *Складні системи* за своїм складом є гетерогенними, тобто характеризуються величезною кількістю неоднорідних елементів і зв'язків між ними.²

Мережам зв'язку властиво мати всі ознаки складних систем і підпорядковуватися відповідним їм закономірностям.

Процес побудови ряду окремих структур системи має назву «структуризація».

Отримані в результаті структуризації окремі структури системи взаємопов'язані між собою. Щоб відобразити міжструктурні зв'язки, ізольовані структури розташовують у певному порядку, наприклад, ієрархічному, де ієрархія відбудовується відповідно до пріоритету аспектів дослідження системи.

Структуризація складної системи не піддається формалізації і тому її часто ототожнюють з архітектурою.

Архітектура – це багаторівневий опис системи, отриманий шляхом структуризації.

Інформаційна система має складну структуру (рис. 1).

² Вивченням та дослідженням складних систем займається наука системологія. Системний підхід, системний аналіз, як наукові методи пізнання, засновані на методологічних принципах системології, передбачають усебічний розгляд складної системи в багатьох аспектах. Для кожного аспекту до уваги береться група найбільш типових елементів і визначається різновид зв'язків між ними, які створюють певну, окрему структуру системи.



Рисунок 1 – Структура інформаційної системи

Інформаційне забезпечення – сукупність єдиної системи класифікації й кодування повідомлень, уніфікованих систем документації, схем інформаційних потоків, що циркулюють в організації, а також методологія побудови баз даних.

Технічне забезпечення – комплекс технічних засобів, призначених для роботи інформаційної системи, а також відповідна документація на ці засоби й технологічні процеси.

Комплекс технічних засобів складається з:

комп'ютерів будь-яких моделей;
пристроїв збору, накопичення, оброблення, передавання і виведення інформації;

пристроїв передавання даних і ліній зв'язку;

оргтехніки та пристроїв автоматичного знімання інформації;

експлуатаційних матеріалів та ін.

Математичне й програмне забезпечення – сукупність математичних методів, моделей, алгоритмів і програм для реалізації цілей і завдань інформаційної системи, а також нормального функціонування комплексу технічних засобів. До засобів математичного забезпечення відносяться:

засоби моделювання процесів управління;

типові завдання управління;

методи математичного програмування, математичної статистики,

теорії масового обслуговування та ін.

Організаційне забезпечення – сукупність методів і засобів, що регламентують взаємодію працівників з технічними засобами й між собою в процесі розробки й експлуатації інформаційної системи.

Організаційне забезпечення реалізує наступні функції:

аналіз системи управління організацією, де буде використовуватися ІС, та виявлення задач, що підлягають автоматизації;

підготовку завдань включає технічне завдання на проектування ІС та техніко-економічне обґрунтування її ефективності;
розробку управлінських рішень по складу та структурі організації,
методології вирішення завдань, спрямованих на підвищення ефективності системи управління.

Правове забезпечення – сукупність правових норм, що визначають створення, юридичний статус і функціонування інформаційних систем, що регламентують порядок одержання, перетворення й використання відомостей.

Правове забезпечення етапів функціонування ІС включає:
статус ІС;

права, обов'язки та відповідальність персоналу;

правові положення окремих видів процесу управління;

порядок створення та використання інформації та ін.

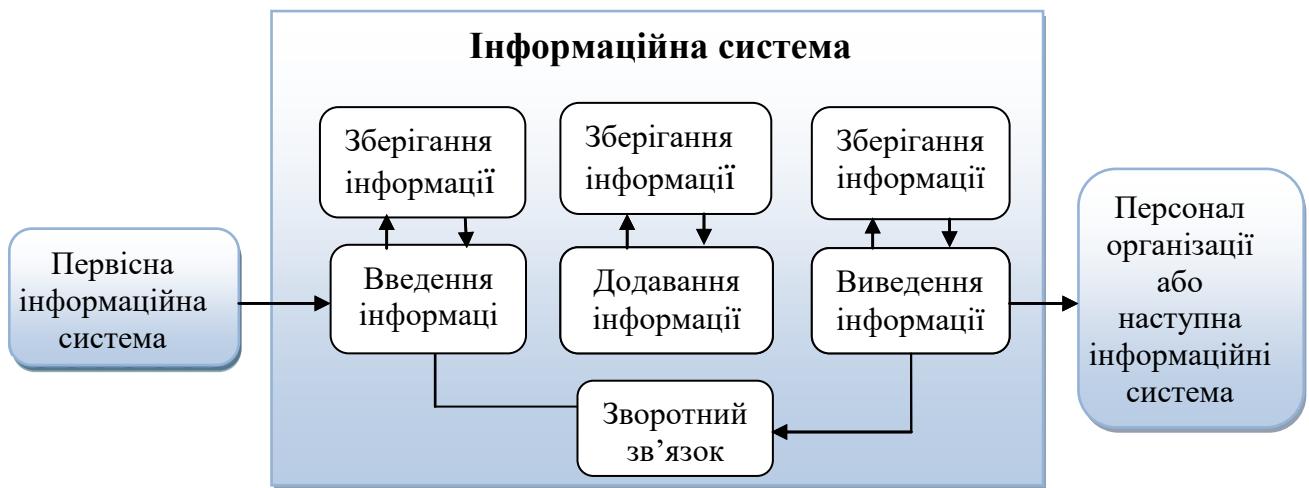


Рисунок 2 – Взаємозв'язок елементів ІС

Процеси, що забезпечують роботу ІС:

введення інформації з зовнішніх чи внутрішніх джерел;

оброблення вхідної інформації (класифікація, розподіл, обчислення) і представлення її у зручному вигляді;

виведення інформації для представлення споживачам чи передавання в іншу систему;

зберігання інформації здійснюється на етапах введення, оброблення і виведення;

зворотний зв'язок – це перероблена інформація для корекції вхідної інформації.

ІС визначається наступними властивостями:

будь-яка ІС може бути піддана аналізу, побудована і керована на основі загальних принципів побудови систем;

ІС є динамічною і розвивається;

при побудові ІС необхідно використовувати системний підхід;

вихідною продукцією ІС є інформація, на основі якої приймаються рішення;

ІС варто сприймати як людино-комп'ютерну систему оброблення інформації.

Впровадження ІС сприяє:

отриманню більш раціональних варіантів вирішення управлінських завдань за рахунок впровадження математичних методів та інтелектуальних систем і т.ін.;
звільненню працівників від рутинної роботи за рахунок її автоматизації;
забезпеченню достовірності інформації;
заміні паперових носіїв інформації на магнітні та електричні;
вдосконаленню структури потоків інформації і системи документообігу у фірмі;

зменшенню витрат на виробництво продуктів і послуг;

наданню споживачам унікальних послуг;

пошуку нових ринкових ланок;

прив'язці до фірми покупців і постачальників за рахунок надання їм різних знижок і послуг.

Загальну структуру ІС можна розглядати як сукупність підсистем незалежно від сфери застосування, а підсистеми називають такими, що забезпечують роботу. Структура будь-якої ІС може бути представлена сукупністю підсистем, що забезпечують роботу.

Прийнято розділяти системи:

за ознакою структурованості задач, що вирішуються системою;

за ступенем автоматизації;

за характером інформації і сферою застосування;

за формальністю;

за функціональною ознакою і рівнями управління.

Розрізняють три типи завдань, для яких створюються ІС:

структуровані (формалізовані),

неструктуровані (неформалізовані) і частково структуровані (рис.3).

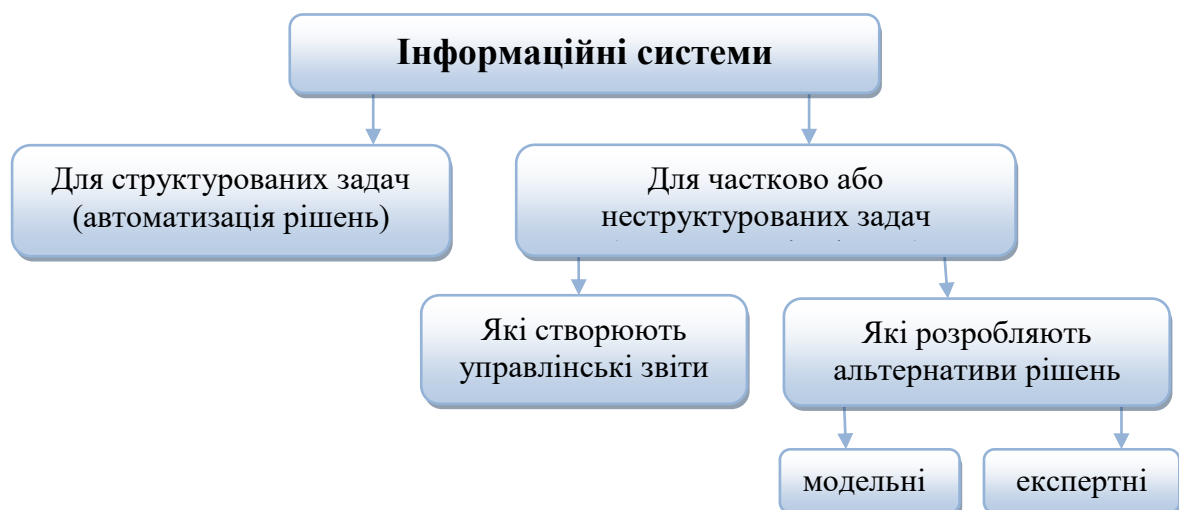


Рисунок 3 – Класифікація ІС за ознакою структурованості задач

ІС, які створюють управлінські звіти, що забезпечують інформаційну підтримку користувача, тобто надають доступ до інформації в базі даних та її частково оброблюють.

ІС, які розробляють альтернативи рішень, можуть бути модельними або експертними.

Модельна ІС надають користувачеві математичні, статистичні, фінансові та інші моделі, використання яких полегшує вироблення і оцінку альтернатив рішення. Користувач може отримати інформацію, потрібну йому для прийняття рішення, шляхом встановлення діалогу з моделлю в процесі її дослідження.

Експертні ІС забезпечують вироблення та оцінку можливих альтернатив користувачем за рахунок створення експертних систем, пов'язаних з обробленням знань.

Інформаційні системи можна класифікувати за різними ознаками (рис. 4).



Рисунок 4 – Класифікація інформаційних систем за різними ознаками

За сферою діяльності. Державні ІС призначені для вирішення найважливіших проблем країни на основі використання обчислювальних комплексів та економіко-математичних методів, ведуть облік результатів та регулюють та контролюють діяльність окремих ланцюгів ДСНС. Територіальні (регіональні) ІС призначені для управління адміністративно-територіальними

регіонами. Сюди належать ІС області, міста, району. Ці системи виконують роботи з обробки інформації, яка необхідна для реалізації функцій управління, формування звітності й видачі оперативних даних, здійснюють контроль за результатами та регулювання звітності всіх підрозділів. Інформаційні системи управління – це системи із застосуванням сучасних засобів автоматизованої обробки даних, економіко-математичних та інших методів для регулярного розв’язування завдань управління. Галузеві або відомчі інформаційні системи управління призначені для управління підвідомчими управліннями.

За рівнем автоматизації. Інформаційно-пошукові системи призначені для нагромадження та пошуку за певними критеріями документів та даних. Документальні ІС використовуються для обробки документів, звітів, розпоряджень тощо. Споживачем результатів пошуку виступає кінцевий користувач. Фактографічні системи оброблюють спеціальні фактичні відомості, що являють собою організовану сукупність формалізованих записів даних. Фактографічні системи оперують фактами (даними) різних типів, що пов’язані в системі в більш чи менш складні структури.

Системи підтримки прийняття управлінських рішень (СППР) – це інтерактивні програми для допомоги в ухваленні управлінських рішень. СППР допомагають приймати відносно структуровані рішення в сфері управлінського контролю, надають підтримку в прийнятті неструктурованих рішень. Основна їх ціль полягає у тому, щоб різними способами збирати, організовувати, сумувати, аналізувати і моделювати дані. Інформаційно-управлінські системи (ІУС) являють собою організаційно-технічні системи, які забезпечують вироблення рішення на основі автоматизації інформаційних процесів у сфері управління.

До *автоматизованих інформаційних систем* належать такі, в яких фіксацію, збір та обробку інформації, виконують за допомогою електронних обчислювальних машин, технічних засобів зв’язку, периферійного електронного обладнання, де частина функцій (підсистем) управління або обробки даних здійснюється автоматично, а частину здійснює людина. В автоматичних інформаційних системах усі функції управління й обробки даних здійснюють технічними засобами без участі людини.

Інформаційні системи характеризуються наявністю функціональної і забезпечуючої частини, відповідно до декомпозиції системи на складові частини – підсистеми, що знаходяться у певних відносинах одна з одною.

Склад комп’ютерної інформаційної системи	Функціональні компоненти	Функціональні підсистеми
		Функціональні задачі
		Моделі й алгоритми
	Компоненти системи обробки даних	Інформаційне забезпечення
		Програмне забезпечення
		Технічне забезпечення
		Правове забезпечення
		Лінгвістичне забезпечення
	Організаційні компоненти	Організаційна структура установи
		Персонал

До характерних ознак комп'ютерної інформаційної системи відносять:

- тривалий життєвий цикл;
- різноманітність апаратного забезпечення, що використовується;
- різноманітне ПЗ;
- масштабність і складність задач, що вирішуються;
- перетин безлічі різних предметних областей;
- територіальний розподіл і відповідно до цього орієнтацію на використання локальних і глобальних обчислювальних мереж для обміну і обробки інформації.

Управлінська внутрішня інформаційна система представляє собою сукупність інформаційних процесів для задоволення потреб в інформації на різних рівнях прийняття рішень. Інформаційна система включає компоненти обробки інформації, внутрішні та зовнішні канали передачі. ІС включає вхідну інформацію (дані, інструкції) та вихідну інформацію (звіти, розрахунки) і функціонує в інформаційному середовищі. За допомогою засобів обробки інформації вхідна інформація перетворюється на вихідну, і потім надсилається користувачу або іншій ІС. ІС може включати механізм зворотного зв'язку (рис. 5).

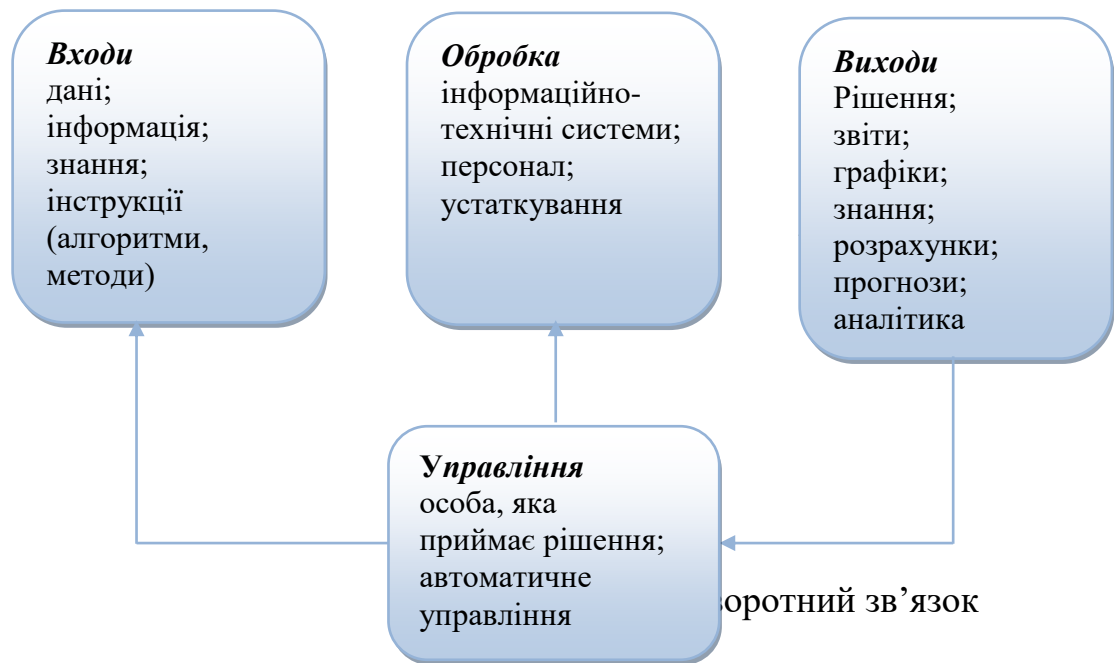


Рисунок 5 – Функціонування інформаційної системи

Основу інформаційних комунікацій формують інформаційні мережі, які базуються на електронних комунікаційних мережах.

Електронні комунікаційні системи та інформаційні технології – складова системи управління силами цивільного захисту, що є сукупністю взаємопов'язаних структурних підрозділів ДСНС, мереж та засобів електронних комунікацій та інформатизації різного призначення, які діють узгоджено щодо завдань, місця, часу та використовуються. Розгортаються або створюються за планом для вирішення завдань забезпечення управління силами цивільного захисту.

2.4. Електронні комунікаційні системи

Електронні комунікаційні системи – сукупність технічних і програмних засобів, призначених для обміну інформацією шляхом передавання (випромінювання) або приймання сигналів, знаків, звуків, рухомих чи нерухомих зображень тощо.

Електронні комунікаційні мережі класифікують за:
типом режиму перенесення інформації (синхронні, асинхронні);
технологічними характеристиками (середовищем передавання, заданою шириною смуги пропускання, якістю передавання сигналів, швидкістю передавання та ін.).

Класифікація рівнів ієрархії мереж різного масштабу:

за територіальною поширеністю;

за відомчою належністю;

за призначенням;

за технологіями.

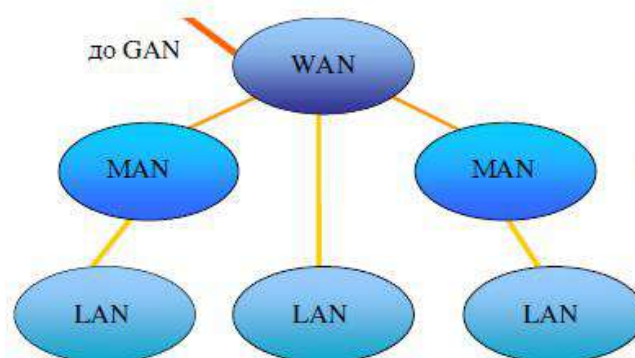


Рисунок 6 – Рівні ієрархії мереж різного масштабу

2.4.1. За територіальною поширеністю

GAN – глобальна мережа.

WAN – рівень великомасштабних територіальних мереж.

MAN – рівень мереж міського масштабу.

LAN – локальних мереж.

Глобальна мережа (GAN) – це загальнопланетарна мережа, яка об’єднує всі країни та континенти, забезпечує доступ користувачів мережі в будь-якій точці земної кулі.

Великомасштабна територіальна мережа (WAN) – призначена для об’єднання мереж міського масштабу або сільських районів, розташованих на території великого регіону, держави, континенту, а також на різних континентах.

Мережа мегаполісу (MAN) – сегмент, що охоплює територію міста, сільського району, області або регіону.

Локальна мережа (LAN) – сегмент, у якому основна частина трафіку замикається всередині невеликої території, установи, промислового підприємства і т. п. Сегментами типу LAN є мережі, утворені поєднанням декількох локальних мереж, розташованих на невеликій відстані один від одного (мережі кампусів).

2.4.2. За відомчою належністю

Мережі операторів та сервіс-провайдери (постачальники послуг) забезпечують побудову мереж зв'язку загального користування – публічних мереж.

Оператор мережі – це оператор інфраструктури телекомунікацій загального користування, що дозволяє передачу сигналів між визначеними пунктами призначення всередині мережі за допомогою телефонного зв'язку, мікрохвиль, оптичних засобів чи інших електромагнітних засобів.³

Розрізняють операторів фіксованого та мобільного (стільникового) зв'язку.

Оператори фіксованого зв'язку організують стаціонарні мережі, в яких комунікаційне обладнання та пристрої користувачів розміщуються в стаціонарних пунктах мережі.

Оператори мобільного зв'язку створюють мережеве покриття території, розміщуючи свої базові станції за стільниковою схемою в стаціонарних або рухомих пунктах, забезпечуючи тим самим можливість вільного переміщення абонентів у зоні покриття.

Мережі провайдерів

Об'єднання комп'ютерів у мережу оптимізує інформаційну інфраструктуру (застосувань, інформаційних ресурсів тощо), що забезпечує використання в режимі розділення та відповідних баз даних.

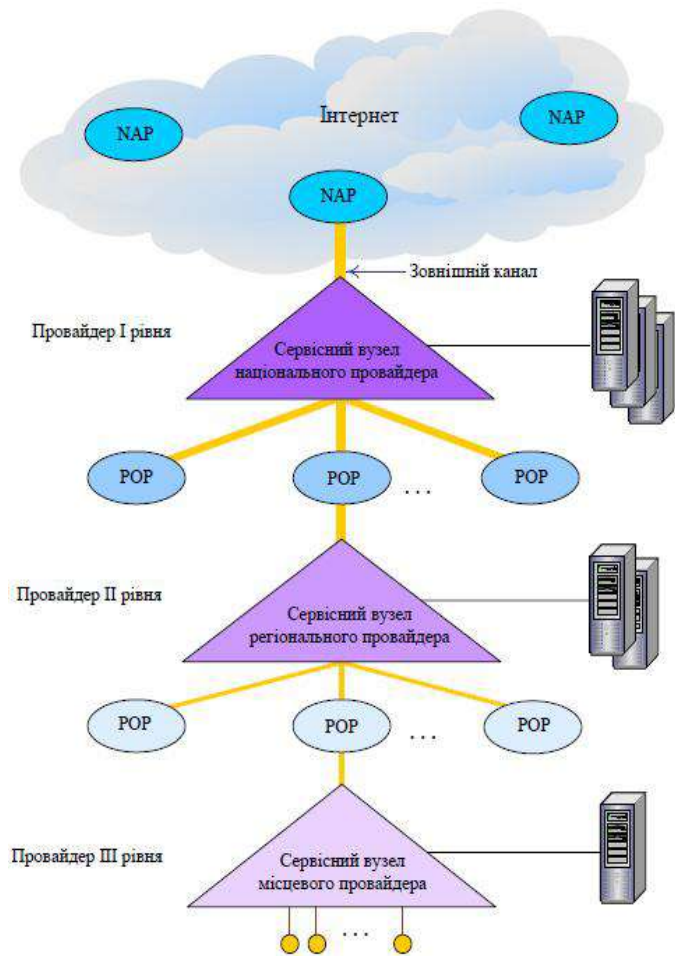


Рисунок 7 – Мережа провайдерського класу

Залежно від масштабу підрозділу, в межах якого діє мережа, розрізняють мережі робочих груп, мережі відділів, мережі кампусів (невелике містечко) і корпоративні мережі.

Мережі робочих груп характеризуються малою кількістю робочих місць (до 10) та використовуються співробітниками, які виконують спільне завдання.

³ Офіційний переклад нормативних актів Євросоюзу в сфері інформаційно-комунікаційних технологій. Громадська організація ІНТЕРНЬЮЗ-УКРАЇНА. - Київ, 2000. - 219 с.

Мережі відділів об'єднують від 30 до 100 робочих місць і призначені для забезпечення спільної роботи співробітників одного відділу, які вирішують ряд взаємопов'язаних завдань.

Мережа будівлі або кампусу об'єднує мережі різних відділів, які розташовані як у межах одного багатоповерхового будинку, так і в декількох будинках, розміщених неподалік один від одного, які утворюють кампус (невелике містечко). Мережі кампусів налічують декілька сотень комп'ютерів, використовуючи спеціальні служби мережевої взаємодії. Об'єднання мереж корпоративних підрозділів є можливим лише з використанням зовнішніх телекомунікацій.

Корпоративна мережа обслуговує як підрозділи однієї організації, так і групу користувачів (клієнти компанії). Санкціонований доступ до корпоративної мережі має обмежений контингент користувачів, група конкретних осіб.



Рисунок 9 – Мережа відділу

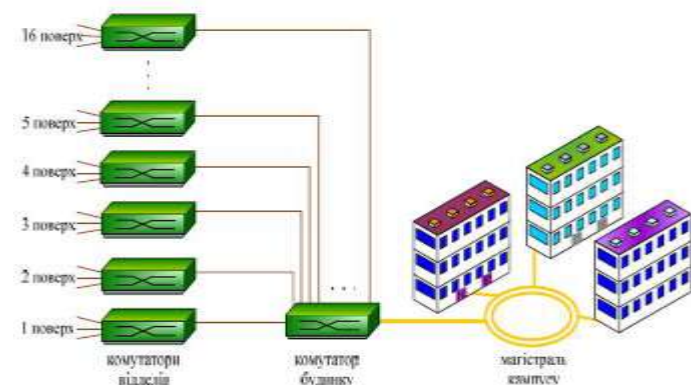


Рисунок 10 – Мережа кампусу



Рисунок 11 – Корпоративна мережа

Корпоративна мережа обслуговує як підрозділи однієї організації, так і групу користувачів (клієнти компанії). Санкціонований доступ до корпоративної мережі має *обмежений контингент* користувачів, група конкретних осіб.

Корпоративні мережі включають усю комунікаційну інфраструктуру, що забезпечує взаємодію між користувачами:

- різні типи термінальних пристроїв;
- кабельні системи в місцях розташування офісів;
- глобальні комунікації на базі ресурсів мережевих операторів;
- функціональні елементи керування мережею.

2.4.3. За призначенням

Призначення телекомунікаційної мережі – це реалізація транспортної функції, тобто перенесення інформації, поданої у формі сигналу з кінця в кінець між інтерфейсами мережі.

Мережева активність при транспортуванні інформації різними ділянками телекомунікаційної мережі визначаються інтенсивністю створеного в них мережевого трафіку.

Принцип розподілу інтенсивності трафіку на різних ділянках телекомунікаційної мережі є основою декомпозиції транспортної функції. Декомпозиція передбачає виділення трьох типів сегментів, які вирішують відносно самостійні функціональні підзавдання, а саме: транспортні мережі, мережі доступу і розподільчі мережі.

Транспортна мережа – це сегмент з високим ступенем концентрації трафіку, за допомогою якого здійснюється інформаційний обмін між сегментами з більш повільним трафіком і в якому транспортне середовище для передавання будь-якого типу інформації забезпечується використанням єдиних технологічних принципів і встановлених стандартів з надання ширини смуги пропускання

Мережею доступу називається сегмент телекомунікаційної мережі, в якому формуються інформаційні потоки, спрямовані в транспортну мережу.

З'єднання мереж доступу з транспортною мережею здійснюється у вузлах доступу до транспортної мережі.

Мережі доступу узагальнено поділяються на:

- мережі проводового доступу;*
- стаціонарні мережі безпроводового доступу;*
- мережі мобільного доступу.*

Ділянка мережі між мережевим закінченням *NT*, до якого під'єднаний термінальний пристрій користувача, й інтерфейсом сервісного вузла, де абоненту надається необхідна послуга, визначається терміном *мережа абонентського доступу*.

Опорні вузли мереж абонентського доступу формують рівень доступу.

Вузли рівня розподілу забезпечують агрегацію інформаційних потоків, що надходять від опорних вузлів абонентського доступу, і магістралями направляють агреговані потоки у вузли доступу до транспортної мережі.

У вузлі доступу до транспортної мережі відбувається концентрація всіх інформаційних потоків від приєднаних вузлів рівня розподілу.

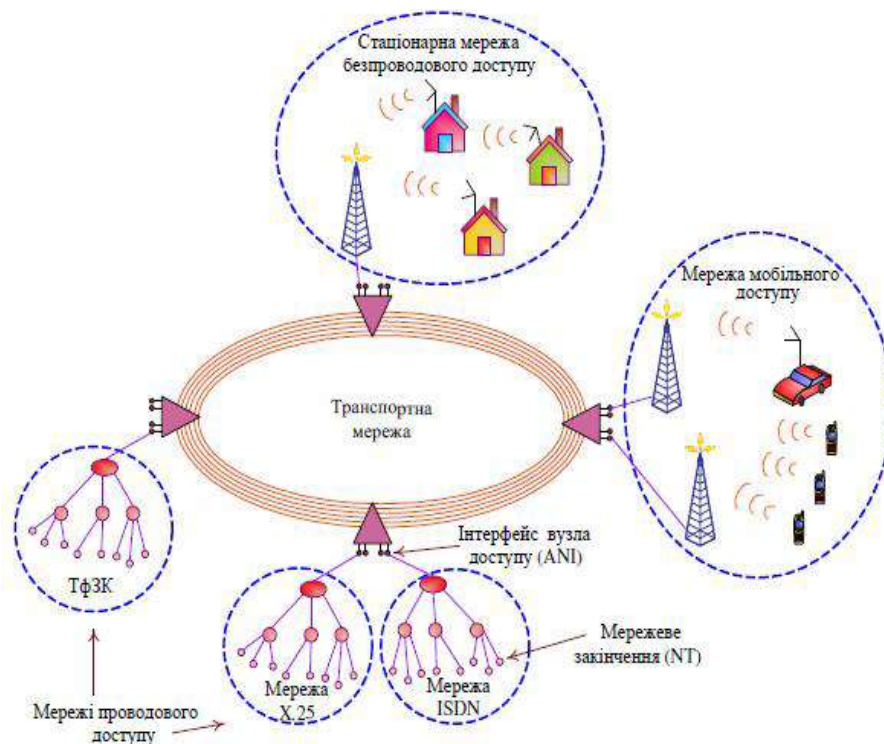


Рисунок 12 – Транспортна мережа та мережі доступу

Розподільчою мережею називають сегмент телекомунікаційної мережі, за допомогою якого концентрований потік, який надходить з транспортної мережі, перерозподіляється та надходить до споживачів.

4.2.4. За технологіями

Телекомунікаційну мережу розглядають як сукупність сегментів, різниця між якими зумовлена телекомунікаційними технологіями, що застосовуються в них. Причому розміри таких сегментів можуть досягати масштабів LAN, WAN, MAN мереж.

Визначаючи сегменти за ознаками телекомунікаційної технології, вживають поняття, яке пов'язано з назвою відповідного технологічного стандарту або протоколу, наприклад, «мережа АТМ», «ІР-мережа» та ін.

Принцип технологічної однорідності дозволяє виокремлення сегментів, до яких вживається термін хмара.

Хмара – це територіальна телекомунікаційна мережа з однорідними зовнішніми інтерфейсами, внутрішня будова якої при організації через неї транспортування інформаційних потоків не деталізується і не розглядається.⁴

⁴ Прикладом є корпоративна мережа в якій мережі центральної штаб-квартири та філій об'єднуються за допомогою зовнішніх телекомунікацій (телекомунікаційну хмару).

Телекомунікаційні технології класифікуються за такими критеріальними ознаками:

- за *типом переданого трафіка* (забезпечувального сервісу): передачі даних, передавання звуку, передавання відео зображення, конвергентні;
- за *наявністю механізмів забезпечення QoS*: без забезпечення якості, з дотриманням параметрів QoS;
- за *типом комутації*: з комутацією каналів, з комутацією пакетів;
- за *типом доступу до середовища*: з монопольним доступом до середовища, розділяється середовищем (TDMA, FDMA/WDMA, CDMA);
- за *масштабом сегмента, для якого застосована технологія*: технології LAN, технології MAN, технології WAN;
- за *типом розташування елементів інфраструктури*: наземні, супутникові;
- за *кількістю абонентів, що підключаються*: точка-точка, точка-багатоточка;
- за *типом мобільності абонента*: фіксованого зв'язку, рухомого зв'язку;
- за *характером переданих сигналів*: аналогові, цифрові;
- за *типом використовуваного фізичного середовища передачі*: на металевих лініях, на оптичних лініях, з використанням безпроводового середовища;
- за *використовуваною шириною смуги частот*: вузькосмугові, широкосмугові;
- по *можливості двобічної передачі по одному каналу*: сімплексні, дуплексні, напівдуплексні;
- за *кількістю використовуваних для передачі каналів*: послідовні (одно канальні), паралельні (багатоканальні).

3. Нормативне забезпечення інформаційних та електронних комунікаційних систем у ДСНС

Електронна комунікаційна система є ієрархічною структурою, що включає в себе підсистеми, кожна з яких потребує встановлення адекватного нормативно-правового регулювання.

Правовою основою, спрямованої на забезпечення діяльності сил ДСНС України, є Конституція України, Кодекс Цивільного захисту України, Постанова КМ України від 27.09.2017 № 733 «Про затвердження Положення про організацію оповіщення про загрозу виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій та зв'язку в сфері цивільного захисту», Розпорядження КМ України від 31.01.2018 № 43-р «Про схвалення Концепції розвитку та технічної модернізації системи централізованого оповіщення про загрозу виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій», Постанова КМ України від 09.01.2014 № 11 «Положення про єдину державну систему цивільного захисту», накази центрального органу виконавчої влади з питань НС, відповідні розпорядження обласної державної адміністрації та інші акти.

У «Положенні про єдину державну систему цивільного захисту» розкриваються наступні питання:

здійснення керівництва єдиною державною системою цивільного захисту;
постійно діючі органи управління цивільного захисту, які функціонують в державі;

координаційні органи єдиної державної системи цивільного захисту;

сили цивільного захисту, які входять до складу єдиної державної системи цивільного захисту;

основні завдання, що виконуються єдиною державною системою цивільного захисту;

режими функціонування єдиної державної системи цивільного захисту;

загальні питання організації реагування на надзвичайні ситуації та ліквідації їх наслідків;

порядок здійснення взаємодії та обміну інформацією у разі загрози або виникнення надзвичайних ситуацій та інші питання.

Багатофункціональною інформаційно-телекомунікаційною системою органу державної влади є сукупність взаємопов'язаних інформаційних, телекомунікаційних і інформаційно-телекомунікаційних систем, яка включає:

апаратно-системну складову (сервери, засоби обчислювальної техніки, системне програмне забезпечення тощо);

системи захисту інформації (інформаційні системи ідентифікації та автентифікації користувачів, моніторингу, антивірусного захисту, оновлення операційних систем тощо);

телекомунікаційну систему (мережewe устаткування, канали зв'язку, локальні мережі, електронна пошта тощо);

центральну базу даних, систему електронного документообігу; систему електронного цифрового підпису;

систему управління ризиками;

різноманітні відомчі інформаційні системи.

Для забезпечення і регламентування функціонування інформаційно-комунікаційної системи повинні бути розроблені відомчі нормативно-правові акти як концептуального змісту (першого рівня), так і положення, порядки, регламенти і інструкції (відомчі нормативно-правові акти другого рівня).

У сфері оповіщення

1. Розпорядження КМ України від 31.01.2018 № 43-р «Про схвалення Концепції розвитку та технічної модернізації системи централізованого оповіщення про загрозу виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій».

2. Постанова КМ України від 27.09.2017 № 733 «Про затвердження Положення про організацію оповіщення про загрозу виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій та зв'язку у сфері цивільного захисту».

3. Наказ МВС України від 05.11.2018 № 884 «Про затвердження технічних вимог до загальнодержавної автоматизованої системи централізованого оповіщення».

4. Наказ МВС України від 08.02.2019 № 93 «Про затвердження Інструкції щодо практик чи процедур проектування, дослідження, введення в експлуатацію, експлуатації та технічного обслуговування (супроводження) автоматизованих

систем централізованого оповіщення», зареєстрований у Міністерстві юстиції України 22.04.2019 за № 418/33389.

У сфері інформаційних технологій

Державне агентство з питань електронного урядування України є центральним органом виконавчої влади, діяльність якого спрямовується і координується Кабінетом Міністрів України і який реалізує державну політику у сферах інформатизації, електронного урядування, формування і використання національних електронних інформаційних ресурсів, розвитку інформаційного суспільства.

1. Постанова КМ України від 21. 10. 2015 № 835 «Про затвердження Положення про набори даних, які підлягають оприлюдненню у формі відкритих даних».

2. Постанова КМ України від 8.09.2016 № 606 «Деякі питання електронної взаємодії державних електронних інформаційних ресурсів».

3. Постанова КМ України від 10.09. 2003 № 1433 «Про затвердження Порядку використання комп'ютерних програм в органах виконавчої влади».

4. Наказ ДСНС від 18.08.2014 № 476 «Про використання комп'ютерних програм у ДСНС України».

5. Наказ МНС від 19.11.2012 № 1326 «Про впровадження відомчої відеоконференцзв'язку МНС України в експлуатацію».

6. Постанова КМ України від 16.11.2016 № 887 «Про внесення змін до деяких постанов Кабінету Міністрів України щодо діяльності Державного агентства з питань електронного урядування».

7. Постанова КМ України від 10.05.2018 № 357 «Деякі питання організації електронної взаємодії державних електронних інформаційних ресурсів».

8. Постанова КМ України від 21.10.2015 № 851 «Деякі питання використання доменних імен державними органами в українському сегменті Інтернету».

9. Постанова КМ України від 12.06.2019 № 493 «Про внесення змін до деяких постанов Кабінету Міністрів України щодо функціонування офіційних Web-сайтів органів виконавчої влади».

10. Наказ ДСНС від 19.07.2019 № 425 «Про затвердження Порядку використання інформаційних та інформаційно-телекомунікаційних систем і Порядку використання та обліку комп'ютерних програм».

У сфері електронних комунікацій

1. Наказ ДСНС від 19.11.2014 № 648 «Про впровадження абонентських комплектів супутникового зв'язку та затвердження тимчасової інструкції».

2. Наказ МНС від 23.02.2012 № 531 «Про заходи щодо побудови та організації дослідної експлуатації відомчої системи IP телефонії».

3. Наказ МНС 02.06.2004 № 42 «Про затвердження Положення про службу радіотехнічного контролю МНС України».

4. Наказ ДСНС від 23.10.2019 № 608 «Про організацію роботи відомчої цифрової телекомунікаційної мережі ДСНС».

У сфері кібербезпеки

1. Закон України від 05.10.2017 № 2163-VIII «Про основні засади забезпечення кібербезпеки України»).

2. Указ Президента України від 13.02.2017 №32/2017 «Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 29 грудня 2016 року «Про загрози кібербезпеці держави та невідкладні заходи з їх нейтралізації».

У сфері технічного захисту інформації

1. Закон України 05.07.1994 № 80/94-ВР «Про захист інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах».

2. Указ Президента України від 27.09.1999 № 1229/99 «Про Положення про технічний захист інформації в Україні».

3. Постанова КМ України від 29.03.2006 р. № 373 «Про затвердження Правил забезпечення захисту інформації в інформаційних, телекомунікаційних та інформаційно-телекомунікаційних системах».

4. Наказ ДСНС від 19.12.2014 № 726 «Про забезпечення захисту державних інформаційних ресурсів ДСНС України».

5. Наказ ДСНС від 11.12.2013 № 755 «Про затвердження Положення про технічний захист інформації у Державній службі України з надзвичайних ситуацій».

6. Наказ Адміністрації Державної служби спеціального зв'язку та захисту інформації України, Державного комітету України з питань технічного регулювання та споживчої політики від 25.04.2007 № 75/91 «Про затвердження Правил проведення робіт із сертифікації засобів захисту інформації».

Стандарти

Відповідно до статті 7 Закону України «Про стандартизацію» (від 05.06.2014 № 1315-VII) національні стандарти приймаються державною мовою або в разі потреби однією з мов відповідних міжнародних або регіональних організацій стандартизації.

1. У галузі зв'язку існує Фонд нормативних документів із стандартизації (Стандарти організації Україна), який функціонує у складі Державного підприємства «Український науково-дослідний інститут зв'язку» (за напрямом «проводовий та поштовий зв'язок») та Державного підприємства «Український науково-дослідний інститут радіо і телебачення» (за напрямом «радіозв'язок і радіомовлення»).

2. Згідно ДСТУ 1.7:2015 (ISO/IEC Guide 21-1:2005, NEQ; ISO/IEC Guide 21-2:200, NEQ) «Національна стандартизація. Правила та методи прийняття міжнародних і регіональних нормативних документів» для нормативних документів, прийнятих методом підтвердження, передбачено лише оприлюднення підтверджувального повідомлення і не передбачено перекладу або офіційного видання нормативного документа.

3. Електронний каталог НД включає інформацію щодо змін та поправок до НД, терміну чинності, заміни або відміни НД, кодів УКНД та іншої додаткової інформації: URL : <http://csm.kiev.ua/nd/nd.php?b=1>

4. На даний час в країнах ЄС використовується стандарт Технічного комітету Європейського інституту стандартизації – ETSI 202 057, який

стосуються визначення переліку параметрів якості послуг, методів їх вимірювання та оцінювання.

1. СОУ 64.2-00017584-001:2009 Телекомунікаційні мережі фіксованого телефонного зв'язку загального користування. Система показників якості послуг телефонного зв'язку. Загальні положення, який визначає назви показників якості послуг фіксованого телефонного зв'язку.

2. СОУ 64.2-00017584-002:2009 Телекомунікаційні мережі фіксованого телефонного зв'язку загального користування. Телекомунікаційні послуги. Показники якості. Методи випробування.

3. СОУ 64.2- 00017584- 005:2009 Телекомунікаційні мережі рухомого (мобільного) зв'язку загального користування. Система показників якості послуг рухомого (мобільного) зв'язку. Загальні положення.

4. СОУ 64.2-00017584-006:2009 Телекомунікаційні мережі рухомого (мобільного) зв'язку загального користування. Телекомунікаційні послуги. Показники якості. Методи випробування.

5. СОУ 64.2-00017584-008:2010 Телекомунікаційні мережі передачі даних загального користування. Система показників якості послуг з передачі даних та доступу до Інтернет. Загальні положення».

6. СОУ 61-34620942-011:2012 Телекомунікаційні мережі передачі даних загального користування. Телекомунікаційні послуги. Основні показники якості. Методи випробування.

7. ДСТУ ISO/IEC 24759:2015 (ISO/IEC 24759:2014, IDT) Інформаційні технології. Методи захисту. Вимоги до тестування криптографічних модулів.

8. ДСТУ ISO/IEC 24760-1:2016 (ISO/IEC 24760-1:2011, IDT) Інформаційні технології. Методи захисту. Структура керування ідентифікаційною інформацією. Частина 1. Термінологія та поняття.

9. ДСТУ ISO/IEC 24761:2015 (ISO/IEC 24761:2009; Cor 1:2013, IDT) Інформаційні технології. Методи захисту. Контекст автентифікації для біометрії.

10. ДСТУ ISO/IEC 27000:2017 (ISO/IEC 27000:2016, IDT) Інформаційні технології. Методи захисту. Системи менеджменту інформаційної безпеки. Словник термінів.

12. ДСТУ ISO/IEC 27001:2015 (ISO/IEC 27001:2013; Cor 1:2014, IDT) Інформаційні технології. Методи захисту. Системи управління інформаційною безпекою. Вимоги.

13. ДСТУ ISO/IEC 27002:2015 (ISO/IEC 27002:2013; Cor 1:2014, IDT) Інформаційні технології. Методи захисту. Звід практик щодо заходів інформаційної безпеки.

14. ДСТУ ISO/IEC 27006:2015 (ISO/IEC 27006:2011, IDT) Інформаційні технології. Методи захисту. Вимоги до організацій, які надають послуги з аудиту і сертифікації систем управління інформаційною безпекою.

15. ДСТУ ISO/IEC 27032:2016 (ISO/IEC 27032:2012, IDT) Інформаційні технології. Методи захисту. Настанови щодо кібербезпеки.

16. Стандарт ISO/IEC 15408 Загальні критерії оцінки безпеки інформаційних технологій.

4. Види електронних комунікаційних систем ДСНС

Створення і впровадження електронних комунікаційних систем у ДСНС відбувається за погодженням зі структурним підрозділом, що відповідає за електронні комунікаційні системи в апараті ДСНС.

Відомча цифрова телекомунікаційна мережа ДСНС (ВЦТМ) – логічна цілісна мультисервісна багаторівнева телекомунікаційна мережа, яка здійснює взаємодію із загальнодержавними телекомунікаційними мережами спеціального зв'язку та загального користування і включає в себе сукупність технічних засобів й обладнання телекомунікаційної мережі доступу і транспортної телекомунікаційної мережі для забезпечення інформаційної взаємодії між суб'єктами ВЦТМ як у мирний час, так і в особливий період.

ВЦТМ ДСНС організується для:

забезпечення оперативного управління силами і засобами ДСНС;

оперативної доставки інформації в процесі повсякденної діяльності всіх галузевих служб і підрозділів;

оперативної взаємодії з органами державного управління та місцевого самоврядування, іншими міністерствами і відомствами.

ВЦТМ ДСНС України створюється як відомча спеціалізована захищена телекомунікаційна мережа з національним покриттям та інтеграцією служб.

Захищений статус ВЦТМ ДСНС – це можливість забезпечення передачі нетаємної, але важливої відомчої інформації, порушення конфіденційності, цілісності і (або) доступності до якої може нанести відповідні збитки ДСНС внаслідок її витоку.

Національний статус ВЦТМ ДСНС визначається її розповсюдженням на всі регіони України і можливістю її інтеграції в Єдину національну мережу зв'язку України.

Інтеграція служб в ВЦТМ ДСНС передбачає:

реалізацію в межах єдиного технологічного простору (на єдиній технічній платформі) всіх передбачених нормативними документами видів зв'язку та інформаційного забезпечення, а саме:

диспетчерського зв'язку ДСНС зі службою аварійного телефонного виклику «001» (112);

відомчого телефонного зв'язку;

відомчих систем документального, факсимільного зв'язку і передачі даних;

відомчої системи зв'язку з рухомими об'єктами;

відомчої системи розпоряджувально-пошукового зв'язку та оповіщення;

системи телевізійного контролю;

систем пожежно-охоронної сигналізації тощо;

пристосованість до роботи з різноманітним спектром сучасних абонентських пристроїв, що побудовані з використанням широкого набору телекомунікаційних стандартів інформаційної взаємодії (в тому числі з різними типами телефонів, факсів, модемів, комп'ютерів тощо);

передачу мультимедійної інформації, тобто можливість передачі і обробки сигналів, які суттєво відрізняються за своїми характеристиками (наприклад, графіки, аудіо, комп'ютерні дані, відео тощо);

надання користувачам широкого спектру телекомунікаційних послуг, які відрізняються своєю структурою, фізичною природою, а також якістю сервісу, що надається (документальний, аудіо-, відео- конференцзв'язок, локальна мобільність, наскрізний телефонний персональний номер, голосова пошта, системи обробки викликів Call-центрів тощо).

5. Організація, впровадження та використання засобів електронних комунікацій у гарнізонах ДСНС

Головною організуючою і керівною ланкою в організації електронних комунікаційних систем в гарнізонах ДСНС України (ГУ(У) ДСНС в областях) є відділ (сектор) електронних комунікацій, інформаційних та Системи 112 (відділ, сектор), що організовує всі основні види зв'язку. Відділ (сектор) створюється в усіх ГУ(У) ДСНС і є самостійним структурним підрозділом в складі ГУ(У) ДСНС.

Основним підрозділом, який відповідає за технічну експлуатацію електронних комунікаційних систем в гарнізонах ДСНС України (ГУ(У) ДСНС в областях), є Управління оперативного зв'язку та електронних комунікацій (УОЗ).

Центр створюється в усіх ГУ(У) ДСНС області і функціонально підпорядковується начальнику відділу (сектору) електронних комунікацій, інформаційних технологій та Системи 112 ГУ(У) ДСНС області.

До складу Центру входять підрозділи електронних комунікацій, інформаційних технологій, підрозділ захисту інформації, радіотехнічного контролю та кіберзахисту, підрозділ технічного забезпечення.

Зв'язок є основним процесом, що забезпечує безперервне управління підрозділами під час ліквідації наслідків НС. Система зв'язку має забезпечувати надійне та своєчасне передавання наказів, розпоряджень, команд, сигналів та донесень на всіх етапах дій органів управління та підрозділів ОРС ЦЗ.

Залежно від *особливостей території (місцевості)*, на якій виникла НС, визначаються електронні комунікаційні мережі, які необхідно використовувати (організувати) на цій

Залежно від *рівня НС* визначаються необхідні технічні засоби електронних комунікацій, які доповнюють діючі системи зв'язку ДСНС рухомими (мобільними) засобами, що дозволяють забезпечити управління підрозділами на марші та безпосередньо в зоні НС.

Основним видом зв'язку на період проведення АРІНР є радіозв'язок. Радіозв'язок організовується засобами, які знаходяться на оснащенні підрозділів ОРС ЦЗ. Під час ліквідації наслідків НС організовується УКХ, КХ та супутниковий радіозв'язок за зразком схеми зв'язку .

Під час визначення масштабів НС, за потреби розгортання ППУ з метою забезпечення ефективного управління силами та засобами, залученими до ліквідації наслідків НС, і своєчасного інформування керівництва, залучаються *додаткові технічні засоби електронних комунікацій*, а саме:

- мережі, радіонапрямки УКХ та КХ радіозв'язку;
- прямі канали електронних комунікацій;
- телефони місцевого (міжміського) зв'язку електронної комунікаційної мережі загального користування;
- польова мережа автоматичного (ручного) зв'язку;
- мережа гучномовного зв'язку;
- мережа передавання даних чи факсимільних повідомлень;
- комплекс супутникового зв'язку.

Зв'язок організовується відповідно до рішення керівника органу управління (підрозділу) ОРС ЦЗ.

Надійність та якість зв'язку у НС досягається:

- завчасним плануванням заходів з організації зв'язку;
- завчасним обладнанням вузлів зв'язку пунктів управління сучасними технічними засобами електронних комунікацій та утриманням їх у постійній готовності до використання;

- комплексним використанням різних видів і технічних засобів зв'язку;
- належною спеціальною підготовкою та постійними тренуваннями фахівців зв'язку;

- наявністю резерву технічних засобів електронних комунікацій.

Радіозв'язок є найважливішим засобом, який спроможний забезпечити безперервне управління підрозділами ОРЗ ЦЗ.

Дротовий зв'язок використовується для нарощування системи зв'язку під час проведення довготривалих АРІНР.

Мережі операторів рухомого (мобільного) зв'язку застосовуються на постійній основі за умови його наявності.

На місці ліквідації НС організовується зв'язок з державним центром управління у НС, територіальними органами ДСНС, мобільною оперативною групою та оперативно-черговими (диспетчерськими) службами центральних органів виконавчої влади, місцевих державних адміністрацій, органів місцевого самоврядування, спеціалізованими службами цивільного захисту, що беруть участь у ліквідації наслідків НС.

На місці ліквідації НС організовується радіомережа керівника органу управління (підрозділу) ОРС ЦЗ у складі радіостанції керівника органу управління (підрозділу) – головна радіостанція та начальників підпорядкованих, приданих та взаємодіючих підрозділів – кореспонденти радіомережі.

Зв'язок між взаємодіючими підрозділами ОРС ЦЗ організовується технічними засобами електронних комунікацій підрозділів, які беруть участь у ліквідації НС. У разі порушення зв'язку начальники взаємодіючих підрозділів зобов'язані вжити всіх заходів щодо його відновлення.

У разі відсутності зв'язку на місці ліквідації НС, пожежі, небезпечної події старша за посадою особа підрозділу ОРС ЦЗ (мобільної оперативної групи) з урахуванням оперативної обстановки вживає заходів для організації зв'язку з оперативно-координаційним центром територіального органу ДСНС (пунктом зв'язку підрозділу), у тому числі через представників підрозділів Збройних Сил України, Національної поліції України, Національної гвардії України, Державної прикордонної служби України, які перебувають на місці ліквідації НС, пожежі, небезпечної події, та шляхом виходу визначеної особи підрозділу ОРС ЦЗ поза зону відсутності зв'язку.

Відповідальним за зв'язок є начальник управління територіального органу ДСНС, а безпосередня організація та забезпечення зв'язку покладається на начальника служби зв'язку гарнізону.

Тема 1.2. Основи побудови та експлуатації обладнання електронних комунікацій

План

Вступ

1. Призначення обладнання електронних комунікацій для забезпечення отримання електронних комунікаційних послуг.

2. Призначення абонентської лінії електронної комунікаційної мережі.

3. Типи та основні характеристики обладнання електронних комунікацій.

4. Організація та використання електронних комунікаційних мереж (IP-телефонії) у підрозділах ДСНС.

Література

1. Автоматизовані системи управління та зв'язок: курс лекцій / Уклад. Л.В. Борисова, О.В. Загора, А.Б. Феценко. – Х : НУЦЗУ, 2018. – 282 с.

2. Поповський В.В. Основи теорії телекомунікаційних систем: підручник. – Харків: ХНУРЕ, 2018. – 368 с.

3. Сторчак К.П., Ткаленко О.М. Системи розподілу інформації. Навч. посібник, підготовлено для студентів вищих навчальних закладів. – Київ : ДУТ, 2018. – 98с.

4. В. О. Собина, Д. В. Тарадуда, М. М. Піксасов, Л. В. Борисова, О. В. Загора, А. Б. Феценко, М.В. Маляров, Д. Л. Соколов. Дослідження проблем функціонування системи зв'язку ДСНС, використання засобів телекомунікацій та інформатизації в системі ДСНС, шляхів їх розвитку із застосуванням сучасних телекомунікаційних та інформаційних технологій, Звіт про НДР: № держреєстрації 0119U001009, Х. : НУЦЗУ, 2020. – 85 с. URL: <http://ndr.dsns.gov.ua/?p=7135>.

5. Горбатий І.В., Бондарев А.П. Телекомунікаційні системи та мережі. Навчальний посібник – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2016. – 336 с.

Вступ

Електронна комунікаційна мережа загального користування означає системи передавання і, у відповідних випадках, комунікаційне обладнання та інші ресурси, що дозволяють передавати сигнали між визначеними кінцевими пунктами за допомогою телеграфу, радіо, оптичних чи інших електромагнітних засобів, які використовуються повністю чи частково, для надання загальнодоступних електронних комунікаційних послуг. Екомунікаційна послуга означає послуги, надання яких повністю чи частково полягає в переданні та маршрутизації сигналів у телекомунікаційних мережах, за винятком радіо- та телевізійного мовлення.⁵

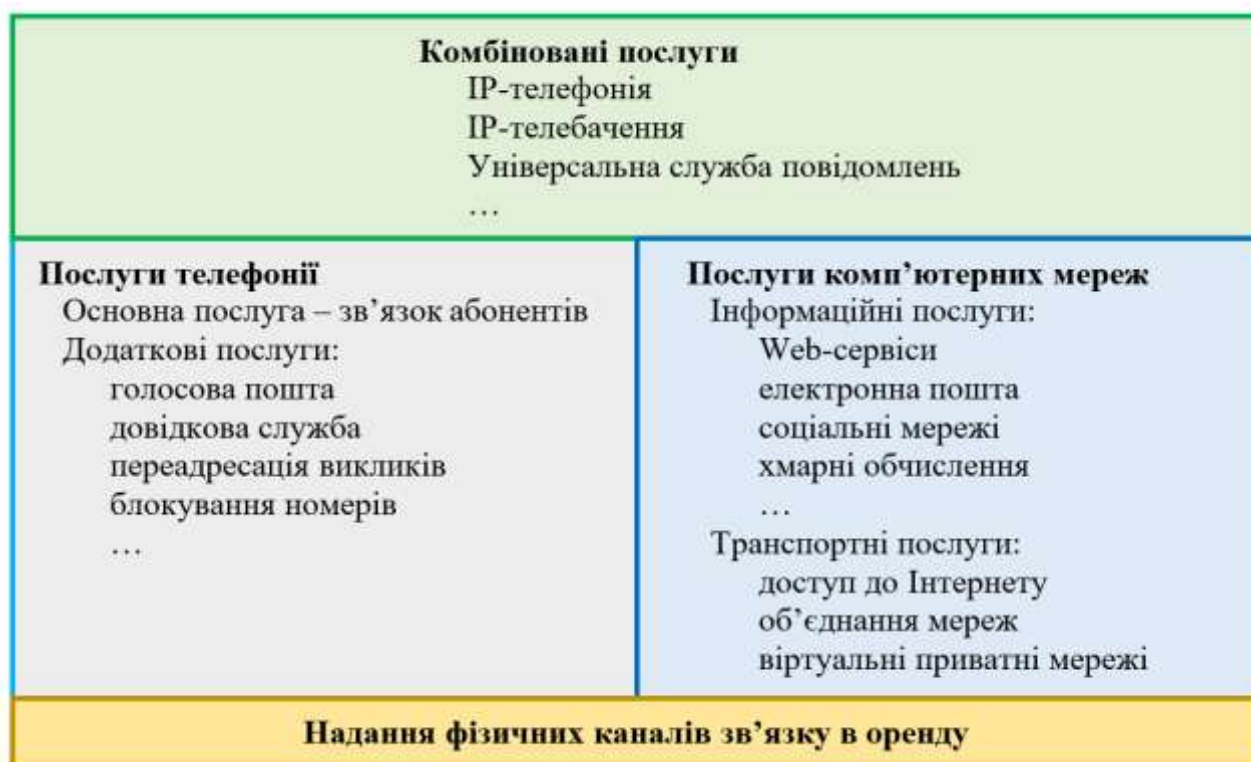
1. Призначення обладнання електронних комунікацій для забезпечення отримання електронних комунікаційних послуг

1.1. Взаємозв'язок послуг електронної комунікаційної мережі

Мережі зв'язку класифікуються відповідно до категорій наданих послуг, які надаються, основними серед яких є такі:

електронні комунікаційні або транспортні послуги;
інформаційні послуги.

Сучасні оператори зв'язку послуги виділених каналів, телефонії і комп'ютерних мереж.



⁵ Директива Європейського парламенту і Ради від 15 грудня 1997 р. № 97/66/ЄС стосовно оброблення персональних даних і захисту права на невтручання в особисте життя в телекомунікаційному секторі.

Під *конвергенцією*⁶ в електронних комунікаціях розуміють забезпечення однакових наборів послуг різними за технологічними можливостями мережами, або об'єднання кінцевих пристроїв, таких як телефон, персональний комп'ютер і TV-приймач у єдиний термінал.

Конвергенція передбачає створення конвергентних систем зв'язку на основі злиття мереж, які відрізняються цілим рядом ознак:

- використання різних телекомунікаційних технологій;
- локальні й територіальні мережі;
- проводові та безпроводові мережі;
- стаціонарні та мобільні мережі;
- мережі доступу та транспортні мережі.

Конвергенція послуг завжди припускає певний рівень конвергенції в технічних системах, які забезпечують ці послуги.

Конвергенція послуг слугує:

для значного збільшення можливостей однієї окремо взятої послуги (наприклад, у мультимедійні комунікації);

передачі мови пакетами: коли окремі сегменти телефонної мережі заміщуються мережами передачі даних, які забезпечують також і транспортування мови;

надання Інтернет-послуг через лінії доступу телефонної мережі (взаємодія між телефонною мережею та Інтернетом на межі телефонної мережі);

стирання меж між фіксованими та мобільними мережами (інтеграція комутаторів для проводових і мобільних радіомереж (комбінований комутатор);

отримання абонентами послуг у разі будь-якого доступу до мережі.

Передача даних на значні відстані призвела до використання існуючих електронних комунікацій як транспортного середовища при об'єднанні локальних обчислювальних мереж (LAN) та їх взаємодії з віддаленими комп'ютерами. Комп'ютер використовується не тільки як термінальний пристрій, але й як транзитний вузол телекомунікаційної мережі, який поєднує різні сегменти мережі, використовуючи процедури маршрутизації.

У комп'ютерно-телефонній інтеграції виокремлено два підходи: комп'ютерний і телефонний:

комп'ютерний, в основі якого лежить концепція підтримки додаткових послуг підвищеної якості для бізнес-користувачів, яка орієнтована на конвергенцію комунікаційних та інформаційних послуг;

телефонний, якщо забезпечує виконання функцій Call Server комутаційною системою телефонної станції без використання додаткового сервера.

Концепція IP-телефонії передбачає доставку голосового трафіку пакетами в режимі реального масштабу часу мережами передачі даних за допомогою транспортних механізмів протоколів TCP/IP, що забезпечує можливість інтеграції голосового трафіку й даних в одній мережі.

⁶ Від англ. convergence – зближення, сходження в одну точку. Конвергенція зумовлена прагненням мати однорідну інфраструктуру для тих чи інших послуг, навіть коли ці послуги підтримуються різними технічними рішеннями. Ці рішення можуть бути засновані на телекомунікаційних або інформаційних технологіях.

Найбільші можливості в створенні потужного мультисервісного терміналу надає персональний комп'ютер:

завдяки модульній структурі розширення його функцій зводиться до додавання різноманітних карт і спеціального програмного забезпечення;

використання ПК як мультисервісного пристрою для отримання послуг зв'язку в різних інформаційних середовищах, використовуючи як мультимедійний термінал, що поєднує текстову, звукову та відеоінформацію в одному сеансі зв'язку.

У результаті конвергенції все сучасне цифрове мережеве та термінальне користувальницьке обладнання перетворюється в набір різнофункціональних комп'ютерів, що забезпечило перехід до мереж зв'язку наступного покоління (NGN – Next Generation Network).

У *Рекомендації Y.2001 (ITU-T) NGN* визначено як концепцію побудови мереж зв'язку, які надають необмежений набір послуг (широкосмугових) з гнучкими можливостями щодо їх керування, персоналізації та створюють нові послуги за рахунок уніфікації мережевих рішень з використанням мультисервісної транспортної мережі, винесенням функцій надання послуг в кінцеві вузли мережі та можливістю інтеграції з традиційними мережами зв'язку.

1.2. Моделі організаційної структури мережі

Організаційна структура мережі зв'язку визначає рольове призначення й статус мережевих елементів та утворених ними структурних компонентів залежно від поставленого завдання та займаного місця в мережі. Рольове призначення характеризує «права та обов'язки» елементів або виділених структурних фрагментів мережі під час реалізації покладених на них функціональних завдань, а статус – рівень їх значимості відповідно до ієрархічної приналежності.

Елементами моделі організаційної структури є пункти та лінії зв'язку.

Пункти мережі підрозділяються на кінцеві і вузлові.

Кінцеві пункти (КП) – це пункти, в яких розміщено термінальне обладнання користувачів і кінцеві системи мережі (сервери, на яких зосереджено інформаційні ресурси й застосування, у тому числі застосування системи керування мережею).

Пункти, призначені для розміщення термінального обладнання користувачів, яке забезпечує доступ в мережу, функціонують у ролі *абонентських пунктів* (АП).

Пункти, у яких зосереджено інформаційні ресурси, називаються *інформаційними центрами* (ІЦ), а пункти системи керування відповідно – *центрами керування* (ЦК).

У кінцевих пунктах телекомунікаційна мережа представлена пристроєм мережевого закінчення (Network Termination Unit, NTU), або просто мережевим закінченням (Network Termination, TU), яке в організаційній структурі набуває статусу точки присутності телекомунікаційної мережі.

Прикладом цього є звичайна телефонна розетка, інформаційна розетка з телекомунікаційним роз'ємом для під'єднання комп'ютера.

Вузловий пункт – це пункт мережі, в якому сходяться дві і більше ліній зв'язку.

У вузловому пункті зазвичай розміщується комунікаційне (мережеве) обладнання, за допомогою якого можуть виконуватися такі функції, як *концентрація, мультиплексування, комутація та маршрутизація*.

Концентрація передбачає поєднання декількох невеликих за потужністю вхідних інформаційних потоків з метою отримання більш потужного вихідного потоку. Функція може бути реалізована в спеціалізованому пристрої на основі статистичного ущільнення (асинхронне мультиплексування). В концентраторі для локальних мереж, який має назву «хаб», ця функція виконується досить умовно. Повідомлення, яке надходить на один з входів хаба, передається одночасно на всі виходи.

Розподілення – функція, протилежна концентрації, тобто відгалуження від концентрованого вхідного інформаційного потоку малих за потужністю вихідних потоків і розподіл їх між виходами. Функція реалізується в пристроях, які називаються відгалужувачі.

Мультиплексування забезпечує можливість передачі декількох потоків інформації однією лінією, що здійснюється закріпленням за кожним із них фіксованої частини ресурсу лінії (смуги пропускання або часу зайняття).

Фіксований розподіл ресурсу лінії залишається незмінним навіть у періоди відсутності інформації, тобто функція концентрації не спрацьовує. Зворотна функція – демультиплексування. Реалізація в комунікаційних пристроях (мультиплексорах) функції мультиплексування поєднується з демультиплексуванням.

Комутація є процесом встановлення зв'язку між входами та виходами комутаційного пристрою на основі аналізу адресної інформації повідомлень і використання інформації відповідних таблиць комутації. Комутація може бути оперативною (на час передачі одного повідомлення) та довготривалою, яка здійснюється шляхом кросування ліній, які сходяться у вузловому пункті.

Маршрутизація – це поєднання процедур пошуку зв'язних шляхів (маршрутів) між вузлами мережі з метою формування таблиць маршрутизації та встановлення зв'язку між входами та виходами пристрою на основі адресної інформації повідомлень та з урахуванням вибору найкращого (за обраним критерієм) маршруту проходження повідомлення мережею.

У комунікаційному пристрої може реалізуватися одна з перерахованих функцій, саме тоді цей пристрій відповідно називається або *концентратором*, або мультиплексором, або комутатором, або маршрутизатором та ін.

Основним *принципом концепції NGN* є відокремлення:

функцій транспортування;

функцій керування викликами;

функцій керування послугами.



Рисунок 13 – Узагальнена модель побудови мереж наступних поколінь

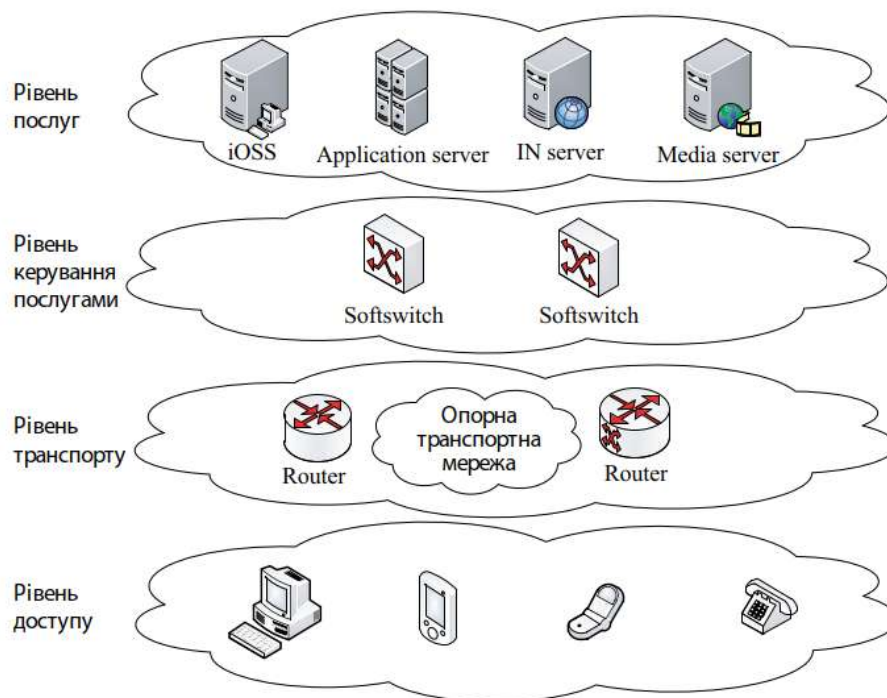


Рисунок 14 – Типова архітектура модель мережі NGN

На *рівні доступу* відбувається підключення абонентів і терміналів до мережі на базі широкого спектра технологій та перетворення формату даних до початку передачі. Доступ у загальному випадку – це все те обладнання, яке зв’язує мережу NGN з традиційними мережами і невеликими локальними мережами передачі даних.

Рівень транспорту містить такі пристрої, як маршрутизатори і комутатори 3-го рівня, що розміщуються в магістральній та міській мережах. Транспортний рівень мережі NGN будується на основі пакетних технологій передачі інформації.

На *рівні керування* послугами використовується технологія програмної комутації, або Softswitch, що забезпечує первинне управління викликами в режимі реального часу та керування з'єднаннями. Softswitch надає голосові та мультимедійні послуги.

Рівень послуг містить функції управління логікою послуг та програм і являє розподілене обчислювальне середовище, що забезпечує надання інфокомунікаційних послуг, управління послугами, створення і впровадження нових послуг, взаємодію послуг. Для реалізації рівня виділяють окремі сервери і бази даних.

Поширеною моделлю мережі NGN є модель у вигляді набору площин (рис. 15).

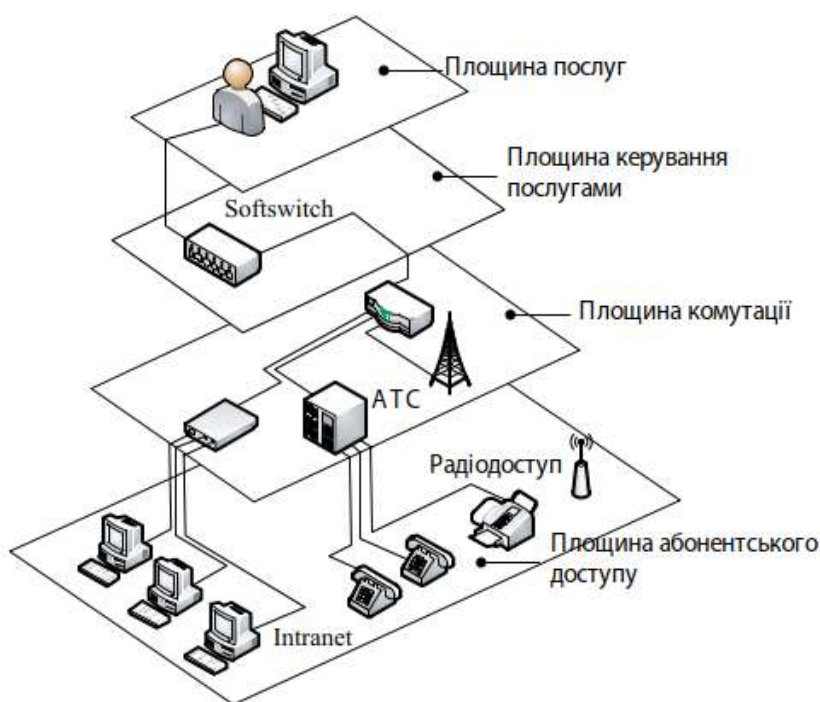


Рисунок 15 – Модель мережі NGN у вигляді набору площин

У топології мережі NGN у вигляді набору площин виявляється площина абонентського доступу, далі – площина комутації каналів та/або комутації пакетів, в якій розташовані структура мультисервісних вузлів доступу. Над ними розташовані програмні комутатори Softswitch, складові площини програмного керування, вище якої – площина інтелектуальних послуг і експлуатаційного керування послугами.

2. Призначення абонентської лінії електронної комунікаційної мережі

Абонентська лінія електронної комунікаційної мережі – лінія електронної

комунікаційної мережі, яка з'єднує кінцеве обладнання споживача з комутаційним обладнанням постачальника електронних комунікаційних послуг.

Кінцеве обладнання – обладнання, призначене для з'єднання з пунктом закінчення електронної комунікаційної мережі з метою забезпечення доступу до електронних комунікаційних послуг.

Лінія електронних комунікаційних мереж – частина технічних засобів електронних комунікацій, які створюють середовище розповсюдження електромагнітних сигналів по радіо, провідних, оптичних чи інших електромагнітних системах між технічними засобами електронних комунікацій, призначеними для передавання/приймання електромагнітних сигналів, та/або кінцевим обладнанням.

Пункт закінчення електронної комунікаційної мережі – місце стику (з'єднання) електронної комунікаційної мережі та кінцевого обладнання.

Технічні засоби електронних комунікацій – електронне комунікаційне обладнання, станційні та лінійні споруди, призначені для утворення електронних комунікаційних мереж.

Синонімом терміна лінія зв'язку є термін канал зв'язку.

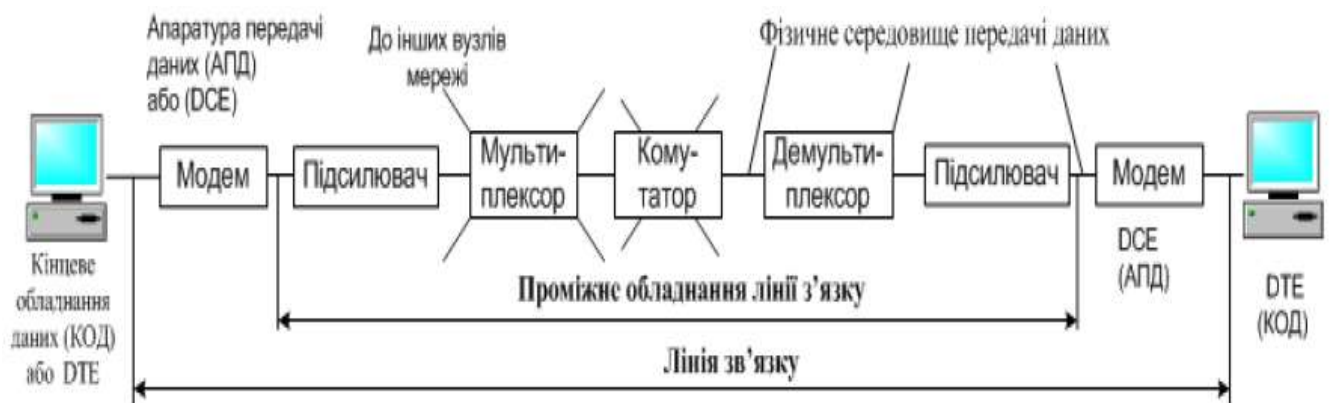


Рисунок 16 – Лінія зв'язку

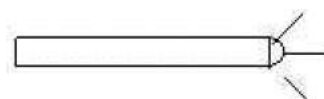
Фізичним середовищем передачі даних може бути:

кабель, тобто набір провідів, ізоляційних і захисних оболонок і сполучних рознімів;

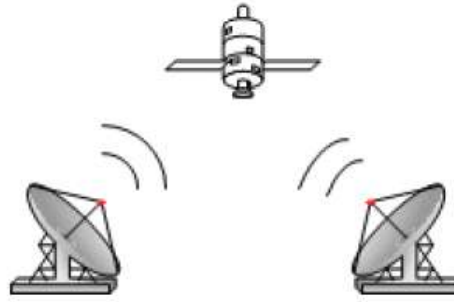
земна атмосфера чи космічний простір, через які поширюються електромагнітні хвилі.



провідні (повітряні)



кабельні (мідні і волоконно-оптичні)



Радіоканали наземного і супутникового зв'язку

Проводові (повітряні) лінії зв'язку – це провід без якої-небудь ізоляції чи оплётток, які екранують, прокладений між стовпами і висячий в повітрі. По таких лініях зв'язку передаються телефонні чи телеграфні сигнали, але при відсутності інших можливостей ці лінії використовуються і для передачі комп'ютерних даних.

Кабельні лінії складається з провідників, укладених у кілька шарів ізоляції: електричної, електромагнітної, механічної, а також, можливо, кліматичної. Кабель може бути оснащений роз'ємами, що дозволяють швидко виконувати приєднання до нього різного устаткування.

У комп'ютерних мережах застосовуються три основних типи кабелю:
кабелі на основі скручених пар мідних провідів;
коаксіальні кабелі з мідною жилою;
волоконно-оптичні кабелі.

Кручена пара існує в екранованому варіанті (STP та FTP), коли мідні провід обертається в ізоляційний екран, і неекранованому (UTP), коли ізоляційна обгортка відсутня.

Розрізняють декілька типів скручених пар (рис. 17):
 UTP – незахищена кручена пара;
 FTP – фольгована кручена пара;
 STP – екранована кручена пара.

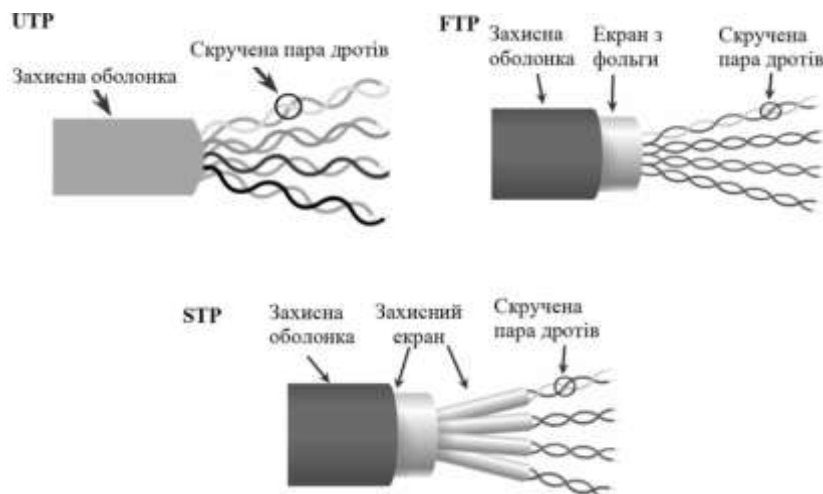


Рисунок 17 – Різновиди крученої пари

Кручена пара UTP – це вісім мідних дротів, скручені попарно в спільній ізоляції. Вона є найпоширенішою та найдешевшою крученою парою, проте в разі її експлуатації виникають проблеми з електромагнітною сумісністю.

У *FTP* та *STP* кабелях пари дротів мають спільний екран для захисту від електромагнітного випромінювання (ЕМВ). У *STP* кожна пара дротів має окремий екран.

Кручені пари *STP* та *FTP* мають ширший частотний діапазон передавання, менше електромагнітне випромінювання порівняно з *UTP*, однак вони дорожчі та складніші у прокладанні і монтажі.

Скручування проводів знижує вплив зовнішніх перешкод на корисні сигнали, що передаються по кабелю.

Коаксіальний кабель має несиметричну конструкцію і складається з внутрішньої мідної жили й оплітки, відділеної від жили шаром ізоляції.

Типи коаксіального кабелю відрізняються характеристиками й областями застосування – для локальних мереж, для глобальних мереж, для кабельного телебачення і т.

- 1 – центральна жила;
- 2 – внутрішня ізоляція;
- 3 – металева оплітка;
- 4 – зовнішня оболонка.

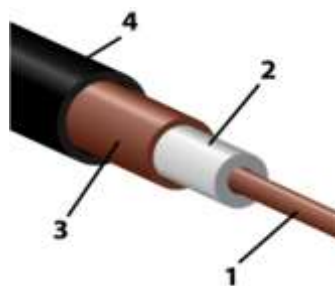


Рисунок 18 – Будова коаксіального кабелю

Коаксіальний кабель має:

- високу перешкодозахищеність (завдяки металевій обплітці);
- смуги пропускання понад 1ГГц;
- припустимими відстанями передачі до кілометра;
- помітно менше електромагнітних випромінювань зовні.

До нього важче механічно підключитися для несанкціонованого прослуховування мережі.

Монтаж, ремонт і установка рознімачів на кінцях коаксіального кабелю складніше, ніж кручений пари. Його застосовують рідше, ніж кручену пару.

Стандарт EIA/TIA-568 містить тільки один тип коаксіального кабелю, застосовуваний у мережі Ethernet.

Волоконно-оптичний кабель (ВОК) складається з тонких (5-60 мікрон) волокон, по яких поширюються світлові сигнали, забезпечуючи передачу даних з дуже високою швидкістю (до 10 Гбіт/с і вище) і захист даних від зовнішніх перешкод.

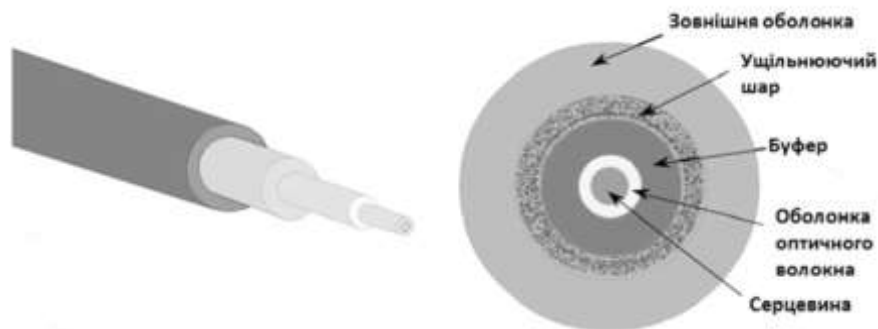


Рисунок 19 – Будова волоконно-оптичного кабелю

У центрі волоконно-оптичного кабелю розташована серцевина – світлопередаюче середовище, виготовлене з прозорого матеріалу. Навколо серцевини розміщена оболонка, що має менший коефіцієнт заломлення, завдяки чому промінь світла відбивається в серцевину ВОК. Це запобігає розсіюванню світла при проходженні його по кабелю. Оболонку ВОК виготовляють з плавною або ступінчастою зміною коефіцієнта заломлення.

Ступінчасті кабелі дешевші та простіші, у них більше послаблюється сигнал.

У *градієнтних кабелях* менші послаблення сигналу, що збільшує швидкість і відстань передавання. Оболонка має зовнішнє захисне покриття (буфер, ущільнюючий шар та зовнішня оболонка) для захисту кабелю та надання йому механічної стійкості. Буфер використовують для захисту серцевини та оболонки ВОК від пошкоджень.

Ущільнюючий шар оточує буфер та захищає ВОК від розтягування при його монтажі та експлуатації. У якості матеріалу ущільнюючого шару можуть використовувати кевларові волокна. Зовнішня оболонка призначена для захисту ВОК від зношування, розчинників та інших агресивних речовин. Склад зовнішньої оболонки залежить від середовища застосування кабелю.

Радіоканали наземного і супутникового зв'язку утворюються за допомогою передавача і приймача радіохвиль.

Типи радіоканалів відрізняються як використанням частотним діапазоном, так і дальністю каналу.

Діапазони коротких, середніх і довгих хвиль (КХ, СХ і ДХ) ,які називають діапазонами амплітудної модуляції (АМ) за типом методу модуляції сигналу, що використовуються в них, забезпечують велику дальність зв'язку, але при невисокій швидкості передачі даних.

Канали, що працюють на діапазонах ультракоротких хвиль (УКХ), для яких характерна частотна модуляція (FM), а також діапазонах надвисоких частот (НВЧ) є більш швидкісними.

У діапазоні НВЧ (понад 4 ГГц) сигнали не відбиваються іоносферою Землі і для стійкого зв'язку потрібна наявність прямої видимості між передавачем та приймачем. Такі частоти використовують або супутникові канали, або

радіорелейні канали, де ця умова виконується.

У комп'ютерних мережах застосовуються практично всі типи фізичних середовищ передачі, але найперспективнішими є волоконно-оптичні, на яких будуються як магістралі великих територіальних мереж, і високошвидкісні лінії зв'язку локальних мереж.

Популярним середовищем є також *кручена пара*. За допомогою крученої пари зазвичай підключають кінцевих абонентів мереж на відстанях до 100 метрів від концентратора.

Супутникові канали і радіозв'язок використовуються в тих випадках, коли кабельні зв'язки застосувати не можна, наприклад, при проходженні каналу через малонаселену місцевість або для зв'язку з мобільним користувачем мережі.

Діапазони електромагнітного спектру і відповідні їм бездротові системи передавання інформації поділяються на чотири групи.

4. Організація та використання електронних комунікаційних мереж (ІР-телефонії) у підрозділах ДСНС

4.1 Організація електронних комунікаційних систем та інформаційних технологій у ДСНС

Організація електронних комунікаційних систем та інформаційних технологій має відповідати вимогам чинних нормативно-правових актів. Перелік основних нормативних документів стосовно телекомунікаційних систем та інформаційних технологій розміщено на Порталі обстеження ІТ-систем органів виконавчої влади.

Мова інтерфейсу програмних продуктів і документації інформаційних систем – українська, а у разі відсутності україномовного інтерфейсу – англійська.

За можливості створення телекомунікаційних систем та інформаційних технологій цілком або виконання частини етапів зі створення без залучення сторонніх організацій підрозділи ДСНС можуть виступати не тільки як замовники, але й як виконавці.

Створення і впровадження нових телекомунікаційних систем та інформаційних технологій у ДСНС відбувається за погодженням зі структурним підрозділом, що відповідає за напрям інформаційні технології в апараті ДСНС. Телекомунікаційні системи та інформаційні технології створюються та впроваджуються за обґрунтованим поданням підрозділу для забезпечення підвищення ефективності виконання покладених на нього завдань. Необхідність створення телекомунікаційних систем та інформаційних технологій визначає керівник підрозділу.

Вимоги до телекомунікаційних систем та інформаційних технологій формуються і визначаються відповідним структурним підрозділом або робочою групою (за необхідністю), за участю представників відповідних структурних підрозділів, до компетенції яких належать завдання її створення і застосування за призначенням.

Технічне завдання розробляється за необхідністю, відповідно до чинного законодавства, рекомендацій національних стандартів і встановленої практики визначеної виконавцем робіт на основі узгоджених із замовником вимог до телекомунікаційних систем та інформаційних технологій.

Усі програмні, програмно-технічні (зокрема, вихідний код програмних засобів і команди компілятора, алгоритми, структури і формати даних тощо) та організаційні (регламенти, вимоги, інструкції, обмеження тощо) проектні рішення, які можуть застосовуватися для підтримки потрібного рівня експлуатаційних характеристик (якості) в процесі експлуатації й супроводу телекомунікаційних систем та інформаційних технологій, мають бути узгоджені, затверджені та передані замовнику виконавцем робіт (розробником) у задокументованому вигляді, необхідному для опису повної сукупності прийнятих проектних рішень і достатньому для їхнього незалежного використання (без звернення до розробника). Застосування не документованих рішень заборонено.

Телекомунікаційні системи та інформаційні технології вводяться в експлуатацію наказом керівника підрозділу, в якому зазначаються підрозділи, які використовують телекомунікаційні системи та інформаційні технології, та визначаються відповідальні за її технічний супровід, а також затверджується відповідна нормативна документація телекомунікаційних систем та інформаційних технологій.

4.2 Служба зв'язку в ДСНС

Основними призначенням служби зв'язку ДСНС відповідно до галузевого спрямування діяльності є організація та забезпечення надійним зв'язком органів управління та сил Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту в умовах загрози виникнення і виникнення НС (НП), здійснення контролю за організацією та виконанням заходів щодо підтримання у готовності автоматизованих систем централізованого оповіщення про загрозу або виникнення НС (НП) для оповіщення центральних та місцевих органів виконавчої влади, органів управління та сил цивільного захисту в мирний час та в особливий період.

Основними завданнями служби є:

у режимі повсякденного функціонування:

підготовка та здійснення контролю за готовністю підрозділів служби до дій за призначенням, їх забезпечення;

організація проведення навчання фахівців, які входять до складу спеціалізованої служби;

підтримання в готовності техніки і майна спеціального призначення для виконання завдань, покладених на спеціалізовану службу в мирний час та особливий період;

організація надійного зв'язку з центральними та місцевими органами виконавчої влади, органами управління та силами цивільного захисту;

організація та здійснення заходів щодо контролю готовності автоматизованих систем централізованого оповіщення про загрозу або виникнення НС(НП);

у режимі підвищеної готовності:

здійснення заходів щодо контролю підтримання в готовності автоматизованих систем централізованого оповіщення про загрозу або виникнення НС (НП) для забезпечення оповіщення центральних та місцевих органів виконавчої влади, органів управління та сил цивільного захисту, а також координація діяльності із забезпечення інформування населення про загрозу виникнення НС(НП) та дії в умовах такої ситуації; приведення в готовність спеціалізованої служби, залучення в разі потреби додаткових сил і засобів;

організація надійного зв'язку з центральними та місцевими органами виконавчої влади, органами управління та силами цивільного захисту;

у режимі НС (НП):

здійснення заходів щодо контролю підтримання в готовності автоматизованих систем централізованого оповіщення про загрозу або виникнення НС (НП) для забезпечення оповіщення центральних та місцевих органів виконавчої влади, органів управління та сил цивільного захисту, а також координація діяльності із забезпечення інформування населення про загрозу виникнення НС (НП) та дії в умовах такої ситуації; приведення в готовність спеціалізованої служби, залучення в разі потреби додаткових сил і засобів;

здійснення заходів з переведення спеціалізованої служби до функціонування в умовах НС (НП);

підготовка пропозицій щодо проведення спеціальних робіт і заходів з цивільного захисту за напрямом галузевого спрямування діяльності спеціалізованої служби та їх забезпечення під час ліквідації наслідків НС (НП) і управління підрозділами спеціалізованої служби, що залучаються до таких робіт та заходів;

організація взаємодії з органами управління та силами цивільного захисту функціональних і територіальних підсистем, їх ланок, які залучаються до ліквідації наслідків НС (НП);

організація надійного зв'язку з центральними та місцевими органами виконавчої влади, органами управління та силами цивільного захисту.

4.3 Призначення і завдання телекомунікацій

Найважливішими завданнями телекомунікацій у ДСНС є:

забезпечення оперативного та якісного прийому і передачі інформації про НС (НП);

забезпечення стійкого і безперервного зв'язку для управління силами та засобами при виконанні завдань за призначенням;

організація взаємодії та передачі інформації з іншими центральними органами виконавчої влади та місцевого самоврядування;

забезпечення передачі інформації як між апаратом ДСНС, його територіальними підрозділами, підприємствами, організаціями та установами сфери управління ДСНС, так і всередині них між окремими структурними підрозділами та їх співробітниками.

4.4 Призначення і завдання інформатизації

Упровадження інформаційних технологій (ІТ) в діяльність підрозділів ДСНС відбувається шляхом автоматизації процесів управління діяльністю ДСНС, оперативного рішення завдань щодо забезпечення пожежної та техногенної безпеки, адміністративно-господарської діяльності і реалізується через засоби інформатизації, що забезпечує рішення завдань за призначенням.

Основним призначенням упровадження ІТ у ДСНС є автоматизація обробки інформації за напрямками діяльності ДСНС.

Основним завданням ІТ у ДСНС є:

автоматизація системи оперативно-диспетчерського управління;

впровадження та підтримка функціонування системи електронного документообігу;

автоматизація основних напрямків адміністративно-управлінської діяльності (матеріально-технічне забезпечення, фінансово-господарська діяльність, і т.д.);

підтримка функціонування Інтернет-ресурсів ІТС та ТС в ДСНС.

Інформаційні технології повинні забезпечувати:

взаємодію інформаційних потоків усіх рівнів;

збереження цілісності інформаційних баз даних;

оперативність та достовірність інформації;

ефективне й надійне функціонування інформаційних систем та захист від несанкціонованого доступу та кіберзахист.

Тема 1.3. Основи побудови радіозв'язку в ДСНС

План

Вступ

1. Принципи організації радіозв'язку.

1.1. Інформація, повідомлення, сигнали.

1.2. Системи, канали і мережі зв'язку.

1.3. Класифікація систем електрозв'язку.

1.4. Основні поняття складових систем проводового електрозв'язку.

1.5. Документальний електрозв'язок.

2. Використання радіочастотного спектру в ДСНС.

3. Види та основні характеристики засобів електрозв'язку, які використовуються в ДСНС.

3.1. Проводовий електрозв'язок. Основні поняття складових систем проводового електрозв'язку.

3.2. Документальний електрозв'язок.

4. Особливості використання декаметрових (коротких) хвиль в радіозв'язку.

5. Особливості використання ультракоротких хвиль (УКХ) в радіозв'язку.

- 6. Основи побудови радіопередавальних пристроїв.
- 7. Види та основні принципи організації радіозв'язку в ДСНС
 - 7.1. Основні завданнями служби зв'язку ДСНС
 - 7.2. Організація зв'язку у підрозділах ДСНС
 - 7.3. Організація зв'язку при взаємодії з органами управління інших міністерств, відомств і служб
 - 7.4. Організація зв'язку при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій
 - 7.5. Особливості організації зв'язку при застосуванні морських (річкових) суден та проведенні підводних робіт
 - 7.6. Особливості організації зв'язку під час проведення рятувальних робіт з ліквідації надзвичайних ситуацій в гірських районах
 - 7.7. Організація зв'язку при застосуванні авіації
 - 7.8. Організація зв'язку в метрополітенах і підземних об'єктах
 - 7.9. Відновлення зв'язку і готовності підрозділів
- 8. Цифровий транкінговий радіозв'язок
 - 8.1. Загальні відомості та класифікація систем
 - 8.2. Класифікація транкінгових систем
 - 8.3. Архітектура транкінгових систем
 - 8.4. Склад і структура системи SmartTrunk

Література

1. Автоматизовані системи управління та зв'язок: курс лекцій / Уклад. Л.В. Борисова, О.В. Закора, А.Б. Феценко. – Х : НУЦЗУ, 2018. – 282 с.
2. Бурляй І.В., Джулай О.М., Орел Б.Б. Системи радіозв'язку та їх застосування оперативно-рятувальною службою: посібник з дисципліни «Основи електроніки та зв'язок». – Черкаси: Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля МНС України, 2007. – 224 с.
3. Поповський В.В. Основи теорії телекомунікаційних систем: підручник. – Харків: ХНУРЕ, 2018. – 368 с.
4. В. О. Собина, Д. В. Тарадуда, М. М. Піксасов, Л. В. Борисова, О. В. Закора, А. Б. Феценко, М.В. Маляров, Д. Л. Соколов. Дослідження проблем функціонування системи зв'язку ДСНС, використання засобів телекомунікацій та інформатизації в системі ДСНС, шляхів їх розвитку із застосуванням сучасних телекомунікаційних та інформаційних технологій, Звіт про НДР: № держреєстрації 0119U001009, Х. : НУЦЗУ, 2020. – 85 с. URL: <http://ndr.dsns.gov.ua/?p=7135>.
5. Микитишин А.Г. Комп'ютерні мережі. Навч. посібник / А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк, В.В. Пасічник – Львів, «Магнолія 2006», 2013. – 256 с.

Вступ

Появі радіозв'язку сприяли теоретичні основи та експериментальні дослідження, які були розроблені та проведені такими відомими винахідниками, як М. Фарадей, Дж. Максвелл, Г. Герц, О. Попов, Г. Марконі та іншими.

Подальший розвиток радіозв'язку був пов'язаний з новими схемотехнічними рішеннями та розробками в галузі елементної бази, яка пройшла великий шлях від електронно-вакуумних ламп до напівпровідникових пристроїв і сучасних інтегральних мікросхем високої щільності. Удосконалювалися і методи обробки сигналів, що дозволило перейти в радіозв'язку від аналогових до цифрових технологій.

1. Принципи організації радіозв'язку

1.1. Інформація, повідомлення, сигнали

Є безліч визначень поняття інформації від найбільш загального філософського (інформація є відбиття реального світу) до найбільш вузького практичного (інформація є всі відомості, що є об'єктом зберігання, передачі й перетворення).

Під *інформацією* розуміють не самі предмети й процеси, а їх істотні й представницькі характеристики, виділену сутність явищ матеріального світу; тобто, не самі предмети й процеси, а їх відбиття або відображення у вигляді чисел, формул, описів, креслень, символів, образів і т.п. (абстрактних характеристик).

Для передачі або зберігання інформації використовують різні знаки (символи). Цими знаками можуть бути слова й фрази в людській мові, жести й малюнки, форми коливань, математичні знаки й т.п.

Сукупність відомостей (знаків), що містять ту або іншу інформацію, називають *повідомленням*.⁷ Інформація є характеристика не повідомлення, а співвідношення між повідомленням і його споживачем.

Фізичний процес, що відображає (несе) передане повідомлення, називається *сигналом*.

У якості сигналу можна використовувати будь-який фізичний процес, що змінюється відповідно до повідомлення.

Фізичною величиною, що визначає такий сигнал, є *струм* або *напруга*.

Сучасні системи керування й зв'язку найчастіше використовують електричні сигнали.

⁷ Те саме інформаційне повідомлення (стаття в газеті, оголошення, лист, телеграма, довідка, розповідь, креслення, радіопередача й т.п.) може містити різну кількість інформації для різних людей - залежно від їхніх попередніх знань, від рівня розуміння цього повідомлення й інтересу до нього. Так, повідомлення, складене японською мовою, не несе ніякої нової інформації людині, що не знає цієї мови, але може бути високоінформативним для людини, що володіє японською. Ніякої нової інформації не містить і повідомлення, викладене знайомою мовою, якщо його зміст незрозуміло або вже відомо. При телеграфній передачі повідомленням є текст телеграми, що представляє собою послідовність роздільних знаків – букв і цифр. При розмові по телефону повідомленням є неперервна зміна в часі звукового тиску, що відображає не тільки зміст, але й інтонацію, тембр, ритм і інші властивості мови. При передачі у телевізійних системах рухомих зображень повідомленням є зміна в часі яскравості й кольору елементів зображення.

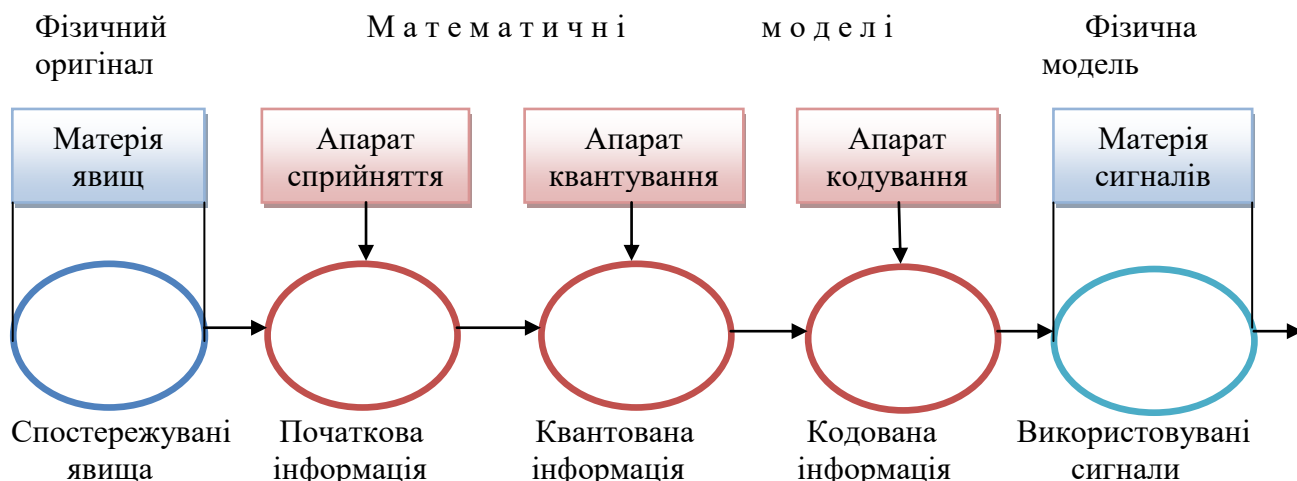


Рисунок 20 – Методологічна схема утворення сигналу

Електричний сигнал як матеріальний носій інформації являє собою певну змінну фізичну величину (напругу, струм, заряд, магнітний потік), яку називають *коливанням*.

Сигнали формуються шляхом зміни тих або інших параметрів фізичного носія за законом переданих повідомлень.

Процес (зміни параметрів носія) називається модуляцією.

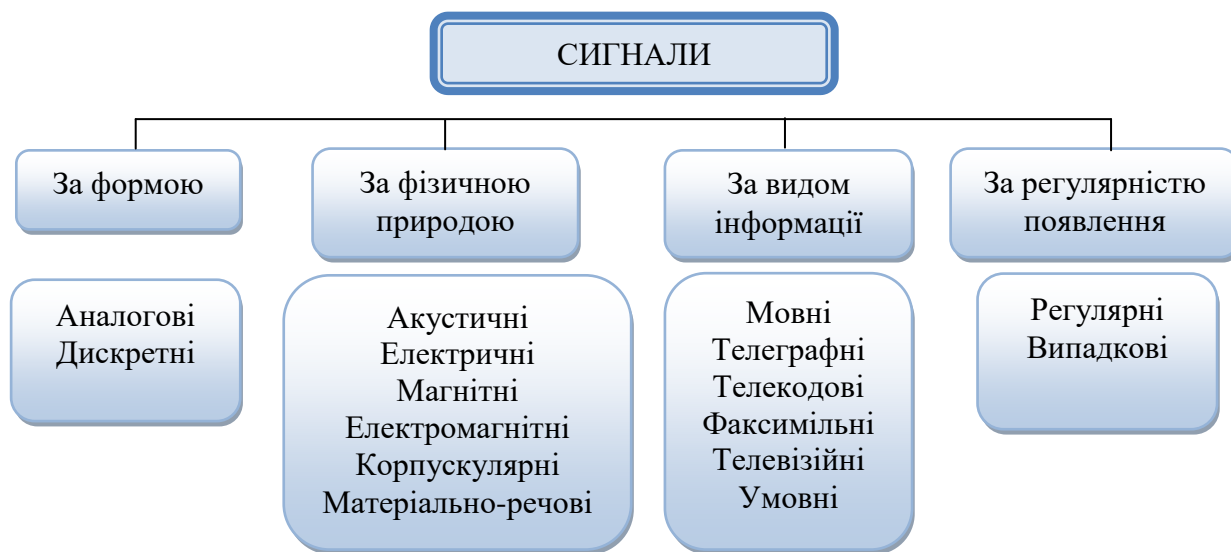


Рисунок 21 – Класифікація сигналів

Сигнал є функцією часу (тобто процесом), навіть якщо повідомлення таким не є.

Сигнал, який є функцією $u(t)$, що має тільки певні дискретні значення u_n (наприклад, 1 і 0), називається дискретним, або дискретним по станах.

Сигнал (або повідомлення), що має будь-які значення в деякому інтервалі, називається неперервним по станах, або аналоговим.

Повідомлення за допомогою датчиків перетворюються в електричну величину $b(t)$ – первинний сигнал.⁸

У більшості випадків первинний сигнал є низькочастотним коливанням, яке відображає передане повідомлення.

Для передачі на більші відстані (по кабелю або радіо) первинний сигнал перетворюють у високочастотний сигнал.

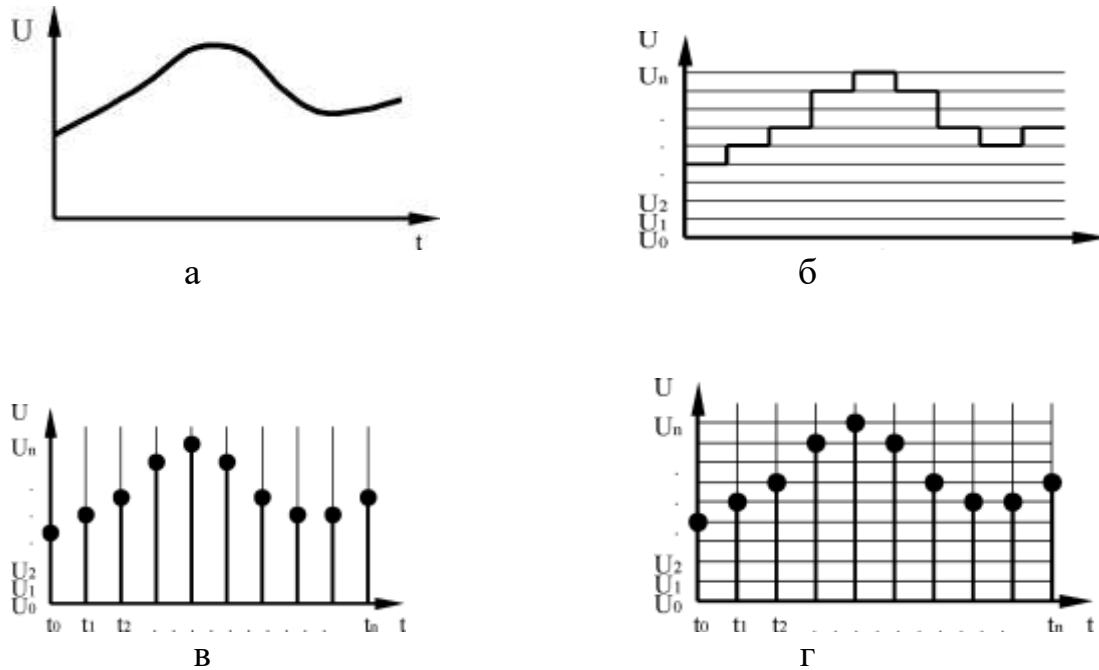


Рисунок 22 – Основні види сигналів (дискретні й неперервні):

- а – неперервний по станах і за часом;
- б – дискретний по станах, неперервний за часом;
- в – неперервний по станах, дискретний за часом;
- г – дискретний по станах і за часом

Розрізняють дві основні групи сигналів: детерміновані та випадкові (стохастичні).

Детермінованими називають такі сигнали, значення яких у будь-який момент часу є точно відоме, тобто їх можна передбачити безпомилково.

Детерміноване повідомлення не містить інформації і є випадковою функцією, і використовуються як тестові сигнали для випробувань системи зв'язку або окремих її елементів. Імовірнісні властивості сигналів і повідомлень, а також середовища, у якому передається сигнал, дозволяють визначити кількість переданої інформації та її втрати.

Випадковими називають такі сигнали, значення яких у будь-який момент часу неможливо передбачити точно. Випадкові сигнали поділяють на корисні та завади (шуми).⁹

⁸ При передачі мови таке перетворення виконує мікрофон, при передачі зображення – телевізійна камера.

Поділ сигналів на детерміновані та випадкові є відносним. Наприклад, корисний сигнал, прийнятий на приймальному пункті, є для адресата випадковим, бо адресат наперед не знає змісту інформації, яку несе даний сигнал. На передавальному пункті цей сигнал вважається детермінованим, оскільки там точно відома інформація, яку несе сигнал.

У техніці зв'язку *спектр сигналу* часто свідомо скорочують, що обумовлене обмеженою смугою пропускання частот апаратурою та лінією зв'язку. Скорочення спектра здійснюється із допустимих викривлень сигналу.

Описом конкретного сигналу може бути деяка функція часу $u(t)$. Визначивши так чи інакше цю функцію, визначаємо й сигнал.

Параметри сигналу, що є основними з погляду його передачі, це тривалість сигналу T_c , його динамічний діапазон D_c і ширина спектра F_c .

Довільний сигнал, розглянутий як часовий процес, має початок і кінець. Тому тривалість сигналу T_c є його природнім параметром, що визначає інтервал часу, у межах якого сигнал існує.

Динамічний діапазон – це відношення найбільшої миттєвої потужності сигналу до тієї найменшої потужності, яку необхідно відрізнити від нуля при заданій якості передачі. Він виражається звичайно в децибелах (дБ).

Ширина спектра сигналу F_c дає представлення про швидкість зміни сигналу усередині інтервалу його існування. Спектр сигналу може бути необмеженим. Однак для будь-якого сигналу можна вказати діапазон частот, у межах якого зосереджена його основна енергія. Цим діапазоном і визначається ширина спектра сигналу.

Вводиться загальна й наочна форма – обсяг сигналу:

$$V_c = T_c F_c D_c$$

Обсяг сигналу V_c дає загальне представлення про можливості даної множини сигналів як носіїв повідомлень. Чим більше обсяг сигналу, тим більше інформації можна «вкласти» у цей обсяг для передачі сигналу по каналу зв'язку.

1.2. Системи, канали і мережі зв'язку

Система зв'язку – це сукупність технічних пристроїв для передачі повідомлення від джерела до одержувача.

Узагальнена структурна схема одноканальної системи зв'язку на рис. 23 відображає типові перетворення, які зазнає повідомлення в системі зв'язку.

⁹ Випадковими сигналами є різноманітні електромагнітні коливання атмосферного та промислового походження, а також сигнали інших передавальних станцій, які перешкоджають прийманню інформаційних сигналів.

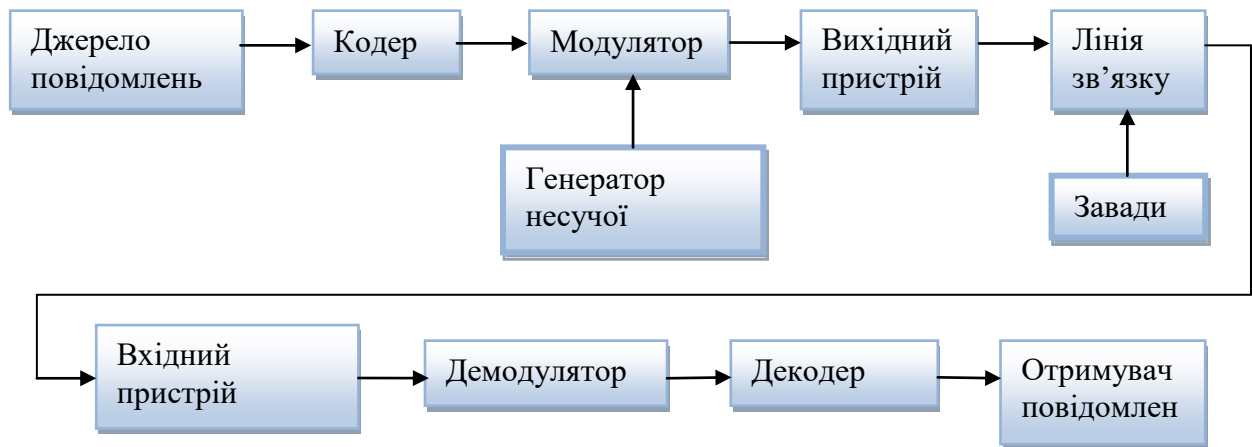


Рисунок 23 – Узагальнена структурна схема системи зв'язку

Джерело повідомлення – джерело інформації, що підлягає передачі (людина, навколишнє середовище, комп'ютер тощо).

Кодер здійснює:

перетворює неелектричне, як правило, повідомлення в електричний сигнал;
 перетворює аналоговий (неперервний) сигнал у дискретний (цифровий);
 здійснює ефективне кодування з метою зменшення необхідної швидкості передачі інформації при заданій якості (усунення надмірності повідомлення);
 здійснює завадостійке кодування, що дозволяє поліпшити якість прийому повідомлення.

Генератор несучої частоти – генерує коливання з постійною амплітудою, частотою, фазою.

Модулятор – змінює амплітуду, частоту або фазу носія у відповідність із сигналом, що модулює, і надходить від кодера.

Вихідний пристрій – підсилює сигнал для забезпечення заданої якості зв'язку й обмежує спектр передаваного сигналу до смуги частот, відведеної для заданої системи зв'язку.

Кодер, модулятор, генератор несучої частоти й вихідний пристрій утворюють передавач.

Лінія зв'язку – сукупність технічних пристроїв або середовищ (кабель, дротова лінія, оптична лінія зв'язку або ефір), по яких сигнал надходить від передавача до приймача. При передачі сигнал може перекручуватися й на нього можуть накладатися завади $n(t)$.

Вхідний пристрій – виділяє сигнал свого передавача, фільтрує (не пропускає) сигнали сусідніх по частоті передавачів і завади, а також підсилює сигнал.

Демодулятор – перетворює високочастотний модульований сигнал у низькочастотний (сигнал на виході демодулятора приблизно відповідає тому, що був на вході модулятора).

Декодер:

приймає рішення щодо кожної посилки (1 або 0);

декодує кодові комбінації, виправляє частину помилок;
 перетворює кодові комбінації в повідомлення, зручні для одержувача.
 Одержувач повідомлення – люди, комп'ютер або інші технічні пристрої.
 Вхідний пристрій, демодулятор і декодер утворюють приймач.

Приймальний пристрій обробляє прийняте коливання $z(t) = u(t) + n(t)$, що являє собою суму сигналу $u(t)$ і завади $n(t)$, і відновлює по ньому повідомлення \hat{a} , яке з деякою похибкою відбиває передане повідомлення. Інакше кажучи, приймач повинен на основі аналізу коливання $z(t)$ визначити, яке з можливих повідомлень передавалося. Тому приймальний пристрій є одним з найбільш відповідальних і складних елементів системи зв'язку.

По виду переданих повідомлень розрізняють наступні системи зв'язку:

передача мови (телефонія);
 передача тексту (телеграфія); передача нерушливих зображень (фототелеграфія);
 передача зображень (телебачення), телевимірювання, телекерування й передача даних.

Системи передачі даних можуть бути інформаційні та телекомунікаційні системи, із застосуванням технологій локальних і глобальних мереж.

Системи передачі даних є невід'ємною частиною автоматизованих систем керування.

Каналом зв'язку називається сукупність засобів, що забезпечують передачу сигналу від деякої точки А системи до точки В (рис. 4). Точки А і В можуть бути обрані довільно, аби тільки між ними проходив сигнал. Частина системи зв'язку, розташована до точки А, є джерелом сигналу для цього каналу.

Якщо сигнали, що надходять на вхід каналу і знімаються з його виходу, є дискретними (по станах), то канал називається *дискретним*.

Якщо вхідні й вихідні сигнали каналу є неперервними, то й канал називається *неперервним*

Дискретно-неперервний й *неперервно-дискретні* канали – це канали, на вхід яких надходять дискретні сигнали, а з виходу знімаються неперервні, або навпаки.

Канал може бути дискретним або неперервним незалежно від характеру переданих повідомлень.

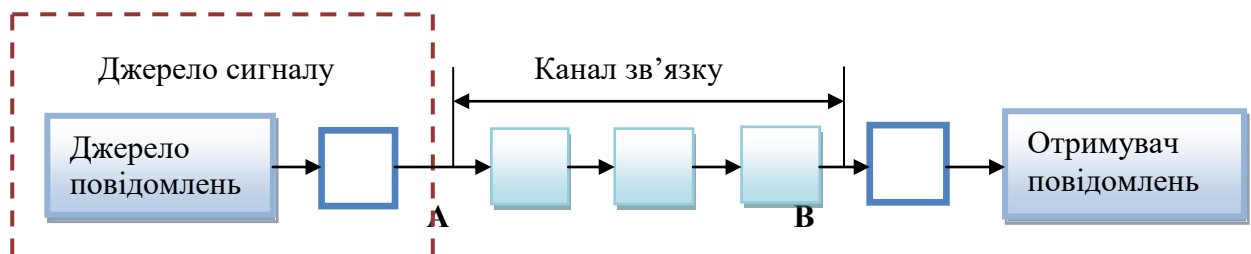


Рисунок 24 – Канал зв'язку

В одній і тій же системі зв'язку можна виділити як дискретний, так і неперервний канали. Це залежить від того, яким чином обрані точки А і В входу й виходу каналу.

Неперервний канал зв'язку можна характеризувати як і сигнал трьома параметрами: часом T_k , протягом якого по каналу ведеться передача, динамічним діапазоном D_k і смугою пропускання каналу F_k .

Під *динамічним діапазоном каналу* розуміють відношення припустимої потужності переданого сигналу до потужності завади, що неминуче присутня в каналі, виражене в децибелах.

Типи каналів, по яких передаються повідомлення:

дротового зв'язку;

короткохвильового радіозв'язку з використанням відбиття від іоносфери;

ультракороткохвильового зв'язку іоносферного й тропосферного розсіювання;

метеорному зв'язку;

космічному зв'язку й т.п.

Характеристики цих каналів значно відрізняються один від одного.

Ознаками неперервних каналів є:

лінійність. У таких каналах вихідний сигнал є сумою вхідних сигналів і завад (принцип суперпозиції), а результати нелінійних перетворень в каналі малі в порівнянні з вихідними сигналами;

на виході каналу навіть під час відсутності корисного сигналу завжди є завади;

сигнал при передачі по каналу отримує затримку за часом і загасання за рівнем.

У реальних каналах мають місце перекручування сигналу, обумовлені недосконалістю характеристик каналу та змінами параметрів каналу в часі.

Узагальненою характеристикою безперервного каналу є його обсяг:

$$V_k = T_k F_k D_k$$

Необхідною умовою неперекрученої передачі по каналу сигналів з обсягом

$$V_c \in V_c \leq V_k$$

Перетворення первинного сигналу у високочастотний сигнал має на меті узгодження сигналу із каналом. У найпростішому випадку сигнал погоджують із каналом по всіх трьох параметрах, тобто забезпечують виконання умов:

$$T_c \leq T_k; F_c \leq F_k; D_c \leq D_k$$

При цих умовах обсяг сигналу повністю «розміщується» в обсязі каналу.

Система зв'язку називається *багатоканальною*, якщо вона забезпечує передачу декількох повідомлень по одній загальній лінії зв'язку.

Оцінка роботи системи зв'язку враховує точність передачі повідомлення і швидкість цієї передачі. Перше визначає якість передачі, друге – кількість.

У реальній системі зв'язку якість передачі залежить від ступеня перекручувань прийнятого повідомлення, що залежать від властивостей і технічного стану системи, від інтенсивності й характеру завад. У правильно спроектованій і технічно справній системі зв'язку перекручування повідомлень обумовлені лише впливом завад.

Завадою називається будь-який випадковий вплив на сигнал, який погіршує вірність відтворення переданих повідомлень. Завади досить різноманітні як по своєму походженню, так і по фізичних властивостях. У радіоканалах часто зустрічаються атмосферні завади, обумовлені електричними процесами в атмосфері й, насамперед, грозовими розрядами. Енергія цих завад зосереджена, головним чином, в області довгих і середніх хвиль. Сильні завади створюються також промисловим обладнанням – індустріальні завади, що виникають через різкі зміни токів в електричних колах усіляких електропристроїв.

У цьому випадку якість передачі повністю визначається завадостійкістю системи.

Під *завадостійкістю* звичайно розуміють здатність системи протистояти шкідливому впливу завад на передачу повідомлень. Оскільки дія завад направлена на зміну прийнятого повідомлення від переданого, то кількісно завадостійкість при заданій заваді характеризується ступенем відповідності прийнятого повідомлення переданому, тобто вірністю.

Максимальну швидкість передачі R_{max} , що забезпечує система зв'язку за умови, що канал не вносить похибок і перекручувань, прийнято називати *пропускною здатністю системи*.

Розповсюдженим видом завад є завади від сторонніх радіостанцій і каналів. Вони обумовлені порушенням регламенту розподілу робочих частот, недостатньою стабільністю частот і поганою фільтрацією гармонік сигналу, нелінійними процесами в каналах, що призводять до перехресних спотворювань.

У дрових каналах зв'язку основним видом завад є імпульсні шуми й переривання зв'язку. Поява імпульсних завад часто пов'язана із автоматичною комутацією й перехресними наведеннями.

Переривання зв'язку – це явище, при якому сигнал у лінії різко загасає або зникає.

1.3. Класифікація систем електрозв'язку

Класифікація систем визначається видами повідомлень, що передаються, середовищем поширення електричних сигналів і способами розподілу інформації: комутовані або некомутовані мережі передачі повідомлень.

Електричний зв'язок є основним способом зв'язку, який призначений для передачі на відстань повідомлень за допомогою електричних сигналів.

Електрозв'язок, залежно від каналу передачі інформації, поділяють на:
проводовий зв'язок;
радіозв'язок.

Проводовий зв'язок, у свою чергу, поділяють на:
телефонний зв'язок;

документальний електрозв'язок.

Документальний електрозв'язок поділяють на:

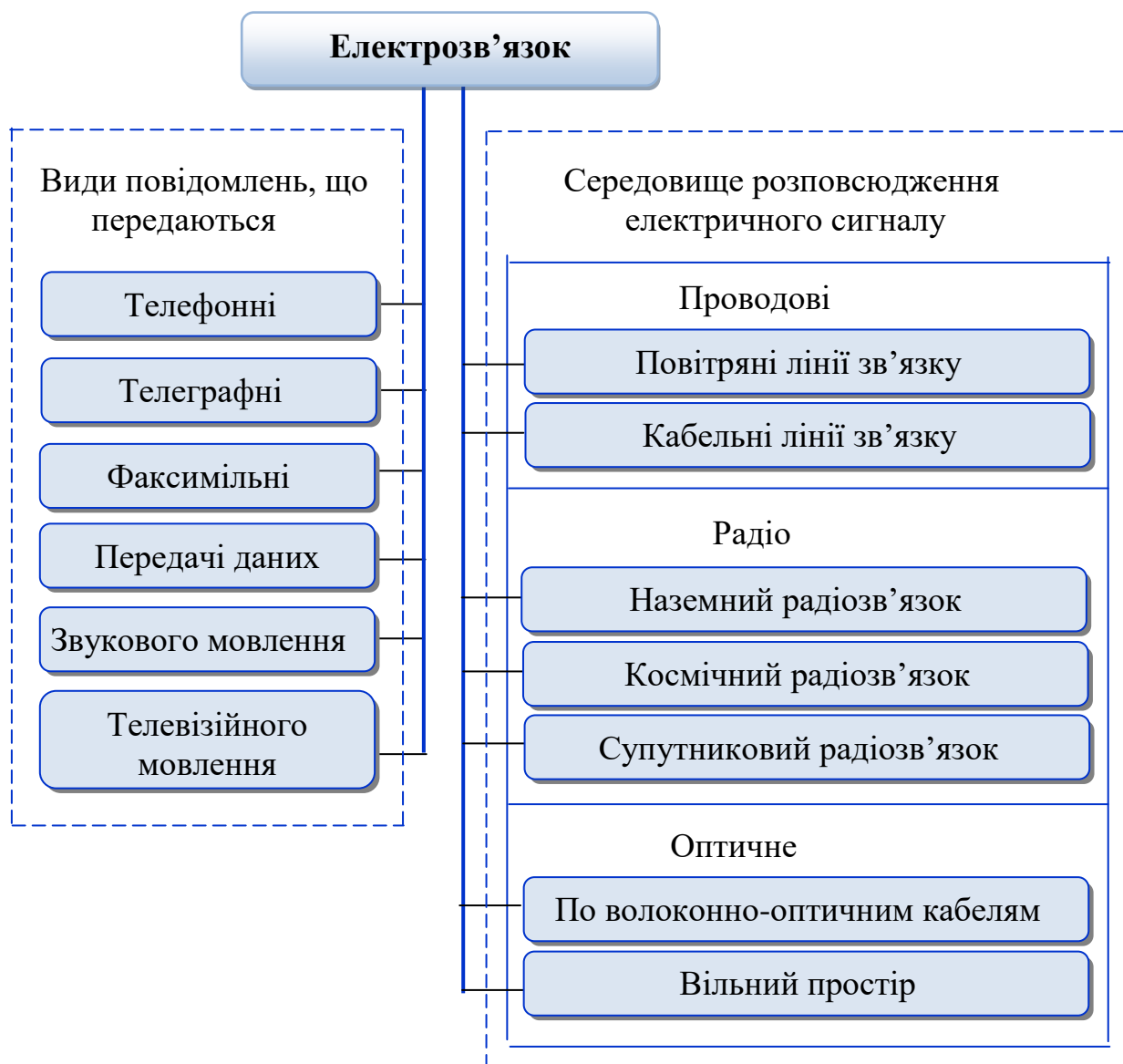
- телеграфний зв'язок;
- факсимільний зв'язок;
- електронну пошту;
- ІР-телефонію тощо.

Проводовий зв'язок – електрозв'язок, що здійснюється розповсюдженням сигналів електрозв'язку вздовж проводового кабелю з металевими або волоконно-оптичними жилами.

Засоби проводового електрозв'язку призначені для передачі оперативної інформації, розпоряджень і вказівок, забезпечуючи управління силами та засобами ДСНС та їх взаємодію.

Для *організації проводового зв'язку* використовуються різні засоби:

- проводові лінії;
- каналоутворюючі засоби;
- комутаційні і кінцеві засоби зв'язку.



Засоби зв'язку є невід'ємною складовою технічного забезпечення функціонування будь-якого підрозділу ДСНС.

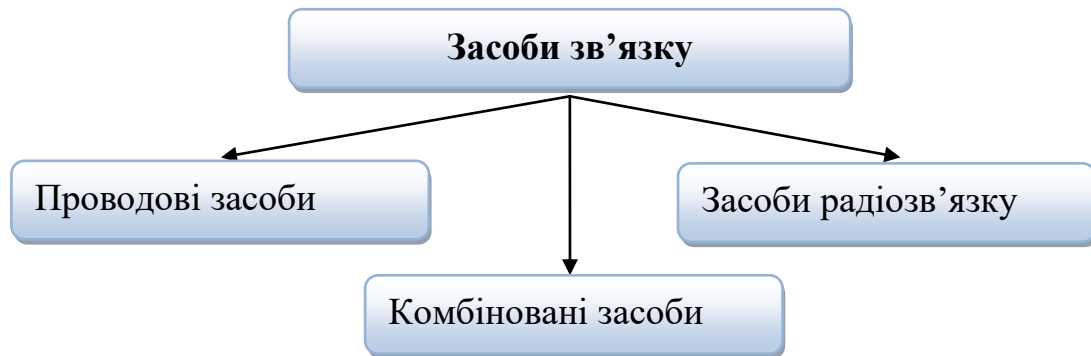


Рисунок 26 – Класифікація сучасних засобів зв'язку

Проводові лінії зв'язку призначені для сполучення на відстань між абонентами і станціями (комутаторами) між собою.

Каналоутворюючі засоби зв'язку призначені для побудови (розгортання) ліній зв'язку і утворення каналів передавання та групових трактів на них. Вони застосовуються на лініях прямого зв'язку, прив'язки та опорної мережі.

Комутаційні засоби зв'язку призначені для комутації кінцевих засобів, каналів передавання, групових трактів (цифрових потоків) повідомлень, пакетів.

Телефонний зв'язок – вид електрозв'язку, який забезпечує передачу сигналів, що відображають мовну інформацію на відстань з встановленою смугою частот між абонентами та (або) операторами.

Класифікація телефонного зв'язку.

Залежно від способу передачі інформації телефонний зв'язок поділяють на: низькочастотний (НЧ) – для передачі на відстань проводами (каналами) мовної інформації;

високочастотний (ВЧ) здійснюється здебільшого на значних відстанях за рахунок ущільнення проводових ліній зв'язку декількома каналами НЧ-телефонного зв'язку. З цією метою на передавальному пристрої каналу зв'язку за допомогою більш високих частот (надзвукових до 100-120 кГц) здійснюється перетворення (модуляція) звукових коливань НЧ телефонних каналів. Кількість «несучих» частот дорівнює кількості НЧ каналів.

Комутаційні телефонні станції відповідно за призначенням поділяють на:

станції загальнодержавної мережі (міські, міжміські, міжнародні);

станції відомчих мереж.

Комутаційні станції загальнодержавної мережі призначені для будови місцевої телефонної мережі з абонентською ємністю від 10 000 до декілька сотень тисяч номерів.

Станції відомчих мереж призначені для будови в окремих пунктах телефонної станції ємністю від 30 до 10 000 номерів.

За способом сполучення абонентів телефонні станції поділяють на:

автоматичні (АТС);
ручного керування (РТС).

На АТС потрібне з'єднання абонентів відбувається автоматично за допомогою спеціальних комутаційних пристроїв.

Для організації оперативного телефонного зв'язку у переважній більшості застосовуються телефонні станції (пульти, комутатори) ручного керування, які забезпечують сполучення абонентів, що включені в прямий зв'язок з черговим по ДСНС.

Сполучення може бути одиничним, груповим та циркулярним.

1.4. Основні поняття складових систем проводового електрозв'язку

Організація проводового електрозв'язку ДСНС передбачає створення систем та мереж зв'язку.

Для одержання найбільшої ефективності, підвищення надійності і якості передачі-прийому інформації, ці види зв'язку використовують комплексно, шляхом побудови розгалуженої системи зв'язку ДСНС.

Системи проводового електрозв'язку вміщують різні мережі зв'язку, які за своїм призначенням та використанням поділяють на:

- а) відомчу телефонну мережу (ВТфМ);
- б) відомчу телеграфну мережу (ВТгМ);
- в) відомчу мережу передачі даних (ВМПД);
- г) відомчу мережу зв'язку з рухомими об'єктами (ВМРО);
- д) відомчу мережу розпоряджувально-пошукового зв'язку (ВМРП);
- е) відомчу мережу телевізійного контролю (ВМТК).

Оперативний зв'язок (телефонний, документальний, телевізійний, електронна пошта та ін.) – це сукупність взаємопов'язаних між собою засобів та каналів зв'язку, з'єднаних у певному порядку, відповідно до організації управління органами ДСНС і характеру виконуваних завдань. Мережі оперативного телефонного зв'язку ДСНС призначені для забезпечення обміну інформацією в мінімально короткі строки у вигляді телефонних розмов та передачі телефонограм з метою оперативного керування силами та засобами.

Чергові частини та керівництво ДСНС забезпечуються оперативним телефонним зв'язком як на базі аналогових систем, так і сучасних цифрових мереж з використанням цифрових комутаційних станцій.

Вони забезпечують:

- з'єднання між абонентами прямих абонентських ліній;
- між абонентами з'єднувальних ліній і прямих абонентських ліній;
- циркулярний зв'язок;
- утримання абонентів;
- можливість запису телефонних розмов на звукозаписуючу апаратуру;
- організацію двостороннього конференцзв'язку;
- запис мовного повідомлення абоненту, який відсутній;
- наявність у головного абонента цифрового дисплея з пультом;
- оперативний зв'язок між головним пультом і терміналами;

індикація інформації про дзвінок і т. ін.

Забезпечення чергових частин та керівництва ДСНС оперативним телефонним зв'язком реалізується встановленням в ДСНС сучасних цифрових мереж, до складу яких входять багатофункціональні системні термінали з іменною клавіатурою для термінового виклику необхідних абонентів мережі.

Зв'язок організується відповідно до структури управління взаємодіючими силами і засобами з врахуванням місцевих умов і оперативної обстановки, за узгодженими схемами організації зв'язку із використанням засобів зв'язку кожного із взаємодіючих органів.

1.5. Документальний електрозв'язок

Документальний електрозв'язок – вид електрозв'язку, за допомогою якого здійснюється передача документальних повідомлень: літерно-цифрового тексту, цифрових даних і графічних зображень (ДСТУ 2619-94).

Телеграфний зв'язок – вид документального електрозв'язку, який забезпечує передачу літерно-цифрового тексту.

Телеграфний (букводрукуючий) електрозв'язок як документальний зв'язок займає особливе місце в системі оперативного зв'язку ОВС.

Відомча телеграфна мережа призначена для оперативного передавання документальних повідомлень, поданих у вигляді літерно-цифрового тексту.

Відомчу телеграфну мережу поділяють на:

відомчу телеграфну мережу загального користування (ВТГЗК), призначену для передавання телеграм, які поступають до вузлів зв'язку від підрозділів і установ ДСНС із швидкістю 50, 100 чи 200 Бод;

відомчу мережу абонентського телеграфування (ВМАТ), призначену для організації безпосередніх зв'язків між органами внутрішніх справ, підрозділами пожежної охорони, установами МВС з метою ведення документальних переговорів і обміну документальними повідомленнями із швидкістю 50 Бод;

мережу некомутованих дискретних каналів, призначену для надання каналів в оренду підрозділам та установам МВС, при необхідності регулярного передавання значних обсягів інформації, якщо комутовані мережі не задовольняють вимоги користувачів;

мережу доступу до станцій АТ/Тх загального користування (ДАТ/Тх).

У *телеграфному електрозв'язку* передача та прийом інформації здійснюється за допомогою, так званих, старт-стопних електромеханічних друкуючих апаратів.¹⁰

¹⁰ У цих апаратах застосовується міжнародний телеграфний код, здійснюється передача інформації за допомогою електричних імпульсів. Сутність телеграфного коду полягає в тому, що кожному знаку (літері, цифрі) відповідає певна комбінація електричних імпульсів, що складається з п'яти струмкових і безструмкових посилок. П'ятизначний код може сформувати тільки 32 різноманітні комбінації. Тому, для передачі 78 комбінацій в телеграфних апаратах застосовуються переключення реєстрів для зміни знаків одного і того ж самого коду (російський, латинський, цифровий). Телеграфні апарати можуть вести передачу в автоматичному режимі за допомогою трансмітерної приставки.

Факсимільний зв'язок – вид документального електрозв'язку, який забезпечує передачу на відстань усіх форм графічних, рукописних та друкованих матеріалів (ДСТУ 2619-94).

У ДСНС факсимільний електрозв'язок призначений для організації безпосередніх зв'язків між підрозділами з метою обміну документальними повідомленнями.

Для організації факсимільного зв'язку в ДСНС використовується комплексна телефонна мережа, на базі якої організується:

абонентський факсимільний зв'язок;

факсимільний зв'язок для приймання і передавання повідомлень в системі факсимільного зв'язку загального користування.

Факсимільний електрозв'язок для приймання і передавання повідомлень в системі факсимільного зв'язку загального користування призначений для організації безпосередніх зв'язків між підрозділами ДСНС, державними установами та іншими відомствами з метою обміну документальними повідомленнями.

Електронна пошта (E-mail) – система передачі даних за допомогою комп'ютерних засобів та технологій каналами мережі телефонного зв'язку.

Комп'ютерну систему збору та передачі інформації «Електронна пошта» впроваджено в діяльність ДСНС з метою підвищення оперативної взаємодії чергових частин ДСНС, удосконалення роботи підрозділів оперативного інформування і забезпечення документообігу з використанням сучасних засобів комп'ютерної техніки.

Електронна пошта є складовою частиною системи інформаційного забезпечення ДСНС і надає можливість організувати оперативний обмін документованою та графічною інформацією між підрозділами ДСНС України.¹¹

2. Використання радіочастотного спектру в ДСНС

У сфері радіочастотного спектра:

взаємодія через радіочастотний орган ДСНС з Генеральним Штабом Збройних Сил України та Міністерством внутрішніх справ з питань щодо розподілу, виділення смуг радіочастот, присвоєння радіочастот радіоелектронним засобам, користування радіочастотним спектром України, електромагнітної сумісності;

¹¹ Комп'ютерна система збору та передачі інформації «Електронна пошта» функціонує на базі технології UUCP з використанням системних засобів захисту конфіденційності і власності інформації кожного абонента від проникнення до неї сторонніх осіб, наявність серверу доставки поштових повідомлень кожному зареєстрованому користувачеві мережі і отримання підтвердження про їх доставку, кодування інформації, що передається, та попередження абонента про неправильні дії при передачі даних. Використовуючи сучасну інформаційну технологію GPRS (General Packet Radio Service) в системі електронної пошти (E-mail), за рахунок пакетного режиму, досягається висока швидкість передачі даних до 170 кбіт/с. Це дозволяє використовувати систему GPRS для швидкого доступу в мережу Internet і WAP-ресурсам.

участь у розробленні спільно із заінтересованими центральними органами виконавчої влади Національної таблиці розподілу смуг радіочастот України, Плану використання радіочастотного ресурсу України, а також інших нормативно-правих актів України з питань використання радіочастотного спектра;

опрацювання та подання через радіочастотний орган ДСНС до Міністерства внутрішніх справ та Генерального Штабу Збройних Сил України заяв на виділення (присвоєння) радіочастот для радіоелектронних засобів, що заново розробляються (модернізуються), ввозяться з-за кордону та плануються до використання в інтересах ДСНС;

подання заяв через радіочастотний орган ДСНС щодо забезпечення електромагнітної сумісності для нових радіоелектронних засобів із зазначенням необхідності реєстрації у Міжнародному Союзі Електрозв'язку частотних присвоєнь та радіоелектронними засобами сторонніх організацій за умови їх розміщення на власних об'єктах.

3. Види та основні характеристики засобів радіозв'язку, які використовуються в ДСНС

Радіозв'язок – електронні комунікації, що здійснюються з використанням радіочастотного спектра.

Для передачі повідомлень за допомогою радіохвиль використовують системи радіозв'язку.

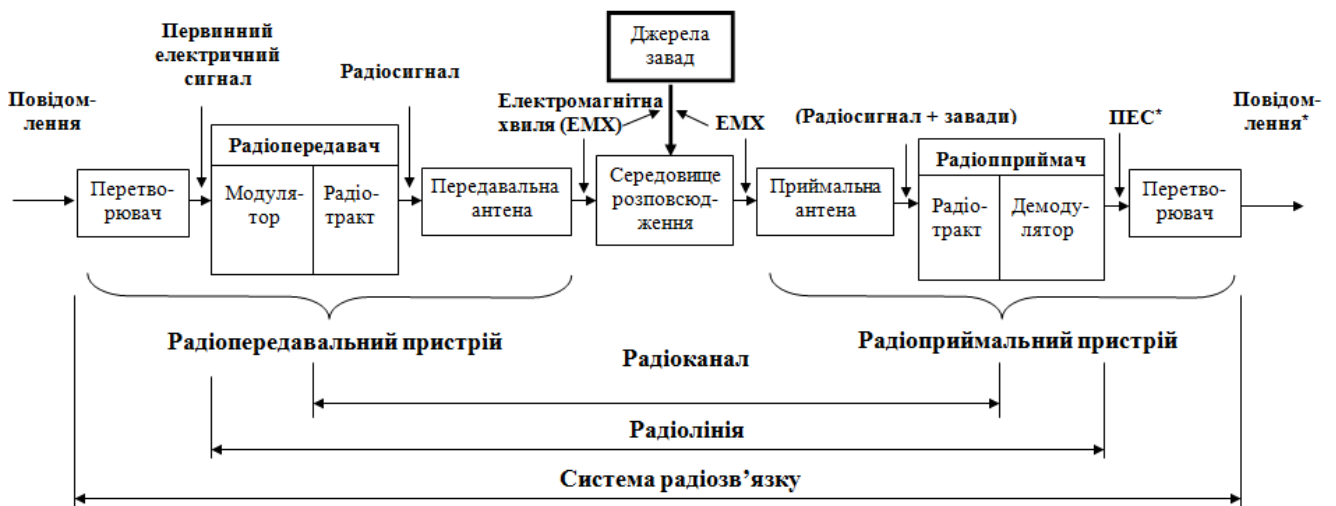


Рисунок 27 – Система радіозв'язку

Система радіозв'язку складається з радіопередавального і радіоприймального пристроїв, а також з середовища розповсюдження радіохвиль.

До складу радіопередавального пристрою входять:
перетворювач;

радіопередавач;
антена (антено-фідерна система).

Перетворювач перетворює повідомлення в первинний електричний сигнал (ПЕС), параметри якого (амплітуда, частота або фаза) змінюються по закону інформаційного параметра сигналу повідомлення.

Радіопередавач забезпечує перетворення первинного сигналу у високочастотний радіосигнал необхідної потужності. Радіосигнал формується модулятором і являє собою високочастотні коливання, один або декілька параметрів якого змінюються по закону зміни інформаційного параметра первинного сигналу. В радіотракті здійснюється підсилення сигналу до необхідного рівня потужності.

Антена перетворює високочастотні коливання сигналу в електромагнітні хвилі – радіохвилі.

В радіоприймальному пристрої здійснюється зворотне перетворення сигналу та його підсилення. Крім цього в радіоприймачі придушуються завади, які діють в антені від різних джерел.

На рис. 27 показано, з яких елементів складається *радіоканал* (канал радіозв'язку) і *радіолінія* (лінія радіозв'язку).

Радіолінія може бути *одноканальною* і *багатоканальною*. В останньому випадку радіопередавальний пристрій містить декілька перетворювачів повідомлень (кінцевих пристроїв), пристрій ущільнення сигналів, а в модуляторі формується багатоканальний (груповий) сигнал. В демодуляторі радіоприймального пристрою груповий сигнал розділюється на каналні сигнали, які подаються на каналні перетворювачі, тобто приймальні кінцеві пристрої.

Особливості радіоканалу

Навколишнє середовище впливає на характер розповсюдження радіохвиль (РХ). Цей вплив призводить до наступного:

ослаблення енергії РХ;
зміни швидкості та напрямку розповсюдження РХ;
спотворення переданих сигналів;
повороту площини поляризації РХ тощо.

Середовищем розповсюдження радіохвиль може бути (рис.30):

земна поверхня;
нижня (приземна) та верхня частини атмосфери, що називаються, відповідно, тропосферою та іоносферою;
космічне середовище.

Умови розповсюдження визначаються багатьма факторами, врахувати які в сукупності досить складно. Тому на практиці часто виділяють ті фактори, що мають вирішальне значення і нехтують іншими.

Електромагнітне поле р/хвиль, що випромінюються передавальною антеною, в точці прийому може утворитися внаслідок наступних фізичних процесів:

розповсюдження РХ в межах прямої видимості між передавальною та приймальною антенами (прямі хвилі);

дифракції РХ (огинання перешкод), в тому числі, і за лінію горизонту; відбиття РХ від землі та інших перешкод на її поверхні, шарів іоносфери тощо.

Атмосфера Землі по різному пропускає РХ різної довжини (λ).

Електромагнітні коливання одних частот проходять через атмосферу майже без втрат, в той час, коли для коливань інших частот вона – непрозора.

Властивості каналу радіозв'язку визначаються в основному середовищем розповсюдження радіохвиль:

1) канал радіозв'язку має велике затухання, яке досягає 140...160 дБ (наприклад, при потужності сигналу в антені передавача 103 Вт на вході приймальної частини каналу потужність сигналу може дорівнювати величин порядку 10-11...10-13 Вт);

2) затухання каналу радіозв'язку не є постійним, а змінюється в широких межах – 100...160 дБ (в КХ діапазоні завмирання сигналу обумовлено зміною параметрів атмосфери та іоносфери, а також інтерференцією радіохвиль в точці прийому, а в УКХ діапазоні під час зв'язку рухомих абонентів затухання каналу може змінюватися внаслідок багатопроменевого розповсюдження, зміни відстані зв'язку та рельєфу місцевості тощо);

3) канал радіозв'язку, обмежений лише середовищем розповсюдження радіохвиль, є фізично загальним для усіх діючих радіосистем, а можливість їх одночасної роботи закладено в частотному розподілі сигналів, але неминучі взаємні завади, особливо у діапазоні КХ;

4) внаслідок недосконалості радіозасобів, які крім *основного* випромінюють і *небажані* коливання, що призводить до взаємних завад;

5) на якість радіозв'язку впливають також *завади природного і промислового походження*, які охоплюють значну частину радіочастотного діапазону.

Крім корисного сигналу на вході приймального пристрою завжди діють радіозавади, які погіршують якість радіозв'язку. В загальному випадку спотворений завадами сигнал можливо представити наступною функцією:

$$u(t) = f [v(t), n(t)]$$

де $v(t)$ – корисний сигнал на виході передавача;

$n(t)$ – завади.

За своєю дією радіозавади поділяють на адитивні (лінійний процес додавання сигналу і завади) і мультиплікативні (нелінійна взаємодія сигналу і завади). Така взаємодія може бути як на трасі розповсюдження РХ, так і в трактах засобів радіозв'язку.

Адитивні завади поділяють на флуктуаційні, імпульсні і синусоїдальні.

Флуктуаційні завади – це внутрішні шуми приймача, а також шуми середовища поширення сигналу (лінії зв'язку). Їх спектр зазвичай набагато ширше смуги пропускання приймача, тому флуктуаційну заваду часто розглядають як адитивний білий гаусівський шум (БГШ).

Імпульсні завади представляють собою неперіодичну послідовність одиночних радіоімпульсів різної форми. Вони створюються атмосферними та промисловими джерелами завад, а в окремих випадках і іншими системами зв'язку.

Синусоїдальними завадами є зосереджені по спектру завади, ширина спектра яких мала в порівнянні зі смугою пропускання приймача. Джерелами таких завад є станції навмисних завад, генератори високої частоти, радіостанції еталонних частот тощо. До синусоїдальних можна віднести і комбінаційні завади всередині самого приймача.

Види радіозв'язку

Системи радіозв'язку за особливостями механізму розповсюдження радіохвиль, побудови та використання поділяють на:

- системи іоносферного радіозв'язку;
- системи радіорелейного зв'язку;
- системи тропосферного зв'язку;
- системи супутникового зв'язку.

Мережі прямого радіозв'язку (без використання базових станцій) будуються в основному за двома принципами:

радіомережа (рис. 28, а) – декілька кореспондентів мають можливість зв'язку кожного з кожним;

радіонапрямок (рис. 28, б) – працюють лише два кореспонденти.

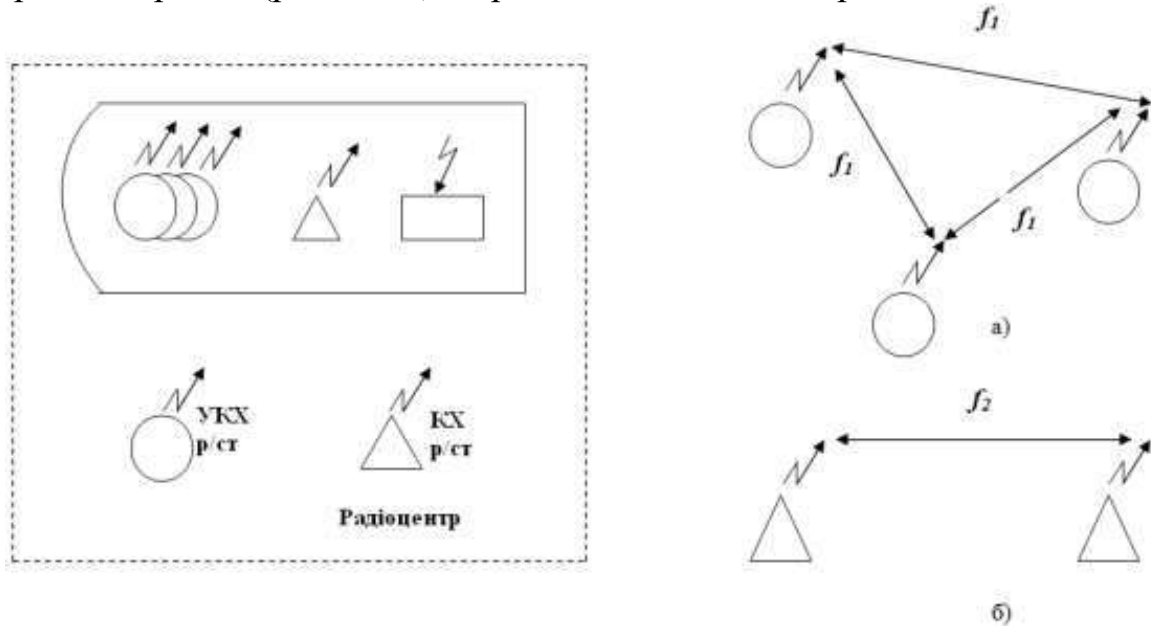


Рисунок 28 – Способи організації радіозв'язку

Зв'язок між кореспондентами може здійснюватися безпосередньо або через базову станцію.

Якщо для передачі та прийому радіосигналів в радіостанції використовується один фізичний канал і цей процес можливий тільки по черговому, то така радіостанція називається *симплексною* (рис.29,а).

В дуплексній радіостанції двосторонній радіозв'язок (прийом-передача) можливий одночасно з використанням двох окремих фізичних каналів (рис. 29,б).

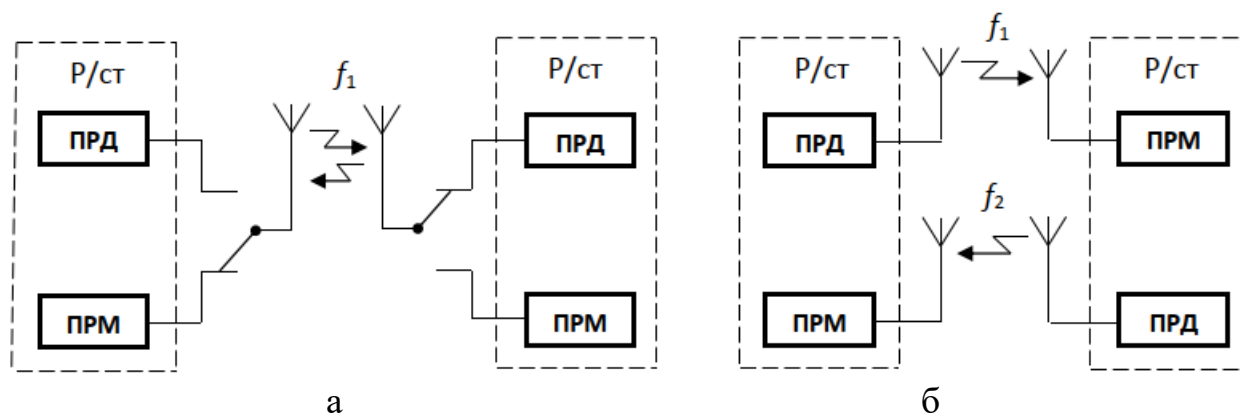


Рисунок 29 – Принцип роботи симплексних і дуплексних радіостанцій

У сучасних системи радіозв'язку передаються різноманітні повідомлення, використовуються різні принципи побудови, режими роботи, способи модуляції та кодування тощо. Відповідно вони можуть бути класифіковані за багатьма ознаками.

За призначенням переданих повідомлень розрізняють наступні типи радіосистем:

- телефонні – призначені для передачі мови;
- телеграфні – призначені для передачі тексту;
- фототелеграфні (факсимільні) – призначені для передачі нерухомих зображень;
- телевізійні – призначені для передачі зображень;
- радіомовні – призначені для передачі програм радіомовлення;
- телеметричні – призначені для передачі вимірювальної інформації;
- системи телеуправління, призначені для передачі команд управління;
- системи передачі даних – призначені для обслуговування автоматизованих систем управління тощо.

Діапазони радіочастот

Електричні сигнали, які безпосередньо відображають повідомлення є низькочастотними. Такі сигнали в радіозв'язку називають первинними електричними сигналами (ПЕС), наприклад, для передачі мовного повідомлення сигнал обмежують спектром $0,3 \dots 3,4$ кГц.

Передавати сигнали низьких частот безпосередньо можна тільки по провідним лініям зв'язку. Такі сигнали не можуть ефективно випромінюватися у вільний простір, що обумовлено:

- необхідністю частотного розподілу каналів для різних абонентів;
- потребою великих розмірів передавальних і приймальних антен (розміри антен залежать від довжини хвилі випромінювання (λ));
- наявністю промислових завод в низькочастотному діапазоні тощо.

Для передачі інформації без проводів використовують спеціальні електричні коливання, які називаються *несівними*. Несівні коливання не містять інформації, але добре випромінюються і поширюються у вільному просторі. Тому за їх допомогою інформація, що представлена в первинному сигналі, переноситься у вільному просторі:

$$U(t) = U_m (\cos \omega t + \varphi)$$

Інформація закладається в один (або декілька) із параметрів несівного коливання: амплітуду (U_m), частоту (ω) або фазу (φ), які змінюються по закону первинного сигналу. Це визначається *методом модуляції*.

Електричні коливання в системах радіозв'язку передаються у вільному просторі за допомогою електромагнітних коливань у певному діапазоні частот. Взагалі для радіозв'язку використовується спектр частот від $3 \cdot 10^3$ до $3 \cdot 10^{12}$ Гц, який називається областю радіочастот або *радіочастотним спектром* (РЧС).

Радіохвилі – це електромагнітні хвилі, частоти яких нижчі за 3000 ГГц, що поширюються у просторі без штучного хвилеводу.

Вся область радіочастот поділяється на діапазони таким чином, що властивості розповсюдження радіохвиль в межах одного діапазону практично однакові.

Таблиця Радіочастотні діапазони

Умовн. № діапазону	Назва хвиль/частот	Довжина хвиль (λ), м	Частота (f)	Приклади використання
7	Декаметрові або короткі хвилі (КХ) – SW/ високі частоти (ВЧ) – HF	10-100	(3-30) МГц	Радіозв'язок на трасах великої протяжності, радіомовлення
8	Метрові хвилі (МХ)/ дуже високі частоти (ДВЧ) – VHF	1-10	(30-300) МГц	Професійний радіозв'язок, транкінговий зв'язок
9	Дециметрові хвилі (ДМХ)/ ультрависокі частоти (УВЧ) – UHF	0,1-1	(300-3000) МГц	Радіорелейний, тропосферний та стільниковий зв'язок, професійний радіозв'язок

Вибір діапазону радіочастот для зв'язку залежить від ряду факторів:

призначення радіосистеми;

довжини траси (дальності) зв'язку;

канальної ємності;

вимог до якості передачі інформації, економічних витрат на зв'язок тощо.

Передача інформації за допомогою електромагнітних хвиль використовується в радіосистемах різного призначення:

професійних системах радіозв'язку;

радіомовленні та телебаченні;

в системах радіорелейного, тропосферного і космічного зв'язку;

в системах стільникового зв'язку;
в системах безпроводової передачі даних тощо.
Основними особливостями радіозв'язку є:
висока мобільність;
швидке розгортання та встановлення зв'язку;
достатньо висока надійність.

4. Особливості використання декаметрових (коротких) хвиль в радіозв'язку

У декаметровому діапазоні радіозв'язок може здійснюватися іоносферною (просторовою) та земною (поверхневою) хвилями (рис. 1.6).

Зв'язок іоносферною хвилею є основним для цього діапазону, він може здійснюватися на дуже великі відстані (2000 км та більше) при відносно невеликій потужності передавачів. Значні відстані зв'язку досягаються за рахунок відбиття радіохвиль від іоносфери (в основному від шару F2). Нижні шари іоносфери для КХ є поглинаючими.

Радіохвилі, що поширюються в безпосередній близькості від земної поверхні та частково її огинають внаслідок дифракції, називаються поверхневими або земними. Поверхневі хвилі при розповсюдженні зазнають поглинання Землею, будовами, лісовими масивами й таке інше, яке тим більше, чим вище частота радіохвиль. Земні хвилі в цьому діапазоні швидко загасають і дальність зв'язку, як правило, не перевищує 100...150 км.

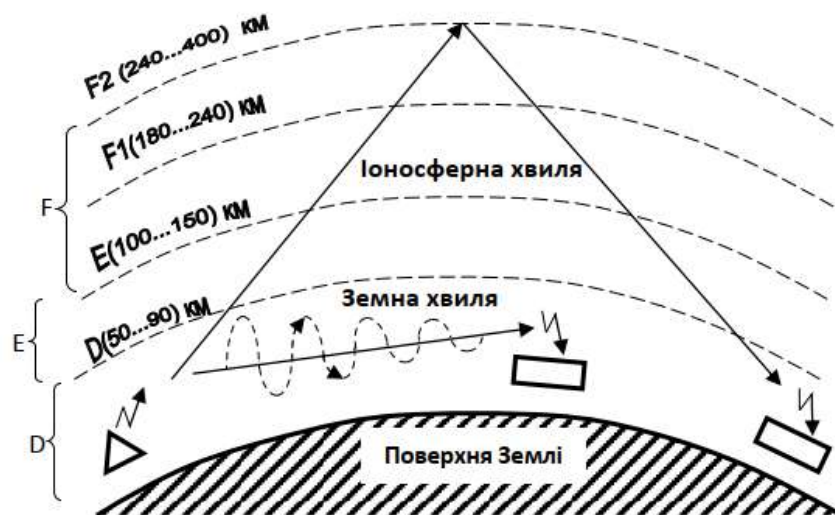


Рисунок 30 – Розповсюдження коротких хвиль (D, E, F – шари іоносфери)

Радіохвилі, що поширюються в безпосередній близькості від земної поверхні та частково її огинають внаслідок дифракції, називаються поверхневими або земними. Поверхневі хвилі при розповсюдженні зазнають поглинання Землею, будовами, лісовими масивами й таке інше, яке тим більше, чим вище

частота радіохвиль. Земні хвилі в цьому діапазоні швидко загасають і дальність зв'язку, як правило, не перевищує 100...150 км.

З ростом частоти поглинання енергії просторових хвиль в іоносфері зменшується.

Просторові радіохвилі, що поширюються під нахилом до поверхні Землі, доходять до шарів іоносфери, у яких відбувається їхнє плавне переломлення – *рефракція*.

Можливість повернення радіохвиль до Землі залежить від їхньої частоти (f) та кута випромінювання. Чим менше кут випромінювання і чим менше частота просторових хвиль, тем легше виконуються умови для їхнього повернення на Землю. Отже :

завдяки іоносферному розповсюдженню радіохвилі діапазону КХ передаються на великі відстані;

діапазон робочих частот залежить від стану іоносфери, яка в свою чергу залежить від пори року та часу доби;

швидкі та повільні завмирання, взаємні станційні завади суттєво знижують надійність КХ радіозв'язку;

діапазон КХ має обмежений частотний ресурс.

5. Особливості використання ультракоротких хвиль (УКХ) в радіозв'язку

Ультракороткі хвилі (УКХ) відбиваються від шарів іоносфери нерегулярно, тому зв'язок між наземними об'єктами можливий лише земними хвилями, які сильно поглинаються земною поверхнею. З ростом частоти ступень поглинання збільшується, але при цьому підвищується ефективність антен, за рахунок чого в значній мірі компенсується збільшення втрат радіосигналу.

Властивість дифракції проявляється слабо, а дальність зв'язку земною хвилею (радіогоризонт) незначно перевищує дальність прямої видимості між передавальною і приймальною антенами та з урахуванням рефракції визначається наступним виразом:

$$R = 4,12 (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})$$

де h_1 , h_2 – висоти підвісу передавальної та приймальної антен відповідно.

Радіогоризонт визначає *максимальну теоретичну дальність радіозв'язку в діапазоні УКХ*, яка на практиці залежить від багатьох факторів:

технічних характеристик радіообладнання;

типу антен;

діапазону робочих частот;

електромагнітної обстановки в регіоні;

рельєфу місцевості тощо.

Значний вплив на радіозв'язок оказують нерівності рельєфу місцевості та наявність споруд та інших перешкод, які викликають послаблення поля хвилі

радіосигналу та є причиною виникнення ряду променів, що інтерферують (накладаються) в точці прийому. Це явище називається багатопроменевим розповсюдженням. При зв'язку між об'єктами, які рухаються, це призводить до додаткових завмирань сигналу.

Широке використання УКХ для радіозв'язку обумовлено наступними властивостями цього діапазону:

велика частотна ємність ($\Delta F_{\text{мх}} = 270$ МГц та $\Delta F_{\text{дмх}} = 2700$ МГц), яка забезпечує одночасну роботу значної кількості радіозасобів;

невелика дальність взаємних завад внаслідок розповсюдження земними хвилями, що дає можливість повторного використання робочих частот в різних радіосистемах, які знаходяться на відповідних відстанях одна від одної;

можливість використання не великих за розміром і разом з тим високоефективних мобільних антен;

слабка залежність радіозв'язку від стану іоносфери, часу і доби, та метеорологічних умов;

постійність параметрів радіоканалу.

Радіозв'язок, як процес передачі інформації, повинен відповідати вимогам, які визначають якість радіозв'язку, по:

вірогідності (достовірність);

своєчасності;

скритності (прихованості) передачі повідомлень (використовують для спеціального зв'язку).

Вірогідність передачі повідомлення взагалі оцінюється мірою вірності його відтворення на виході кінцевого приймального пристрою.

Під *вірогідністю (достовірністю) радіозв'язку* можна розглядати точність відтворення первинних електричних сигналів на виході радіоканалу (радіолінії).

Достовірність передачі інформації характеризує ступінь відповідності прийнятих повідомлень переданим.

Підвищення вірогідності радіозв'язку досягається за рахунок використання:

завадостійкого кодування;

видів модуляції з підвищеною завадостійкістю;

зворотного каналу;

спеціальних способів обробки сигналів тощо.

Для різних видів сигналів існують різні критерії вірогідності.

Своєчасність передачі повідомлень – це час знаходження (перебування) повідомлення в системі зв'язку від моменту відправлення його на передачу до моменту вручення адресату. Реальний час перебування повідомлень в системі зв'язку складається з ряду операцій, таких як:

доставка повідомлень; їх обробка (кодування, декодування);

час чекання передачі;

час передачі по радіоканалу.

Прихованість (скритність) спеціального радіозв'язку характеризує його здібність приховати (скрити) самий факт передачі інформації. Кількісною мірою прихованості (скритності) радіозв'язку є час, який необхідний для його розкриття.

Важливою характеристикою радіозв'язку є *дальність зв'язку*, яка залежить від:

- характеристик радіообладнання (потужності передавача, чутливості приймача, характеристик антен, висоти підвісу антен (для діапазону УКХ) тощо);
- діапазону радіочастот, що застосовується;
- методу обробки сигналу;
- рельєфу місцевості та характеру його забудови;
- електромагнітної обстановки, в тому числі – завантаження діапазону частот та наявності радіозавад, промислових завад тощо.

6. Основи побудови радіопередавальних пристроїв

Для передачі сигналів по радіолінії потрібен радіопередавальний пристрій, який є сукупністю технічних засобів, що знаходяться між джерелом повідомлення та середовищем розповсюдження радіохвиль (

Радіопередавальний пристрій включає наступні елементи:

перетворювач повідомлення (перетворює повідомлення в ПЕС);

радіопередавач (перетворює ПЕС в радіосигнал);

АФП (перетворює радіосигнал в радіохвилі).

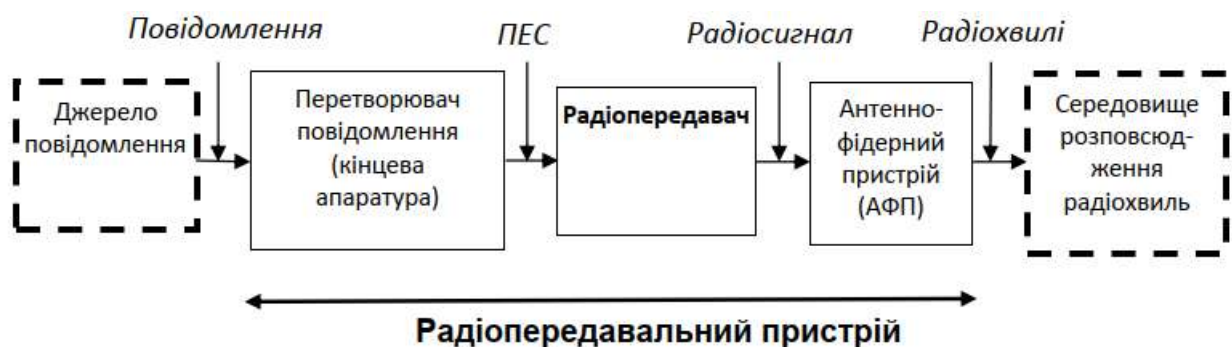


Рисунок 31 – Структура радіопередавального пристрою

Перетворювач повідомлення (передавальна частина кінцевої апаратури) перетворює повідомлення в первинний електричний сигнал.

Пристрої, що виконують вказані перетворення – мікрофон, телефонний апарат, телеграфний ключ, телеграфний апарат тощо.

Радіопередавачем називається радіотехнічний пристрій, що перетворює первинні електричні сигнали в радіосигнали певної потужності, необхідної для забезпечення радіозв'язку на заданій відстані з необхідною якістю.

Функції радіопередавача:

модуляцію несівної сигналом, який містить дані для передачі (перетворення ПЕС в сигнал необхідного виду випромінювання);

формування необхідного частотного діапазону для передачі радіосигналу;
підсилення радіосигналу до необхідної потужності.

Антенно-фідерний пристрій (антена) забезпечує передачу сформованих радіопередавачем сигналів в антену з послідуочим випромінюванням цих сигналів в навколишнє середовище.

Основні характеристики радіопередавачів поділяють на три групи:

за ціллю та областю застосування;

за пристосовністю до експлуатації;

за раціональністю техніко-економічних рішень.

В *першу групу* входять:

діапазон робочих частот;

потужність передавача;

види сигналів (класи випромінювання);

нестабільність частоти;

ступінь ослаблення неосновних випромінювань;

час перебудови з однієї частоти на іншу;

антени, що застосовуються джерела первинного електроживлення, промисловий ККД;

термін безперервної роботи;

маса та габарити.

Другу групу складають:

показники надійності (безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність, економічність);

ергономічні показники (наприклад, показники пристосованості до існування персоналу в обмеженому просторі, показники технічної естетикита ін.);

показники зручності технічного обслуговування, ремонту та збереження;

показники транспортабельності;

показники безпеки персоналу;

показники стійкості до впливу зовнішніх факторів тощо.

Третю групу складають показники, що характеризують рівень

стандартизації та проектної уніфікації виробу (ступінь насиченості виробу стандартними елементами).

Діапазон робочих частот – це смуга частот, в межах якої здійснюється робота радіостанції ($f_{\text{мін}} \dots f_{\text{макс}}$).

На вибір діапазону робочих частот радіостанцій впливають:

реальна зайнятість ділянок радіочастотного спектру спеціальними службами;

ширина смуги частот радіосигналу;

необхідна кількістю робочих частот;

ефективність антенних пристроїв та їх габарити;

дальністю радіозв'язку.

7. Види та основні принципи організації радіозв'язку в ДСНС

7.1. Основні завданнями служби зв'язку ДСНС:

у режимі повсякденного функціонування:

підготовка та здійснення контролю за готовністю підрозділів служби до дій за призначенням, їх забезпечення;

організація проведення навчання фахівців, які входять до складу спеціалізованої служби;

підтримання в готовності техніки і майна спеціального призначення для виконання завдань, покладених на спеціалізовану службу в мирний час та особливий період;

організація надійного зв'язку з центральними та місцевими органами виконавчої влади, органами управління та силами цивільного захисту;

організація та здійснення заходів щодо контролю готовності автоматизованих систем централізованого оповіщення про загрозу або виникнення НС(НП);

у режимі підвищеної готовності:

здійснення заходів щодо контролю підтримання в готовності автоматизованих систем централізованого оповіщення про загрозу або виникнення НС (НП) для забезпечення оповіщення центральних та місцевих органів виконавчої влади, органів управління та сил цивільного захисту, а також координація діяльності із забезпечення інформування населення про загрозу виникнення НС(НП) та дії в умовах такої ситуації; приведення в готовність спеціалізованої служби, залучення в разі потреби додаткових сил і засобів;

організація надійного зв'язку з центральними та місцевими органами виконавчої влади, органами управління та силами цивільного захисту;

у режимі НС (НП):

здійснення заходів щодо контролю підтримання в готовності автоматизованих систем централізованого оповіщення про загрозу або виникнення НС (НП) для забезпечення оповіщення центральних та місцевих органів виконавчої влади, органів управління та сил цивільного захисту, а також координація діяльності із забезпечення інформування населення про загрозу виникнення НС (НП) та дії в умовах такої ситуації; приведення в готовність спеціалізованої служби, залучення в разі потреби додаткових сил і засобів;

здійснення заходів з переведення спеціалізованої служби до функціонування в умовах НС (НП);

підготовка пропозицій щодо проведення спеціальних робіт і заходів з цивільного захисту за напрямом галузевого спрямування діяльності спеціалізованої служби та їх забезпечення під час ліквідації наслідків НС (НП) і управління підрозділами спеціалізованої служби, що залучаються до таких робіт та заходів;

організація взаємодії з органами управління та силами цивільного захисту функціональних і територіальних підсистем, їх ланок, які залучаються до ліквідації наслідків НС (НП);

організація надійного зв'язку з центральними та місцевими органами виконавчої влади, органами управління та силами цивільного захисту.

7.2. Організація зв'язку у підрозділах ДСНС

Для забезпечення управління створюється відомча система зв'язку, яка представляє собою сполучення систем зв'язку ДСНС України, органів і підрозділів ОРС ЦЗ, спеціалізованих формувань та аварійно-рятувальних загонів ОРС ЦЗ.

Система зв'язку будується завчасно. У період приведення ОРС ЦЗ в готовність до дій за призначенням вона нарощується за рахунок сил, засобів та додаткових каналів зв'язку органів і підрозділів ОРС ЦЗ та підрозділів провайдерів та операторів телекомунікацій, які забезпечують надання каналів та послуг в сфері телекомунікацій.

Зв'язок організовується згідно з рішенням начальника органу та підрозділу ЦЗ, розпорядженням вищестоящего органу по зв'язку, виходячи з наявності та стану сил і засобів зв'язку.

Організація зв'язку визначається схемою та планом, які затверджені керівником територіального підрозділу. Відповідальним за зв'язок є начальник управління територіального органу та підрозділу ЦЗ, а безпосередня організація та забезпечення зв'язку покладається на начальника відділу зв'язку, оповіщення та АСУ (телекомунікаційних систем та інформаційних технологій) відповідного територіального органу ЦЗ.

Зв'язок начальника органу та підрозділу ЦЗ з підлеглими організовується силами та засобами зв'язку даної ланки управління. Відповідальність за зв'язок з підлеглими покладається на вищестоящий орган. При втраті зв'язку з підлеглими вищій та підпорядкованій органи зобов'язані вжити заходів до його негайного відновлення.

У різних умовах обстановки всі начальники відповідних органів ЦЗ зобов'язані мати при собі засоби, що дозволяють забезпечувати зв'язок із старшим начальником, з підлеглими, із своїм та взаємодіючим органом і вміти особисто вести переговори за допомогою цих засобів зв'язку.

На території України зв'язок з підлеглими органами та підрозділами ЦЗ встановлюється: радіо, супутниковими, радіорелейними, проводовими та рухомими – засобами вищого та підпорядкованих органів.

Залежно від потреб, зв'язок з підлеглими органами та підрозділами забезпечується через одну та більше інстанцій.

Зв'язок територіальних управлінь ЦЗ з аварійно-рятувальними підрозділами та формуваннями сил встановлюється:

радіо (стаціонарними та рухомими засобами) – засобами кожного;

проводовий – по загальнодержавній мережі зв'язку та польовими засобами управлінь, аварійно-рятувальних підрозділів та формувань сил ЦЗ.

Зв'язок між взаємодіючими органами управління встановлюється за вказівками начальника територіального органу та підрозділу ЦЗ, який організовує взаємодію, а при відсутності таких вказівок – за узгодженням взаємодіючих

органів. Зв'язок взаємодії органів та підрозділів ЦЗ із штабами військових гарнізонів, військкоматів організовується: радіо, проводовими та рухомими засобами.

Зв'язок взаємодії органів та підрозділів ЦЗ з ПУ військ ЗС України організовується: радіо, проводовими та рухомими засобами – засобами кожного.

Основним видом зв'язку під час проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт є радіозв'язок в ультракороткохвильовому та короткохвильовому діапазонах, який встановлюється відповідно до схеми організації зв'язку. Радіозв'язок повинен знаходитись у постійній готовності до негайної передачі команд і повідомлень.

Продовий зв'язок використовується для нарощування системи зв'язку, під час проведення довготривалих рятувальних та інших невідкладних робіт. Він організовується з урахуванням можливості використання існуючих ліній зв'язку, що забезпечують функціонування засобів телекомунікації.

Мережі операторів рухомого (мобільного) зв'язку використовуються як допоміжні (альтернативні) канали і застосовуються в усіх видах дій підрозділу, а також під час руху та розташування на місці.

Мережі супутникового зв'язку використовуються у разі відсутності доступу до мережі операторів фіксованого, рухомого (мобільного) зв'язку або їх руйнування.

Зв'язок з підпорядкованими органами управління та підрозділами організовується вищестоящим органом управління відповідно до рішення його керівника, однак при порушенні зв'язку всі органи управління та підрозділи зобов'язані вжити вичерпних заходів щодо його відновлення.

Організовує та відповідає за стан зв'язку перший заступник керівника органу управління (підрозділу). Безпосередньо за своєчасну організацію і сталу роботу зв'язку відповідає начальник підрозділу зв'язку.

Зв'язок між взаємодіючими підрозділами і формуваннями встановлюється засобами кожного з них.

7.3. Організація зв'язку при взаємодії з органами управління інших міністерств, відомств і служб

Взаємодія з органами управління, силами і засобами територіальних органів ДСНС України та іншими спеціалізованими формуваннями Єдиної Державної системи цивільного захисту (ЄДСЦЗ), здійснюється відповідно до інструкцій взаємодії затверджених спільними наказами.

7.4. Організація зв'язку при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій

Основним видом зв'язку при ліквідації наслідків НС (НП) є радіозв'язок. Зв'язок організовується за рішенням керівника органу управління (підрозділу) ОРС ЦЗ відповідно до схеми організації зв'язку.

За рішенням керівника ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій залучається спеціалізована служба зв'язку ЄДСЦЗ.

Залежно від рівня НС (НП) визначаються необхідні технічні засоби телекомунікацій, які доповнюють діючі системи зв'язку ДСНС рухомими (мобільними) засобами, що дозволяють забезпечити управління підрозділами на марші та безпосередньо в зоні НС (НП).

Під час визначення масштабів НС (НП), за потреби розгортання ППУ з метою забезпечення ефективного управління силами та засобами, залученими до ліквідації наслідків НС (НП), і своєчасного інформування керівництва, залучаються додаткові технічні засоби зв'язку.

Мережі операторів рухомого (мобільного) зв'язку застосовуються за умови його наявності.

На місці ліквідації НС (НП) організується радіомережа керівника органу управління (підрозділу) ОРС ЦЗ у складі радіостанції керівника органу управління (підрозділу) – головна радіостанція та начальників підпорядкованих, приданих та взаємодіючих підрозділів – кореспонденти радіомережі.

7.5. Особливості організації зв'язку при застосуванні морських (річкових) суден та проведенні підводних робіт

Організація зв'язку й взаємодії по пошуку й порятунку людей, що терплять лихо на морі й водних басейнах України, здійснюється на підставі Плану взаємодії органів управління і сил, які залучаються до реагування на надзвичайні ситуації державного рівня на водних об'єктах, у якому визначається порядок організації управління, зв'язку, оповіщення і взаємодії.

Безпосередньо у проведенні пошуково-рятувальних операцій на морі й водних басейнах беруть участь пошуково-рятувальні підрозділи, спеціалізовані пошуково-рятувальні морські і повітряні судна (пошуково-рятувальні одиниці), виділені учасниками взаємодії, а також інші морські і повітряні судна, що знаходяться в районі або поблизу району лиха, що діють як самостійно, так і спільно один з одним.

Екіпаж пошуково-рятувального повітряного судна по радіо, а за відсутності радіозв'язку – за допомогою встановлених візуальних сигналів здійснює спрямування кораблів та малих (маломірних) суден у зону НС (НП).

Зв'язок при проведенні підводних робіт організується підрозділами водолазно-рятувальних робіт, що виконують аварійно-рятувальні підводні роботи. Для зв'язку керівника робіт із ліквідації наслідків НС (НП) з рятувальниками, що працюють під водою, використовуються засоби телефонного й гідроакустичного зв'язку.

7.6. Особливості організації зв'язку під час проведення рятувальних робіт з ліквідації надзвичайних ситуацій в гірських районах

Основу організації зв'язку в гірських районах становить радіозв'язок.

Виходячи з умов обстановки, засоби радіозв'язку доцільно встановлювати на вершинах пагорбів і схилів, використовувати ретранслятори радіозв'язку, розміщені так само на вершинах. При виборі місця розгортання радіо- й радіорелейних станцій враховувати можливість обвалів, утвору лавин, селевих

потоків та ін. Розміщення засобів радіозв'язку в районах, які можуть бути затоплені при розливі рік, і в місцях гірських водойм, що висохли, не допускається.

7.7. Організація зв'язку при застосуванні авіації

Управління повітряними суднами, що здійснюють ліквідацію наслідків НС (НП), здійснюється керівником з ліквідації наслідків НС (НП) через координатора дій авіації з використанням УКХ радіостанції авіаційного діапазону.

7.8. Організація зв'язку в метрополітенах і підземних об'єктах

Для забезпечення зв'язку в підземних спорудах, в умовах не проходження радіохвиль, використовується телефонна мережа зв'язку об'єкта, УКХ радіозв'язок з використанням ретрансляторів зв'язку, гучномовний зв'язок, й гірничорятувальне обладнання зв'язку.

Підрозділ ОРС ЦЗ ДСНС в зоні НС(НП) організовує прямий проводовий зв'язок між штабом з ліквідації наслідків НС(НП) і місцем проведення аварійно-рятувальних робіт, радіозв'язок з використанням ретрансляторів. За необхідністю зв'язок з місцем НС (НП) може забезпечуватися з використанням засобів мобільного зв'язку. Для організації взаємодії між пожежними-рятувальниками та рятувальниками в зоні НС (НП) використовуються індивідуальні засоби радіозв'язку в комплексі із портативними ретрансляторами.

7.9. Відновлення зв'язку і готовності підрозділів зв'язку

Начальник служби зв'язку залучає всі необхідні сили та засоби на відновлення зв'язку, а також звертається до центру управління телекомунікаційними мережами.

8. Цифровий транкінговий радіозв'язок

8.1. Загальні відомості та класифікація систем

Системи професійного радіозв'язку можна умовно поділити на:

конвенційні системи (англ. conventional – звичайний, традиційний) – радіосистеми, які не потребують управління ресурсами, сигналізацію та координацію, а абоненти/групи закріплюються за тим або іншим радіоканалом системи;

транкінгові системи.

У першому випадку базова станція (якщо вона застосовується) виконує функцію ретранслятора (репітера) для збільшення зони покриття системи, а в другому випадку базова станція є обов'язковим елементом, що координує роботу всієї системи. Конвенціональні системи ефективні при малій кількості абонентів або малому навантаженні в мережі.

Транкінговими системами називаються радіально-зонові системи рухомого УКХ – радіозв'язку, що здійснюють автоматичний динамічний розподіл каналів базових станцій (ретрансляторів) між абонентами.

«Транкінг» – групоутворення, «об'єднання в пучок». Ця концепція передбачає надання доступу в мережі багатьом абонентам за допомогою виділення на сеанс зв'язку вільних ліній (каналів) із наявного набору замість закріплення їх індивідуально.

Транкінгові системи відносяться до професійних систем мобільного радіозв'язку (РАМР). Вони є класом систем рухомого зв'язку, орієнтованим, насамперед, на створення різних відомчих і корпоративних мереж зв'язку, в яких передбачається активне застосування режиму зв'язку абонентів у групі. Транкінгові системи широко використовуються силовими і правоохоронними структурами, службами безпеки, транспортними й енергетичними компаніями різних країн для забезпечення зв'язку рухомих абонентів між собою, зі стаціонарними абонентами й абонентами телефонної мережі загального користування.

8.2. Класифікація транкінгових систем

Існує велика кількість різних стандартів транкінгових систем рухомого радіозв'язку загального користування (СРР-ЗК), що відрізняються один від одного методом передачі мовної інформації, типом багатостанційного доступу, способом пошуку і призначенням каналу, типом каналу керування та іншими характеристиками.

Для класифікації транкінгових систем зв'язку використовують такі ознаки:

За *методом передачі мовної інформації* транкінгові системи підрозділяються на аналогові і цифрові. Передача мови в радіоканалі аналогових систем здійснюється з використанням частотної модуляції, а крок сітки частот звичайно складає 12,5 кГц або 25 кГц.

Для передачі мови в цифрових системах використовуються різні типи вокодерів, що перетворюють аналоговий мовний сигнал у цифровий потік зі швидкістю не більше 4,8 Кбіт/с.

У переважній більшості транкінгових систем, включаючи і цифрові системи, використовується *багатостанційний доступ з частотним розподілом* (FDMA). Для цих систем справедливе співвідношення «одна несуча – один канал». В системах стандарту TETRA використовується багатостанційний доступ з часовим розподілом (TDMA).

За *способом пошуку і призначенням каналу* розрізняють системи з децентралізованим і централізованим керуванням.

У системах з децентралізованим керуванням процедуру пошуку вільного каналу виконують абонентські радіостанції. У цих системах ретранслятори базової станції звичайно не зв'язані один з одним і працюють незалежно. Особливістю систем з децентралізованим керуванням є відносно великий час встановлення з'єднання між абонентами, що зростає зі збільшенням числа ретрансляторів. Така залежність викликана тим, що абонентські радіостанції

змушені безупинно послідовно сканувати канали в пошуках сигналу виклику (останній може надійти від будь-якого ретранслятора) чи вільного каналу (якщо абонент сам посилає виклик). Найбільш характерними представниками даного класу є системи протоколу SmartTrunk.

У системах з централізованим керуванням пошук і призначення вільного каналу реалізується на базовій станції. Для забезпечення нормального функціонування таких систем організуються канали двох типів:

робочі;

канал керування.

Усі запити на надання зв'язку направляються по каналу керування. По цьому ж каналу базова станція сповіщає абонентські пристрої про призначення робочого каналу, відхилення запиту, або про постановку запиту в чергу.

В усіх транкінгових системах *тип каналів керування* є цифровими.

Розрізняють системи з виділеним частотним каналом керування і системи з розподіленим каналом керування. У системах першого типу передача даних у каналі керування здійснюється зі швидкістю до 9,6 кбіт/с, а для вирішення конфліктів використовуються протоколи типу ALOHA. Виділений канал керування мають усі транкінгові системи протоколу MPT1327, системи фірми Motorola, система EDACS фірми Ericsson та деякі інші.

У системах з розподіленим каналом керування інформація про стан системи і викликів, що поступають, розподілена між низькошвидкісними субканалами передачі даних, сумісними з усіма робочими каналами.

Таким чином, у кожному частотному каналі системи передається не тільки мова, але і дані каналу керування. Для організації такого парціального каналу в аналогових системах звичайно використовується субтональний діапазон частот 0...300 Гц. Найбільш характерними представниками даного класу є системи протоколу LTR.

Транкінгові системи дозволяють абонентам *утримувати канал зв'язку* протягом усієї розмови чи тільки на час передачі. Перший спосіб, називають також транкінгом повідомлень, найбільш традиційний для систем зв'язку і обов'язково використовується у всіх випадках застосування дуплексного зв'язку чи з'єднання з ТфЗК.

Спосіб, що передбачає утримання каналу тільки на час передачі, називається *транкінгом передач*. Він може бути реалізований тільки при використанні напівдуплексних радіостанцій. В останніх передавач включається тільки на час проголошення абонентом фраз розмови. У паузах між закінченням фраз одного абонента і початком відповідних фраз другого абонента передавачі обох радіостанцій виключені. Деякі транкінгові системи ефективно використовують такі паузи, звільняючи робочий канал негайно після закінчення роботи передавача абонентської радіостанції.

Для відповідної репліки призначення робочого каналу буде зроблено заново, при цьому репліки тієї самої розмови будуть, швидше за все, передаватися по різних каналах. Платою за деяке підвищення ефективності використання системи в цілому при застосуванні транкінга передач служить зниження

комфортності переговорів, особливо в години високого навантаження. Робочі канали для продовження початої розмови в такі періоди будуть надаватися з затримкою, що досягає декількох секунд, що приведе до фрагментарності і роздробленості розмови.

У залежності від кількості базових станцій і загальної архітектури розрізняють *однозонові і багатозонові системи*. Перші обладнуються лише однією базовою станцією, другі – декількома БС із можливістю роумінгу

Базові станції в транкінгових системах можуть поєднуватися за допомогою єдиного комутатора (системи з централізованою комутацією), а також з'єднуватися один з одним безпосередньо чи через мережі загального користування (системи з розподіленою комутацією).

Абонентські станції можуть працювати у дуплексі (одночасний прийом та передача), або у напівдуплексі (для передачі та прийому використовують різні канали, але одночасний прийом та передача не можливі) (рис. 32).



Рисунок 32 – Транкінгові системи зв'язку

8.3. Архітектура транкінгових систем

Інфраструктура транкінгової системи представлена базовою станцією (БС), до складу якої, крім радіочастотного обладнання (ретрансляторів, пристроїв

об'єднання радіосигналів, антен), входять також комутатор, пристрій керування (контролер) та інтерфейси різних зовнішніх мереж.

Ретранслятор – набір прийомопередавального обладнання, яке обслуговує одну пару несучих частот.

Анени. Найважливіший принцип побудови транкінгових систем полягає в тому, щоб створювати зони радіопокриття настільки великими, наскільки це можливо. Анени базової станції розміщуються на високих спорудах чи щоглах, мають кругову діаграму спрямованості. Зрозуміло, що при розташуванні базової станції на краю зони, застосовуються спрямовані анени. Базова станція може бути обладнана як єдиною прийомопередавальною антеною, так і роздільними антенами для прийому і передачі. У деяких випадках на одній щоглі можуть розміщуватися кілька прийомних антен для боротьби із завмираннями, які викликані багатопроменевим розповсюдженням радіохвиль.

Пристрій об'єднання радіосигналів дозволяє використовувати одне й те саме антенне устаткування для одночасної роботи приймачів і передавачів на декількох частотних каналах. Ретранслятори транкінгових систем працюють тільки в дуплексному режимі, причому рознесення частот прийому і передачі (дуплексне рознесення) в залежності від робочого діапазону складає від 3 МГц до 45 МГц.

Комутатор в однозоновій транкінговій системі обслуговує весь її трафік, включаючи з'єднання рухомих абонентів з телефонною мережею загального користування (ТфЗК) і усі виклики, пов'язані з передачею даних.

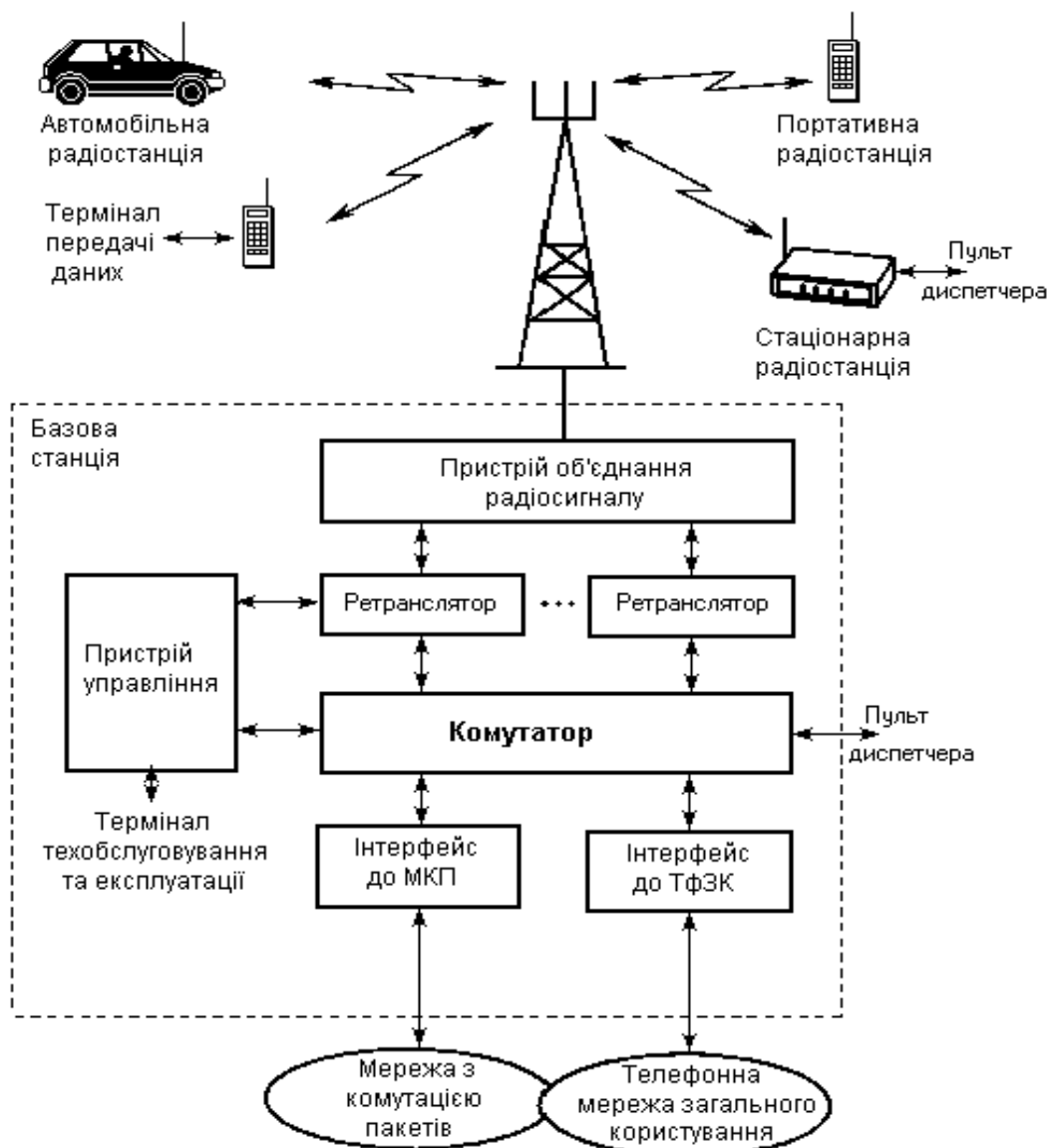


Рисунок 33 – Узагальнена структура однозонової транкінгової системи

Пристрій управління забезпечує взаємодію всіх вузлів базової станції. Він також обробляє виклики, здійснює автентифікацію абонентів, які викликають (перевірку «свій-чужий»), ведення черг викликів і внесення записів у бази даних погодинної оплати. У деяких системах цей пристрій регулює максимально припустиму тривалість з'єднання з телефонною мережею. Як правило, використовуються два варіанти регулювання:

зменшення тривалості з'єднань у заздалегідь задані години найбільшого навантаження;

адаптивна зміна тривалості з'єднання в залежності від поточного навантаження.

Інтерфейс ТфЗК реалізується в транкінгових системах різними способами. У системах (SmartTrunk) підключення може реалізовуватись по двопровідних лініях, що комутуються. Більш сучасні ТСЗ мають у складі інтерфейсу до ТфЗК апаратуру прямого набору номера DID (Direct Inward Dialing), що забезпечує

доступ абонентів транкінгової мережі з використанням стандартної нумерації АТС.

З'єднання з ТфЗК є традиційним для транкінгових систем, але останнім часом усе більш зростає число додатків, що припускають передачу даних, у зв'язку з чим наявність інтерфейсу до МКП також стає обов'язковою.

Термінал технічного обслуговування й експлуатації (термінал ТОЕ) розташовується, як правило, на базовій станції однозонової мережі. Термінал призначений для контролю за станом системи, проведення діагностики несправностей, обліку тарифікаційної інформації, внесення змін у базу даних абонентів. Переважна більшість транкінгових систем, що випускаються і розроблюються, мають можливість віддаленого підключення терміналу ТОЕ через ТфЗК чи МКП.

Диспетчерський пульт. Необов'язковими, але дуже характерними елементами інфраструктури транкінгової системи є диспетчерські пульти.

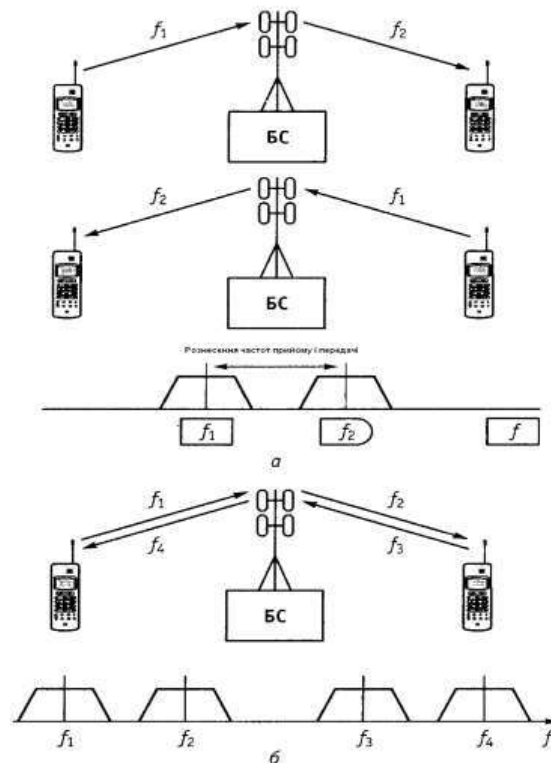


Рисунок 33 – Робота напівдуплексом (а) та дуплексом (б)

Абонентське устаткування транкінгових систем містить у собі широкий набір пристроїв. Як правило, найбільш численними є напівдуплексні радіостанції (рис. 33), тому що саме вони найбільшою мірою підходять для роботи в замкнених групах. У більшості це радіостанції з обмеженим числом функцій, що не мають цифрової клавіатури.

У транкінгових системах використовуються також стаціонарні радіостанції, переважно для підключення диспетчерських пультав.

Вихідна потужність передавачів стаціонарних радіостанцій приблизно така ж, як в автомобільних радіостанціях.

8.4. *Склад і структура системи SmarTrunk*

Транкінгові системи SmarTrunk складаються з базових станцій і абонентських радіостанцій. До складу кожної базової станції входять транкінгові контролери, ретранслятори, фільтруюче устаткування (дуплексні фільтри, комбайнери і т.п.) і антенно-фідерні пристрої.

Транкінгові контролери реалізують всі основні алгоритми роботи SmarTrunk, а також виконують функції інтерфейсу телефонного каналу.

В якості абонентських пристроїв в SmarTrunk використовуються звичайні напівдуплексні або дуплексні ЧМ радіостанції різних виробників, оснащені додатковими логічними модулями. Базова станція може спочатку бути двох- або трьохканальною й поступово розвиватися аж до 16 каналів.

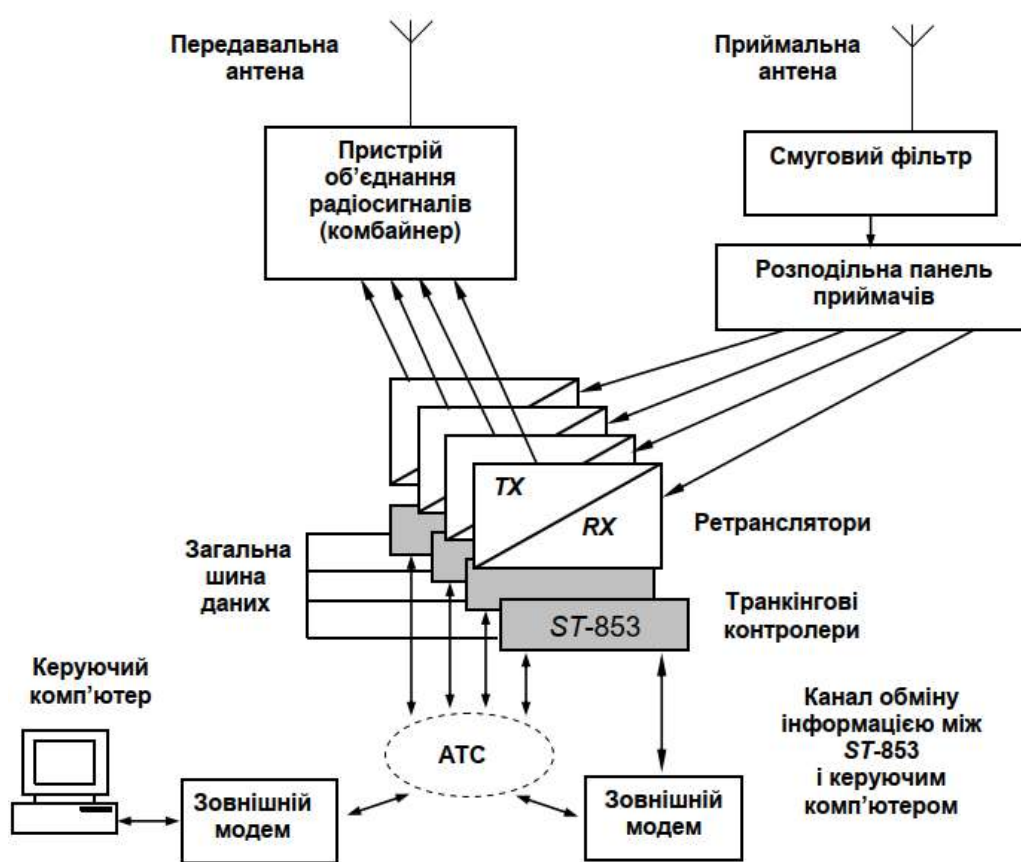


Рисунок 34 – Структурна схема базової станції SmarTrunk II

Пристрій управління забезпечує взаємодію всіх вузлів базової станції. Він також обробляє виклики, здійснює автентифікацію абонентів, які викликають (перевірку «свій-чужий»), ведення черг викликів і внесення записів у бази даних погодинної оплати. У деяких системах цей пристрій регулює максимально припустиму тривалість з'єднання з телефонною мережею. Як правило, використовуються два варіанти регулювання:

зменшення тривалості з'єднань у заздалегідь задані години найбільшого навантаження;

адаптивна зміна тривалості з'єднання в залежності від поточного навантаження.

Інтерфейс ТфЗК реалізується в транкінгових системах різними способами. У системах SmartTrunk) підключення може реалізовуватись по двопровідних лініях, що комутуються. Більш сучасні ТСЗ мають у складі інтерфейсу до ТфЗК апаратуру прямого набору номера DID (Direct Inward Dialing), що забезпечує доступ абонентів транкінгової мережі з використанням стандартної нумерації АТС.

В Україні нині дозволена експлуатація двох стандартів аналогового транкінгового зв'язку (SmartTrunk та МРТ-1327) та цифрового стандарту TETRA, для яких виділені наступні смуги частот: 150,05-156,7625 156,8375-162,75 МГц, 163,2-168,5 МГц, 413-420 МГц, 423-430 МГц.

Тема 1.4. Системи радіозв'язку з рухомими об'єктами

План

1. Класифікація та основи побудови систем рухомого радіозв'язку.
2. Системи рухомої сухопутної служби як основа систем радіозв'язку підрозділів ДСНС України.
3. Вимоги до систем професійного рухомого радіозв'язку та їх різновиди.
4. Загальні принципи функціонування систем професійного рухомого радіозв'язку.
5. Класифікація рішень професійного рухомого радіозв'язку.
6. Принципи ретрансляції.
 - 6.1. Двочастотна ретрансляція.
 - 6.2. Одночастотна ретрансляція.
 - 6.3. Багатозонові складні диспетчерські системи.
 - 6.4. Підключення до телефонної мережі.
7. Супутникові та радіорелейні системи зв'язку.
 - 7.1. Супутникові системи зв'язку.
 - 7.2. Принцип дії супуткового зв'язку.
 - 7.3. Принципи цифрового супутникового зв'язку.
8. Загальні принципи побудови РРЛ.
 - 8.1. Радіорелейний зв'язок.
 - 8.2. Загальна класифікація радіорелейних ліній зв'язку.
 - 8.3. Технологічні особливості класифікації сучасного обладнання ЦРРЛЗ.
 - 8.4. Переваги радіорелейного зв'язку та області його застосування.
 - 8.5. Основні методи модуляції в ЦРРЛЗ.
 - 8.6. План розподілу частот в дуплексному стволі РРЛЗ.
 - 8.7. Основні функціональні характеристики сучасних систем ЦРРЛЗ.

- 8.8. Вимоги, що висуваються при виборі обладнання для побудови ЦРРЛЗ.
- 8.9. Радіорелейні мережі передавання даних.
- 9. Системи супутникового зв'язку (супутникові термінали Starlink), їх використання та налаштування.
 - 9.1. Глобальна супутникова система Starlink.
 - 9.2. Технічні характеристики супутникової системи Starlink.
 - 9.3. Користувацькі термінали та наземні станції супутникової системи Starlink.
 - 9.4. Основні принципи роботи системи зв'язку Starlink.
 - 9.5. Принципи роботи супутникового зв'язку Starlink.
 - 9.6. Умови роботи терміналів Starlink.
 - 9.7. Комплект терміналу Starlink.
 - 9.8. Комунікація терміналів та супутників, діапазони частот.
 - 9.9. Комунікація терміналів та супутників.
 - 9.10. Важливість Starlink Account та ідентифікаторів.
 - 9.11. Термінал Starlink – міст в мережу Інтернет.
 - 9.12. Розгортання та згортання терміналів Starlink.
 - 9.13. Встановлення терміналу Starlink.
 - 9.14. Підключення та вмикання.

Література

1. Автоматизовані системи управління та зв'язок: курс лекцій / Уклад. Л.В. Борисова, О.В. Загора, А.Б. Феценко. – Х : НУЦЗУ, 2018. – 282 с.
2. Бурляй І.В., Джулай О.М., Орел Б.Б. Системи радіозв'язку та їх застосування оперативно-рятувальною службою: посібник з дисципліни «Основи електроніки та зв'язок». – Черкаси: Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля МНС України, 2007. – 224 с.
3. Поповський В.В. Основи теорії телекомунікаційних систем: підручник. – Харків: ХНУРЕ, 2018. – 368 с.
4. В. О. Собина, Д. В. Тарадуда, М. М. Пікрасов, Л. В. Борисова, О. В. Загора, А. Б. Феценко, М.В. Маляров, Д. Л. Соколов. Дослідження проблем функціонування системи зв'язку ДСНС, використання засобів телекомунікацій та інформатизації в системі ДСНС, шляхів їх розвитку із застосуванням сучасних телекомунікаційних та інформаційних технологій, Звіт про НДР: № держреєстрації 0119U001009, Х. : НУЦЗУ, 2020. – 85 с. URL: <http://ndr.dsns.gov.ua/?p=7135>.
5. Микитишин А.Г. Комп'ютерні мережі. Навч. посібник / А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк, В.В. Пасічник – Львів, «Магнолія 2006», 2013. – 256 с.

1. Класифікація та основи побудови систем рухомого радіозв'язку

СРРЗ забезпечують передачу інформації між рухомими об'єктами (РО) як безпосередньо, так і за допомогою базової станції (БС).

Система рухомого радіозв'язку (СРРЗ) є сукупністю технічних засобів (радіообладнання, комутаційних пристроїв, з'єднувальних ліній і систем передачі), за допомогою яких забезпечується зв'язок рухомих абонентів як між собою, так і з абонентами телефонної мережі загального користування (ТМЗК).

Варіант організації безпосереднього зв'язку між радіостанціями наведено на рис.35.

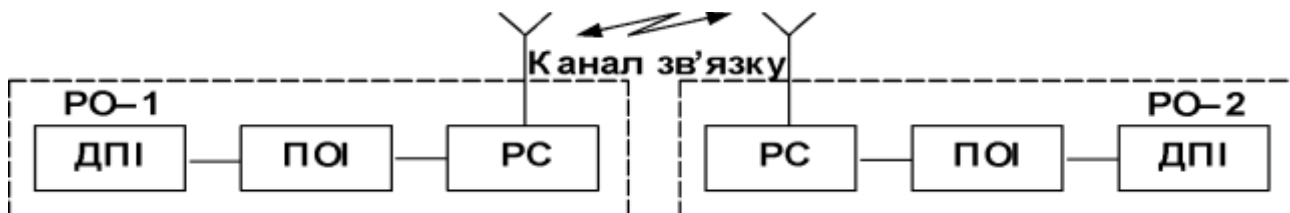


Рисунок 35 – Структурна схема безпосереднього зв'язку між радіостанціями

ДПІ – джерело і приймач інформації;
 ПОІ – пристрої обробки інформації;
 РС – радіостанції.

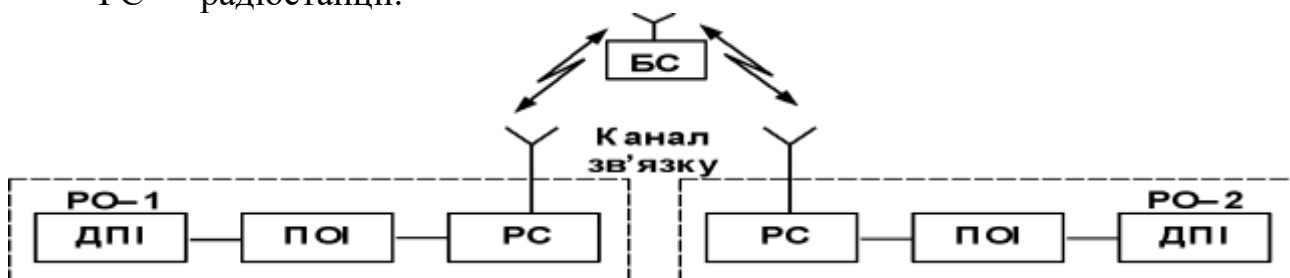


Рисунок 36 – Структурна схема зв'язку між радіостанціями з використанням проміжної базової станції

СРРЗ – система рухомого радіозв'язку;
 ПОІ – пристрої обробки інформації;
 РС – радіостанції.

Залежно від способу використання каналів абонентами розрізняють:

СРРЗ із закріпленими каналами (закріпленим ресурсом);

СРРЗ з наданням каналів (наданням ресурсу) за вимогою.

До основних характеристик СРРЗ відносяться:

вид інформації: мовна, кодовані повідомлення (передача алфавітно-цифрових символів), цифрова (повідомлення, що перетворені у цифрову форму);

направленість зв'язку:

однобічна – передача або прийом повідомлень здійснюється в сторону рухомого абонента або навпаки;

двобічна – в обидві сторони.

За рекомендаціями МСЕ класифікацію систем радіозв'язку здійснюють за розміщенням радіостанцій:

1. *Фіксована служба* – радіозв'язок між визначеними фіксованими у просторі пунктами. Включає у себе фіксовані супутникові служби (радіозв'язку між земними станціями із заданим місцезнаходженням, коли для зв'язку використовується один або декілька супутників).

2. *Рухома служба* – радіозв'язок між рухомою і фіксованою станціями або між рухомими станціями. Включає в себе:

рухому супутникову службу (служба радіозв'язку між рухомими земними станціями і однією чи кількома космічними станціями, або між космічними станціями, які використовуються цією службою, або між рухомими земними станціями за допомогою однієї чи кількох космічних станцій);

сухопутну рухому службу (рухома служба радіозв'язку між базовими станціями і сухопутними рухомими станціями або між сухопутними рухомими станціями – саме системи даної служби використовуються підрозділами ДСНС);

сухопутну рухому супутникову службу (рухома супутникова служба радіозв'язку, в якій рухомі земні станції розташовані на суші);

морську рухому службу (рухома служба радіозв'язку між береговими станціями та судновими станціями, або між судновими станціями, або між станціями внутрішньосуднового зв'язку);

морську рухому супутникову службу (рухома супутникова служба радіозв'язку, в якій рухомі наземні станції розташовані на борту морських суден);

повітряну рухому службу (рухома служба радіозв'язку між стаціонарними станціями повітряної рухомої служби і станціями повітряних суден або між станціями повітряних суден).

1. Системи рухомої сухопутної служби як основа систем радіозв'язку підрозділів ДСНС України

За принципом проходження (розповсюдження) радіохвиль, системи *радіозв'язку* поділяються наступним чином:

1. УКХ радіосистеми прямого зв'язку (використовуються підрозділами ДСНС для організації зв'язку нижніх ланок управління, на місці ліквідації НС).

2. Іоносферні КХ системи радіозв'язку (використовуються підрозділами ДСНС для дальнього радіозв'язку).

3. Тропосферні радіорелейні системи радіозв'язку.

4. Радіосистеми, які використовують іоносферне розсіювання та відбиття від слідів метеорів.

5. Супутникові системи радіозв'язку.

У залежності від користувача СРРЗ діляться на:

Системи професійного рухомого радіозв'язку призначені для експлуатації спеціальними організаціями служби безпеки, аварійної служби, пожежних частини, швидкої допомоги, аварійно-рятувальними підрозділами, пожежною охороною тощо. Система є власністю одного користувача (групи користувачів).

СПРР невелика за масштабами, малоканална є базовою при організації радіомереж ДСНС України.

СПРЗ загального користування є власністю оператора, який надає послуги зв'язку абонентам на комерційній основі. Більшість сучасних систем радіозв'язку побудовані як системи РЗЗК, а саме:

системи персонального радіовиклику;

стільникові системи рухомого зв'язку (використовуються сьогодні працівниками ДСНС для забезпечення адміністративно-управлінського зв'язку);

супутникові системи;

системи абонентського радіодоступу;

радіостанції приватного користування.

Сучасні системи рухомого зв'язку це:

професійні (приватні) системи рухомого радіозв'язку (транкінгові системи, що забезпечують рухомий радіозв'язок у районі базової станції);

системи стільникового рухомого радіозв'язку (обслуговування великого числа абонентів на великих територіях забезпечується цифровими стільниковими мережами);

системи бездротових телефонів – абонентського радіодоступу (вирішують завдання економії частотного ресурсу, обслуговуючи велику кількість абонентів створенням радіомережі микросотової топології.)

До мобільних систем зв'язку належать стільникові і транкінгові системи, які є складними радіотехнічними комплексами, в яких виділяють такі основні принципи побудови:

Організація системи зв'язку і методи доступу: алгоритм управління системою зв'язку вирішує конфліктні ситуації, коли одночасно необхідно обслужити декілька абонентів, забезпечуючи використання наявних обмежених ресурсів для обслуговування максимальної кількості абонентів.

Вибір прийнятної структури сигналу радіоканалу: для кожного виду мобільного зв'язку вибирають оптимальні методи модуляції і прийому сигналів, схеми побудови приймачів, передавачів, антен, враховується виконання вимог по електромагнітній сумісності, проводиться аналіз впливу розповсюдження радіохвиль у міських умовах на енергетичний потенціал радіолінії і умови прийому.

Застосування цифрових методів обробки інформації: перетворення мовної інформації в цифровий код і в зворотний бік, стиснення мови, оптимальні методи кодування, шифрування і розпізнавання прийнятих сигналів.

Підтримка взаємодії з периферійними пристроями і системами: мобільна система зв'язку забезпечує взаємодію з іншими системами радіозв'язку (цифровими і аналоговими телефонними мережами, підключення факсимільних апаратів, комп'ютерів, модемів Internet і т.п.

Діагностика стану мережі зв'язку і статистики роботи: персональний облік користувачів, перевірка їх легальності і оплати рахунків, часу і тривалості сеансів зв'язку, що дозволяє змінювати конфігурацію мережі залежно від

завантаження, попереджати несанкціоноване використання мережі, надавати інформацію для оцінки економічного стану.

2. Вимоги до систем професійного рухомого радіозв'язку та їх різновиди

Система професійного рухомого радіозв'язку (ПРР) України є важливою складовою забезпечення оперативного керівництва силами ОРС, які задіяні для подолання НС, забезпечуючи такі вимоги:

мінімальний час встановлення зв'язку, в необхідних випадках простим натисканням тангенти, автоматичний чи ручний вибір каналу;

можливість проведення якісної групового зв'язку з необмеженим числом учасників цього зв'язку (циркулярний зв'язок);

можливість індивідуального та аварійних викликів радіо абонентів, передача коротких повідомлень;

необхідна щільність абонентів зони, яка обслуговується, та великі зони покриття (більшу дальність);

стійкий радіозв'язок для мобільних і портативних радіостанцій;

можливість здійснення прямого (позасистемного) режиму зв'язку між абонентськими радіостанціями;

можливість міжсистемного (міжвідомчого) радіодоступу, а також виходу у відомчу телефонну мережу і телефонну мережу загального користування (ТМЗК);

можливість пріоритетного надання каналів зв'язку;

висока надійність при роботі у складних умовах (пило-, волого-, вібро-, ударо-, вибухозахищеність тощо) і простота використання;

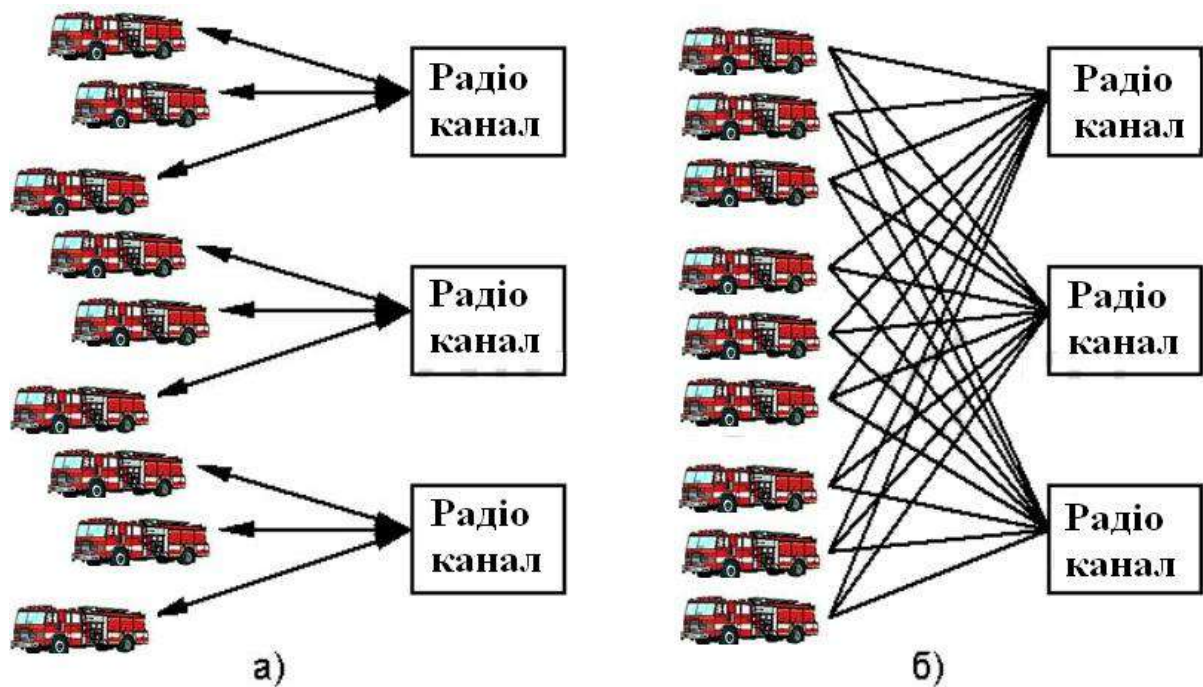
швидке розгортання при необхідності у будь-якій місцевості;

можливість забезпечення захисту інформації, ідентифікації абонентів;

необхідний рівень сервісу;

+можливість передачі даних.

3. Загальні принципи функціонування систем професійного рухомого радіозв'язку



Загальні тенденції розвитку професійних систем рухомого радіозв'язку:
 перехід від аналогових корпоративних або національних стандартів до цифрових міжнародних стандартів;
 забезпечення конфіденційності зв'язку;
 забезпечення роумінгу абонентів.

Технічно це виконується:

послідовним пошуком радіостанцією вільного каналу, наприклад, за спеціальним маркерним сигналом незайнятості; такі системи характеризуються значним часом встановлення з'єднання і можуть застосовуватися при невеликій кількості каналів (до 5-8);

спеціально виділеним загальним каналом сигналізації, на який налаштовані всі радіостанції мережі в режимі чергового прийому (найбільш поширені системи).

4. Класифікація рішень професійного рухомого радіозв'язку

На підставі представлених вище специфічних особливостей і вимог до рішення ПРР, всі системи поділяють на два основних класи, які діляться на два підкласи:

1. *Системи із закріпленими за абонентами каналами або конвенціональні (диспетчерські) системи радіозв'язку (невисока щільність абонентів, ручний вибір каналів). Одно/двоканальні УКХ системи з можливістю використання ретрансляторів, з диспетчерським управлінням роботою мережі, містять:*

- локальні (малого радіуса дії, без використання базових станцій);
- диспетчерські на базі симплексної радіостанції;
- диспетчерські на базі ретранслятора;

багатозонові складні диспетчерські системи.

2. Системи з розподіленими каналами або транкингові системи радіозв'язку (властива висока щільність абонентів, централізоване керування системою) – багатоканальні радіосистеми з автоматичним перерозподілом каналів, є:

аналогові (оперативний мовний зв'язок, статусні повідомлення);

цифрові інтегровані системи (оперативний голосовий зв'язок, дуплексна бездротова телефонія, всі види передачі даних).

Стільникова система рухомого радіозв'язку (СМРР) використовує значну кількість малопотужних прийомо-передавачів (радіоподовжувачів), з'єднаних провідними або радіорелейними каналами зв'язку, кожен з яких призначено для обслуговування тільки порівняно невеликої зони, радіусом у 1 – 2 км.

Структурне утворення – кластер являє собою сукупність сусідніх стільників, де використовуються різні робочі частоти або різні набори частот.

Число стільників, що входять у кластер, називаються його розмірністю.

Усі стільники кластера нумеруються, і порядок цієї нумерації незмінний для всіх кластерів. Загальна кількість каналів, що виділені для конкретної стільникової мережі рухомого радіозв'язку (СМРР), розподіляється між стільниками кластера. Надалі такий розподіл повторюється від кластера до кластера, які рівномірно заповнюють всю зону обслуговування.

Введення кластерів дозволило організувати безліч варіантів повторного використання однієї й тієї ж кількості фіксованих радіочастот.

Число одночасно обслуговуваних абонентів (активних абонентів) залежить від кількості каналів, виділених для даного стільника, тобто від обсягу обладнання на БС.

5. Принципи ретрансляції

5.1. Двочастотна ретрансляція

Ретранслятор – це пристрій, що приймає радіосигнал і знову передає його в ефір.

Позначимо частоту приймача ретранслятора R (більш низькочастотну) як F_n (148 МГц), а частоту його передавача як F_v (172 МГц). Абонентські станції повинні мати навпаки – частоту прийому F_v і частоту передачі F_n . Через те, що ретранслятор беззупинно передає прийняті сигнали (дуплекс), то він не може робити це на одній і тій же частоті (сигнали передавача будуть відразу прийматися приймачем – це замкнуте коло, що викликає самозбудження системи). Тому дуплексний ретранслятор працює на різних частотах, номінали яких повинні відрізнятися на певну величину (залежить від устаткування, системи тощо – для систем службового радіозв'язку рознесення частот становить близько 500 кГц та більше). В абонентських радіостанціях повинні використовуватися ті ж частоти, але в «перегорнутому» вигляді (приймачна частота ретранслятора повинна відповідати передавальній в радіостанції і навпаки).

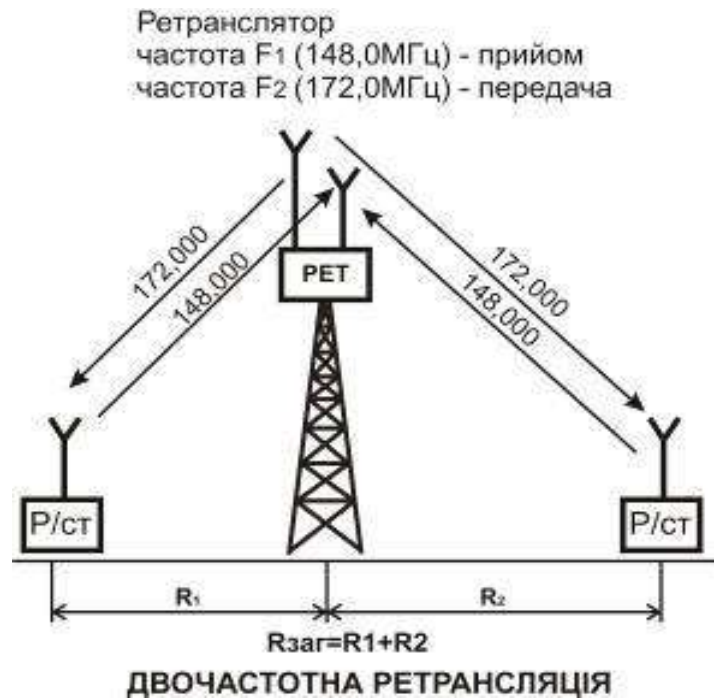


Рисунок 37 – Використання двочастотних ретрансляторів

Дальність зв'язку системи визначається зоною обслуговування ретранслятора, тобто насамперед географічною висотою точки розташування ретранслятора і висотою його антени. Відстань між абонентами може бути будь-якою в межах зони дії ретранслятора.

5.2. Одночастотна ретрансляція



Рисунок 38 – Використання одночастотних ретрансляторів

Коли не вистачає частот, використовують симплексний радіообмін. У такому випадку абонентське устаткування залишається тим же, тільки в ньому програмуються однакові прийомні й передавальні частоти (рис. 38). Як ретранслятор можна використати звичайну абонентську радіостанцію, але вона не прийматиме й передаватиме одночасно.

Для роботи такого ретранслятора (називають симплексним) потрібний спеціальний пристрій – контролер симплексного ретранслятора (цифровий магнітофон), що після декодування оцифровує і записує у пам'ять прийняте повідомлення доти, поки воно присутнє в ефірі. Після зникнення сигналу, як тільки абонент відпустив тангенту, контролер перемикає радіостанцію у режим передачі, зчитує цей сигнал з пам'яті, перетворює його знову в аналогову форму і повторно передає в ефір, записане повідомлення відтворюється в ефірі.

Якщо радіоабонент, що викликається, знаходиться далеко від того, що викликає, то він уже не чує прямого сигналу, а приймає тільки сигнал репітера, тобто досить однієї частоти й однієї (не дуплексної) радіостанції.

Якщо кількість радіочастот є визначальним фактором й є припустимою втрата оперативності, то застосування симплексних ретрансляторів може виявитися найбільш раціональним шляхом вирішення завдання розширення зони радіопокриття.

5.3. Багатозонові складні диспетчерські системи

Застосування ретрансляторів, встановлених в одному місці, не завжди дозволяє вирішити проблему охоплення великих територій. У таких випадках створюють багатозонові системи зв'язку. Об'єднання кількох зон у єдину систему дозволяє організувати покриття більшої площі. Можлива безліч конфігурацій і ступенів автоматизації подібного об'єднання. Подібну організацію можна розглядати як сукупність однозонових систем, об'єднаних в одну загальну мережу (рис.9).

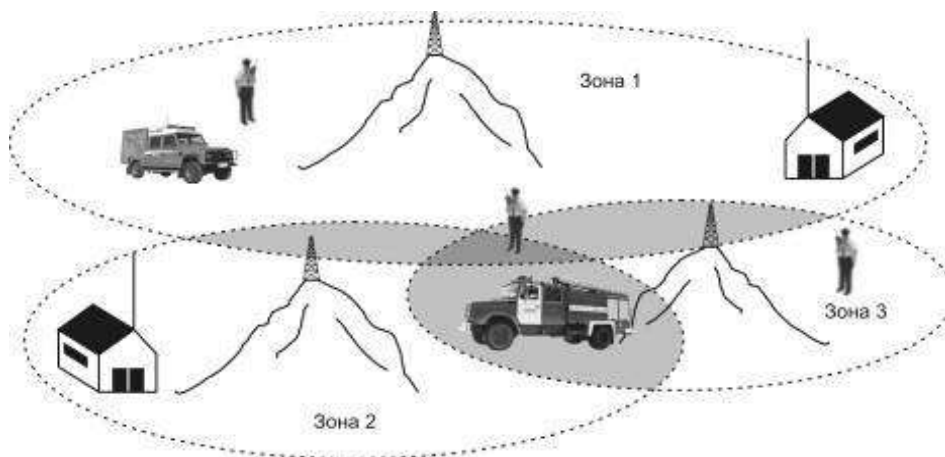


Рисунок 39 – Використання двочастотних ретрансляторів

За допомогою спеціальних контролерів забезпечується робота абонентів у різних зонах. Дозволяються частотні конфлікти (коли абонент перебуває в зоні дії двох і більше ретрансляторів), забезпечується ідентифікація, з'єднання з

телефонною мережею тощо. Як правило, для об'єднання з різними підсистемами (з диспетчерською системою на базі симплексної радіостанції та/або диспетчерською системою на базі ретранслятора) використовується складний диспетчерський пульт (комутатор), який і дозволяє організувати взаємодію абонентів між зонами з різним ступенем автоматизації (у найпростішому випадку, комутація може здійснюватися вручну диспетчером). Істотне розширення функціональних можливостей вносить використання радіостанції з убудованим сигналінгом.

5.4. Підключення до телефонної мережі

Принцип роботи інтерфейсу полягає в тому, що між телефонною лінією й радіостанцією (як правило, стаціонарною) підключається пристрій, що перетворює сигнали телефонної лінії у зрозумілий для радіостанції вигляд (рис.40). А сигнали радіостанції у вигляді і форму необхідну для здійснення викликів абонентів телефонної мережі. Таким чином, власникові абонентської радіостанції досить набрати код доступу до інтерфейсу (DTMF набором), а потім потрібний телефонний номер. Для того щоб викликати радіоабонента з телефонного апарата, потрібно набрати телефонний номер, до якого підключений інтерфейс і потім донабрати номер необхідної радіостанції.



Рисунок 40 – Використання двочастотних ретрансляторів

Найпоширеніші моделі телефонних інтерфейсів дозволяють при одному базовому пристрої викликати донабором однієї цифри (від 0 до 9) до десяти віддалених абонентів (рухомих радіостанцій), а віддаленій (мобільній) станції – до 10 базових. Існують і більш складні пристрої, що підтримують до 100 і більше користувачів. У більшості контролерів ретрансляторів доступ до телефонної мережі є стандартною функцією.

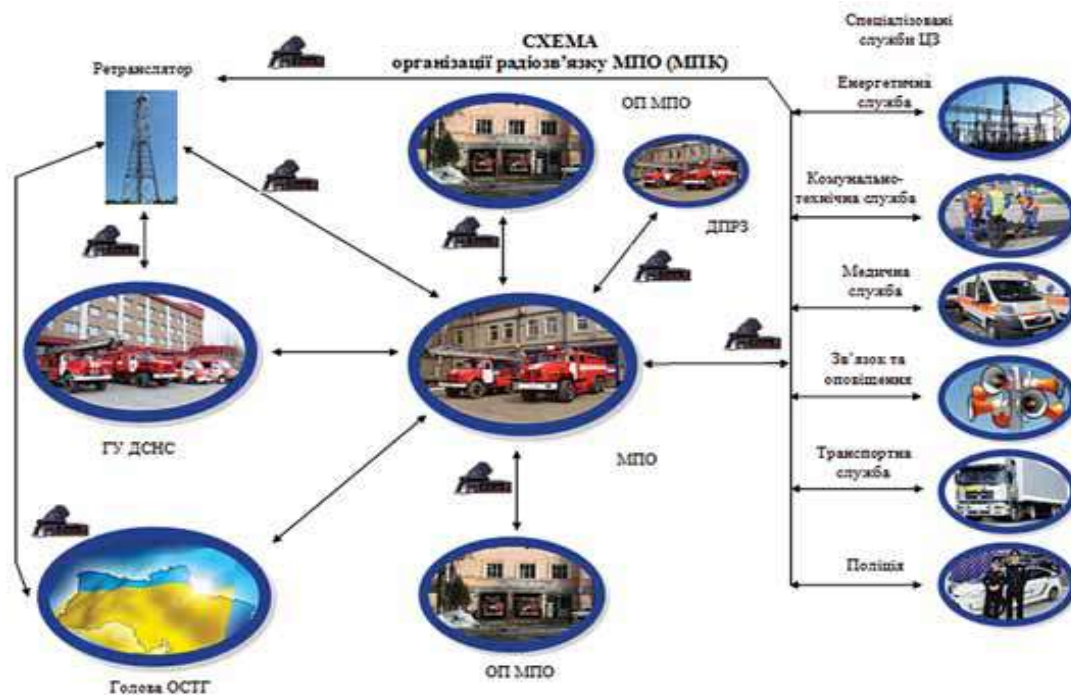


Рисунок 41 – Схема організації зв'язку МПК (місцевих пожежних команд)

6. Супутникові та радіорелейні системи зв'язку

Визначення

Космічний радіозв'язок – радіозв'язок, при якому використовують космічні станції, розташовані на ШСЗ або інших космічних об'єктах.

Космічна станція (КС) – станція, розташована на об'єкті, яка знаходиться за межами основної частини атмосфери Землі (або знаходиться там, або призначена для виводу), наприклад на ШСЗ.

Земна станція (ЗС) – станція радіозв'язку, розташована на земній поверхні (або в основній частині земної атмосфери) і призначена для зв'язку з космічними станціями.

Супутниковий зв'язок – зв'язок між земними станціями через космічні станції або пасивні ШСЗ.

Супутникова лінія – це лінія зв'язку між земними станціями за допомогою одного ШСЗ на кожному напрямі, включає ділянку Земля – супутник.

Системою супутникового зв'язку називається система, в якій проміжний ретранслятор системи зв'язку розміщується на штучному супутнику Землі (ШСЗ).

6.1. Супутникові системи зв'язку

Супутниковий зв'язок – це зв'язок між земними станціями через космічні станції або пасивні штучні супутники Землі (ШСЗ)

Супутниковою системою зв'язку (ССЗ) є комплекс обладнання зв'язку, який забезпечує передачу інформації через ретранслятор зв'язку (РЗ), що

розміщується у космічному просторі. Ретранслятори монтуються на штучних супутниках Землі.

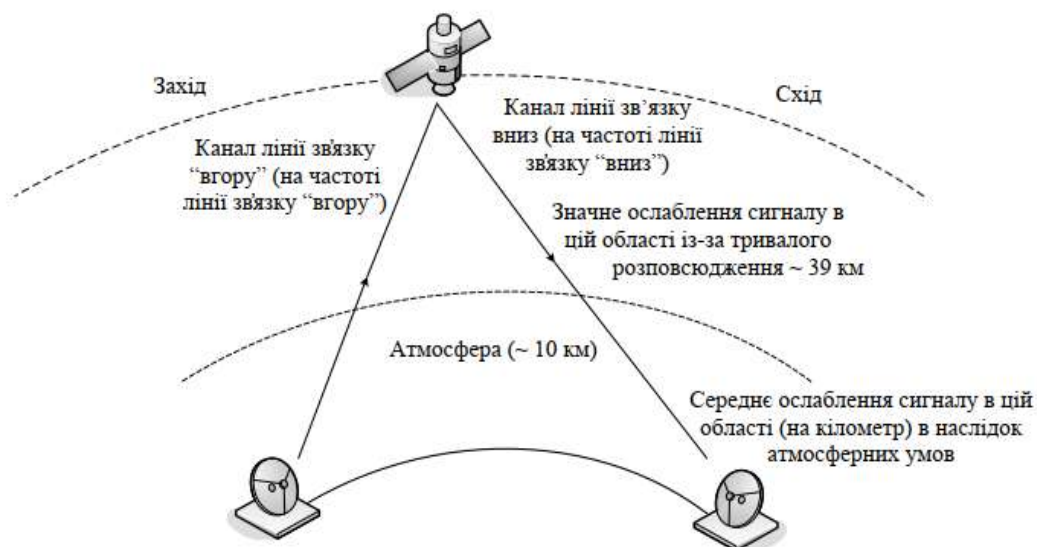


Рисунок 42 – Типова структура системи супутникового зв'язку

Трансляція сигналу відбувається наступним чином – спочатку з землі надходить радіохвиля на супутник, де вона посилюється, очищається від перешкод і передається абонентам.

Для успішної роботи необхідно специфічне обладнання:

центри на землі. Спеціальні комплекси, які обладнані необхідною апаратурою для прийому, передачі і комутації сигналу.

супутник-ретранслятор – це антена, що знаходиться на навколосемній орбіті, який не тільки транслює сигнал, але і шифрує його, підсилює, очищає від спотворень, а лише потім передає назад на землю;

термінали (приймально-передавальна апаратура). Як приклад – супутниковий телефон, який завжди на зв'язку незалежно від місця знаходження абонента.

Супутникові канали зв'язку служать для телефонії, формування телевізійного мовлення і доступу в мережу Інтернет.

Напрямки, в основі яких лежить передача даних через різні ретранслятори, що знаходяться на навколосемній орбіті:

зв'язок у космосі;

система глобального геопозиціонування та навігації (GPS);

персональний супутниковий зв'язок;

телевізійне мовлення;

телефонія та широкосмугова передача інформаційних пакетів.

6.2. Принцип дії супуткового зв'язку

Супутниковий зв'язок є радіозв'язком і для передачі через супутник сигнал повинен бути промодульованим. Модуляція відбувається на земній станції. Модульований сигнал переноситься на потрібну частоту, підсилюється та надходить на передавальну антену.

Звичайний (нерегенеративний) супутник, прийнявши сигнал від однієї наземної станції, переносить його на іншу частоту, підсилює й передає іншій наземній станції.

У супутнику може бути кілька незалежних каналів, що здійснюють ці операції, кожний з яких працює в певному діапазоні частот (ці канали обробки називаються *транспондерами*). Регенеративний супутник демодулює прийнятий сигнал та знову модулює його. Завдяки цьому помилки виправляються два рази: на супутнику та на прийомній земній станції.

6.3. Принципи цифрового супутникового зв'язку

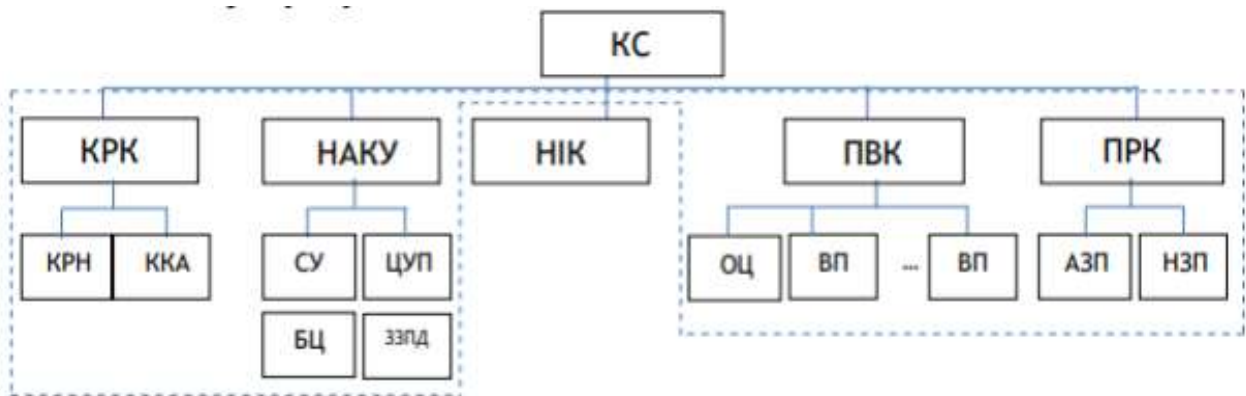


Рисунок – 43 Структурна схема космічної системи

- КРК – космічний ракетний комплекс;
- НАКУ – наземний автоматизований комплекс управління;
- НІК – наземний інформаційний комплекс;
- ПВК – полігонний вимірювальний комплекс;
- ПРК – пошуково-рятувальний комплекс;
- КРН – комплекс ракети носія;
- ККА – комплекс космічного апарата;
- ТК – технічний комплекс;
- СК – стартовий комплекс;
- ЗС – заправочна станція;
- СУ – станція управління;
- ЦУП – центр управління польотом;
- БЦ – балістичний центр;
- ЗЗПД – засоби зв'язку і передачі даних;
- ОЦ – обчислювальний центр;
- ВП – вимірювальний пункт;
- АЗП – авіаційні засоби порятунку;
- НЗП – наземні засоби порятунку;
- КК – космічний комплекс;
- КС – космічна система

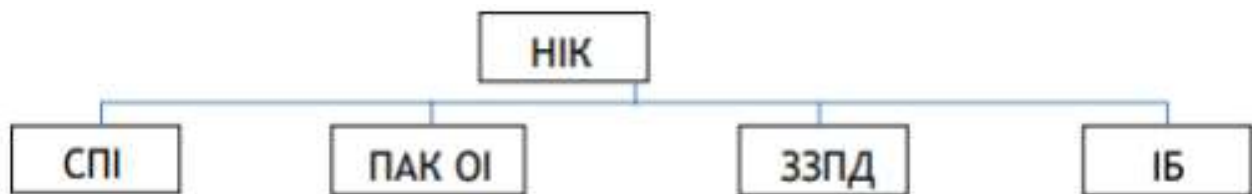


Рисунок – 44 Наземний інформаційний комплекс

СПІ – станція прийому інформації

ПАК ОІ – програмно-апаратний комплекс обробки інформації

ЗЗПД – засоби зв'язку і передачі даних

ІБ – інформаційний банк

Функціонально призначений для прийому, попередньої обробки, зберігання, доведення до споживачів цільової інформації КС. Саме з метою отримання цільової інформації створюються КС.

На цей час створено і розгорнуто велика кількість КС і КК. До їх числа відносять:

1. Народно-господарські: КС ДЗЗ, КС метеорологічні, КС наукові, КК зв'язку (низькоорбітальні, високоеліптичні, геостаціонарні), КС навігації, КС картографії та ін.

2. Військові: КС розвідки, КС ПРН, і цілий ряд інших. Орбітальна побудова КА для різних КС, як правило, різна.



Рисунок – 45 Кутова швидкість обертання Землі і КА на геостаціонарній орбіті

Орбіти кругові: – низькі (до 1500 км); – високі (до 26000 км); – геостаціонарні (36000 км).

Особливістю *геостаціонарних орбіт* є:

площина орбіти лежить в площині екватора Землі;

кутова швидкість обертання Землі і КА на геостаціонарній орбіті (визначається висотою орбіти КА) однакова; сонячно-синхронні.

Особливістю *сонячно-синхронних орбіт* є:

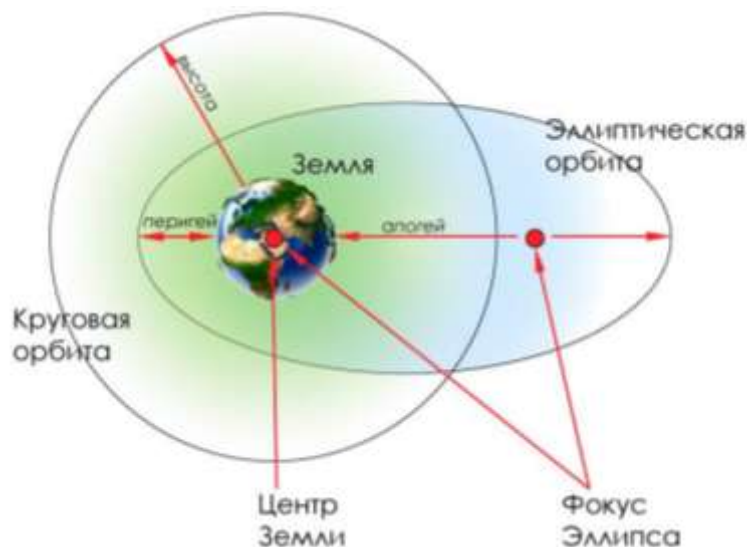
висота орбіти 600-800 км;

нахил площини орбіти (кут між площиною орбіти і площиною екватора) становить – 98 градусів.

Орбіти, нижчі за 300 км, для супутників зазвичай не застосовують – час їхнього існування на таких висотах порівняно невеликий. Верхнє значення визначається внутрішньою межею радіаційних поясів із підвищеною концентрацією заряджених частинок, здатних пошкодити електронне обладнання.

Вище 2000 км знаходиться зона так званих середніх навколосемних орбіт. Їх використовує порівняно мала кількість космічних апаратів – здебільшого науково-дослідних і навігаційних (супутники системи GPS рухаються орбітами заввишки 20 350 км із періодом обертання 12 годин). Головна проблема в цій ділянці простору пов'язана з радіаційними поясами та високоенергетичними зарядженими частинками, які містяться в них.

Верхню межу «середньої» зони відзначають геосинхронні орбіти (ГСО) – вони мають радіус 42 164 км, що відповідає висоті над рівнем моря 35 786 км. Період обертання об'єктів на таких орбітах дорівнює зоряній добі (23 години 56 хвилин 4,1 секунди). Їхнім окремим випадком є геостаціонарна орбіта — кругова, що лежить у площині земного екватора (0° широти). Супутник, що рухається нею, фактично виявляється «висячим» над однією й тією ж точкою Землі. Тому, приймальна антена, одного разу спрямована на нього, не вимагатиме подальшого наведення. Очевидно, такі орбіти особливо зручні для телекомунікаційних апаратів, а також спеціалізованих метеорологічних обсерваторій, які ведуть моніторинг певного регіону.



Схема, що показує різницю між круговою та еліптичною орбітою. Джерело: <http://mediasat.info>

Якщо орбіта нахилена до екватора та має невеликий ексцентриситет, то під час спостереження з Землі супутник ротягом доби описуватиме на небі «вісімку». У деяких випадках «вісімка» може виродитися в еліпс (як у супутників серії *Saturn*), а за значного ексцентриситету і нульового нахилу – у відрізок прямої, що лежить в екваторіальній площині.

Двічі на рік (поблизу весняного й осіннього рівнодень) виникають ситуації, коли телекомунікаційні апарати на ГСО проєктуються на сонячний диск. У цей час зв'язок через них ускладнений, а іноді взагалі неможливий.

Геостаціонарна орбіта є круговою орбітою в площині Землі на висоті 35786 км від поверхні Землі (42164 км від центра Землі, радіус Землі складає 6378 км). Супутники обертаються на геостаціонарній орбіті навколо Землі з її кутовою швидкістю і в однаковому напрямку. Коли супутник знаходиться на цій орбіті в площині екватора, при спостереженні за ним із земної поверхні складається уявлення, що він залишається нерухомим, тому не має необхідності відслідковувати цей супутник антеною, що направлена на нього або позиційним коректуванням з періодичними інтервалами часу. Геостаціонарна орбіта є круговою орбітою, по якій супутник здійснює орбітальний рух в тому ж напрямку, що і небесне тіло, розміщений в екваторіальній площині з орбітальним періодом, що дорівнює періоду обертання Землі. Також можлива робота супутникового зв'язку на інших орбітах: середній і низькій навколоземних орбітах.

Глобальна система визначення місця знаходження GPS (Global Positioning System) – служба, що використовує сузір'я супутників для забезпечення належним чином обладнаних терміналів інформацією про глобальне позиціонування.

7. Загальні принципи побудови РРЛ

7.1. Радіорелейний зв'язок

Радіорелейний зв'язок – радіозв'язок прямої видимості між двома радіорелейними станціями або радіозв'язок, який здійснюється шляхом багатократної ретрансляції радіосигналів по ланцюгу радіорелейних станцій.

Відповідно до нормативної документації є інше визначення терміну «радіорелейний зв'язок» – це радіозв'язок по лінії, утворений ланцюжком приймально-передавальних ретрансляційних та кінцевих станцій, що працюють на дециметрових і більш коротких хвилях.

Радіорелейний зв'язок – особливий тип бездротового зв'язку, що дозволяє передавати дані на великі відстані (десятки та сотні кілометрів), з високою пропускною здатністю (від сотень мегабіт до кількох гігабіт). Прийом та передача даних рознесені за різними частотами і відбуваються одночасно – всі РРЛ працюють у режимі повного дуплексу.

Радіорелейні станції (РРС) використовуються:

для створення високошвидкісних бездротових магістралей провайдерами, стільниковими операторами;

у великих корпоративних мережах для передачі інформації по бездротових мостах між різними підрозділами;

для каналів «останньої милі» та інших подібних завдань.

Радіорелейні станції, залежно від їх функціонального призначення, відносяться до одного з трьох типів:

кінцеві РРС;

проміжні РРС з відгалуженням каналів і ретранслятори (репітери) без функцій відгалуження каналів;

вузлові РРС.

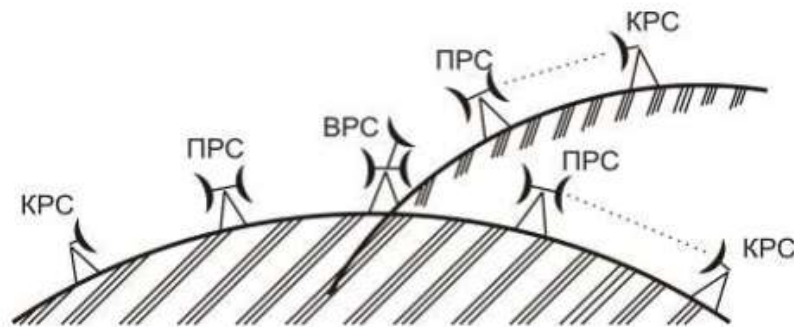


Рисунок 45 – Загальна схема організації радіорелейної лінії зв'язку:

КРС – кінцева РРС, ПРС – проміжна РРС, ВРС – вузлова РРС

Кінцева радіорелейна станція – це радіорелейна станція, яка встановлюється на кінцевих пунктах радіорелейної лінії зв'язку (РРЛЗ) і призначена для введення і виділення по лінії повідомлень. Для прийому і передачі застосовується одна антена, що з'єднана з трактами прийому і передачі за допомогою антенного розгалужувача (дуплексера).

Проміжна радіорелейна станція – це РРС, що має два комплекти приймально-передавальної апаратури та призначена для активної ретрансляції радіосигнала, що передається по РРЛЗ. Прийом і передача сигналів на проміжних станціях повинна проводитися на різних частотах для усунення паразитних зв'язків в приймально-передавальній апаратурі за рахунок впливу зворотного випромінювання близько розташованих антен. Різниця між частотами прийому і передачі називається частотою зсуву ($f_{зсв}$).

Вузлова РРС – це радіорелейна станція, що призначена для ретрансляції радіосигналів, що передаються, їхнього відгалуження, виділення частини повідомлення та введення нового повідомлення. Вузлові станції виконують як функції проміжних станцій, так і функції введення і виведення інформації. Тому вони встановлюються у великих населених пунктах або в точках перетину (відгалуження) ліній зв'язку.

8.2. Загальна класифікація радіорелейних ліній зв'язку

Розрізняють радіорелейних ліній зв'язку (РРЛЗ) прямої видимості та тропосферні РРЛЗ.

Радіорелейна лінія зв'язку прямої видимості – РРЛЗ, сусідні станції якої розташовані на відстані прямої радіовидимості.

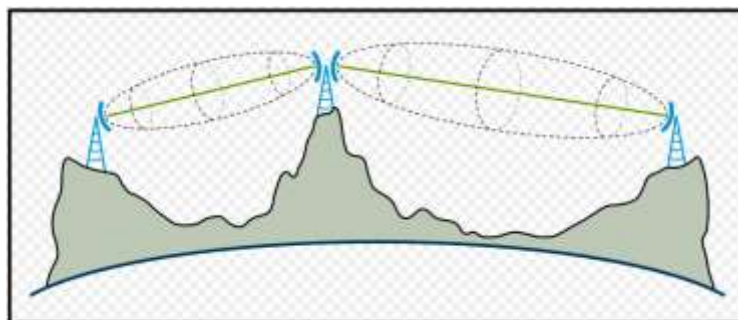


Рисунок 46 – Траси радіорелейного зв'язку прямої видимості

Тропосферна РРЛЗ – РРЛЗ, в якій використовується розсіяння та відбиття радіохвиль у тропосфері за взаємного розташування радіорелейних станцій за межами прямої радіовидимості

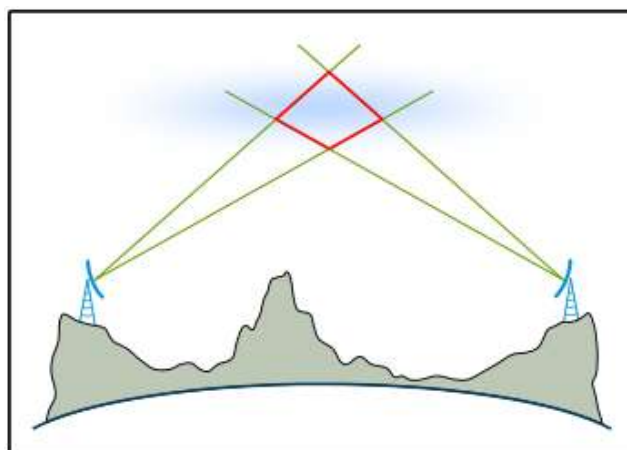


Рисунок 47 – Принцип тропосферного радіозв'язку

Тропосфера – нижня частина атмосфери Землі. У тропосфері завжди є локальні об'ємні неоднорідності, викликані різними фізичними процесами, які відбуваються в ній. Хвилі діапазону 0,3...5 ГГц здатні розсіюватися цими неоднорідностями. Механізм утворення тропосферних радіохвиль умовно показаний на рис. 47.

При побудові *тропосферних радіорелейних ліній зв'язку* використовується ефект відбиття дециметрових і сантиметрових радіохвиль від турбулентних і шаруватих неоднорідностей у нижніх шарах атмосфери – тропосфері.

Використання ефекту далекого тропосферного поширення радіохвиль УКХ діапазону дозволяє організувати зв'язок на відстань до 300 км при відсутності прямої видимості між радіорелейними станціями. Дальність зв'язку може бути

збільшена до 450 км при розташуванні радіорелейних станцій на природних височинах.

Для тропосферного радіорелейного зв'язку характерним є ослаблення сигналу, яке виникає як при поширенні сигналу через атмосферу, так і внаслідок розсіювання частини сигналу при відбитті від тропосфери. на більшості тропосферних радіорелейних станцій розташовано кілька прийомних антен.

Радіорелейна апаратура в залежності від області застосування поділяється на наступні класи:

апаратура радіорелейних систем передачі, призначена для використання на магістральній первинній мережі (протяжність більша за 2,5 тис.км);

апаратура радіорелейних систем передачі, призначена для використання на внутрішньозонових первинних мережах (областного значення протяжністю 250-1400 км);

апаратура радіорелейних систем передачі, призначена для використання на місцевих первинних мережах (протяжність 50-200 км);

мобільна апаратура радіорелейних систем, призначена для внутрішньоміських ліній;

апаратура радіорелейних систем, призначена для організацій технологічних радіорелейних ліній передачі;

апаратура мобільних радіорелейних станцій, призначена для організації резервування чи відновлення радіорелейних та кабельних ліній передачі, що вийшли з ладу.

РРЛЗ бувають симплексними й дуплексними.

Симплексні РРЛЗ передбачають почерговий обмін інформацією, при цьому перемикається приймально-передавальна апаратура й необхідна одна робоча частота.

Дуплексні РРЛЗ передбачають одночасний двосторонній обмін інформацією, без перемикання апаратури, але необхідні дві різні несучі частоти.

За *способом поділу каналів РРЛЗ* можуть бути з частотним і часовим поділом каналів.

Відповідно до діапазону використовуваних частот РРЛЗ можуть бути *дециметрового, сантиметрового і міліметрового діапазонів хвиль.*

Залежно від методу модуляції розрізняють аналогові РРЛЗ (АРРЛЗ) та цифрові РРЛЗ (ЦРРЛЗ).

За *пропускною спроможністю* розрізняють такі АРРЛЗ:

а) багатоканальні, з кількістю каналів тональної частоти (КТЧ) понад 300;

б) середньої ємності – від 60 до 300 КТЧ;

в) малоканальні – менше 60 КТЧ.

АРРЛЗ використовуються для передавання:

багатоканальних телефонних сигналів в аналоговій формі, а також для передавання телеграфних сигналів і сигналів даних з малою і середньою швидкістю. Пропускна спроможність таких систем складає від декількох телефонних каналів до 2700;

телевізійних сигналів і сигналів звукового супроводу.

У залежності від швидкості передавання інформації в радіостволі апаратура ЦРРЛЗ поділяється на наступні види:

- високошвидкісна (більше 100 Мбіт/с в одному радіостволі);
- середньошвидкісна (більше 10 Мбіт/с, але менше 100 Мбіт/с);
- низькошвидкісна (не більше 10 Мбіт/с в одному радіостволі).

ЦРРЛЗ призначені для передавання:

багатоканальних телефонних сигналів у цифровій формі зі швидкістю від 2 до 140 Мбіт/с і більше;

сигналів даних з великою швидкістю;

сигналів відеотелефону і телевізійних сигналів у закодованій формі.

8.6. Технологічні особливості класифікації сучасного обладнання ЦРРЛЗ

Счасні ЦРРЛЗ можна розділити на чотири великі групи:

універсальні ЦРРЛЗ з одночасною передачею в одному радіостволі потоків Е1 з часовим мультиплексуванням (TDM) і повідомлень з протоколами пакетної передачі;

високошвидкісні ЦРРЛЗ для передачі сигналів синхронної цифрової ієрархії (SDH) на магістральних лініях;

низькошвидкісні (до 4Е1) ЦРРЛЗ з часовим поділом дуплексного каналу (TDD);

супернові ЦРРЛЗ з передачею в радіотракті повідомлень всіх типів на основі загальної технології передачі пакетних повідомлень.

Досвід експлуатації ЦРРЛЗ зосереджує увагу на універсальних ЦРРЛЗ з передачею сигналів TDM і сигналів пакетних повідомлень. При організації зв'язку в місті доводиться орієнтуватися на ділові центри, які є одночасно і точкою розміщення базових станцій. Необхідно враховувати інтереси власників традиційних УПАТС (корпоративні АТС), підключених до загальної мережі за допомогою потоків Е1¹², споживачів Інтернету, приєднаних на основі пакетних технологій, і власників базових станцій, які можуть під'єднуватися і тим, і іншим способом.

8.7. Переваги радіорелейного зв'язку та області його застосування

На територіях зі складним рельєфом, в деяких випадках для дублювання окремих ділянок оптики радіорелейний зв'язок на магістральному рівні є доцільним і сьогодні.

¹² Е1 — це європейська версія цифрової лінії зв'язку з часовим розділенням каналів. На відміну від американської Т1 (24 канали по 64 кбіт/сек) — Е1 має 32 канали кожен по 64 кбіт/сек, з яких 30 В-каналів використовуються для голосу або даних і 2 канали для сигналізації (30В+D+N). Загальна пропускна спроможність 2,048 Мбіт/сек в повнодуплексному режимі. Передані по лінії Е1 дані організовані в кадри ([англ. frame](#)). Кожен кадр Е1 містить 256 біт, розділених на 32 часових інтервали (тайм-слоти) по вісім біт в кожному і містять дані, що передаються. Швидкість передачі становить 8 000 кадрів в секунду і, отже, для кожного каналу даних (тайм-слота) забезпечується смуга 64 кбіт/с. Число доступних користувачеві тайм-слотів становить від 0 до 31, в залежності від сигналізації, найчастіше 30 (часовий інтервал 0 зарезервований для службової інформації, часовий інтервал 16 рекомендований, але не обов'язковий для службової інформації). Відповідно для передачі даних, голосу, можуть використовуватися слоти з 1 по 31.

Для технологій мобільного стільникового зв'язку та широкосмугового безпроводового доступу та ін., для реалізації яких необхідно побудувати велику кількість базових станцій та точок доступу, широко використовують радіорелейний зв'язок як один із найефективніших способів доставки трафіку по критерію вартості та швидкості розгортання.

Основними *типовими задачами*, які вирішуються за допомогою даного виду обладнання, є організація з'єднань телекомунікаційних вузлів, абонентських виносів, прив'язка до транспортних магістралей, побудова технологічних ліній великої протяжності.

Спектр застосування обладнання ЦРРЛЗ достатньо широкий, а обладнання радіорелейного зв'язку дозволяє оперативно нарощувати можливості системи зв'язку шляхом установки обладнання в приміщення вузлів зв'язку, використовуючи існуючі антенно-мачтові пристрої та інше спорядження, що скорочує капітальні затрати на створення ЦРРЛЗ.

Радіорелейний зв'язок є ефективний при відновленні зв'язку в районах стихійного лиха, при рятувальних операціях і т. д.

Відносно новим застосуванням радіорелейного зв'язку є реалізація завдань «останньої милі» – за допомогою радіорелейного зв'язку абонентам надаються послуги голосового телефонного зв'язку, передачі даних (доступ до мережі Інтернет), кабельного телебачення. Радіорелейний зв'язок може застосовуватися для вирішення таких завдань «останньої милі» як окрема самодостатня ланка при наявності в складі радіорелейного обладнання функціонально закінчених абонентських закінчень або в поєднанні з крайовим мультиплексорним обладнанням, або обладнанням АТС, а також у поєднанні з іншими засобами абонентського радіодоступу.

Переваги радіорелейного зв'язку перед провідним зв'язком:

- 1) технологічні:
 - а) оперативне розгортання з відносно невеликими затратами;
 - б) нечутливість до пересічення радіорелейних ліній зв'язку з водними перепонами або транспортними магістралями;
 - с) раціональна організація зв'язку в важкодоступних місцях.
- 2) цінові:
 - а) вартість 1 км радіорелейної лінії в десятки разів нижча, ніж волоконно-оптичної лінії;
 - б) висока експлуатаційна рентабельність;
 - с) низька вартість експлуатації, малочисельний експлуатаційний штат.

8.5. Основні методи модуляції в ЦРРЛЗ

У ЦРРЛЗ використовуються наступні види модуляції:

FSK (Frequency Shift Keying) – частотна маніпуляція (ЧМн), сутність якої полягає в тому, що дискретні сигнали «0», «1» передаються гармонійними сигналами (синусоїдами), що мають різні частоти;

PSK (Phase Shift Keying) – фазова маніпуляція, при якій дискретні сигнали «1» і «0» передаються шляхом перемикання двох несучих, що зсунуті на

півперіоди відносно один одного. Інший варіант PSK – зміна фази на 90° в кожному такті при передачі нуля і на 270° при передачі одиниці.

QAM (Quadrature Amplitude Modulation) – квадратурна амплітудна маніпуляція, різновид амплітудної маніпуляції сигналу, яка являє собою суму двох носійних коливань однієї частоти, але зміщених за фазою один відносно одного на 90° , кожне з яких промодульоване по амплітуді своїм модулюючим сигналом. ЦРРС використовують QAM модуляцією з рівнями квантування: 16, 32, 64, 128, 256.

Європейським інститутом стандартів по телекомунікаціях (European Telecommunication Standards Institute, ETSI) уведена класифікація устаткування

ЦРРС в залежності від спектральної ефективності системи. У стандарті ETSI TR101036-1 виділені наступні 6 класів:

Клас 1: устаткування, у якому застосовуються двопозиційні методи модуляції (наприклад 2-FSK, 2-PSK чи еквівалентні їм);

Клас 2: устаткування, у якому застосовуються чотирьопозиційні методи модуляції (наприклад 4-FSK, 4-QAM (QPSK) чи еквівалентні їм);

Клас 3: устаткування, у якому застосовуються восьмипозиційні методи модуляції (наприклад 8-PSK чи еквівалентні їм);

Клас 4: устаткування, у якому застосовуються 16- чи 32-позиційні методи модуляції (наприклад 16-QAM, 32-QAM чи еквівалентні їм);

Клас 5: устаткування, у якому застосовуються 64- чи 128-позиційні методи модуляції (наприклад 64-QAM, 128-QAM чи еквівалентні їм);

Клас 6: устаткування, у якому застосовуються 256- чи 512-позиційні методи модуляції (наприклад 256-QAM, 512-QAM чи еквівалентні їм);

Ці класи служать ознакою системи і не мають на увазі обмеження на види модуляції, що застосовується, за умови виконання вимог стандартів ETSI і Міжнародної електротехнічної комісії (International Electrotechnical Commission, IEC) на параметри устаткування.

8.6. План розподілу частот в дуплексному стволі РРЛЗ

Під частотним планом РРЛЗ розуміють розподіл частот прийому й передачі між стволами системи, а також розподіл частот гетеродинів, тобто розподіл частот передачі й прийому для одного ствола.

У сучасних РРЛЗ різниця рівнів потужності радіосигналів, що випромінюються антенами, досить велика (може досягати 150 дБ і більше). Зміна частот проводиться на кожній РРС відповідно до прийнятої схеми побудови апаратури.

Існують три плани розподілу частот у РРЛЗ прямої видимості для ствола: двохчастотний план (рис. 1.4);

чотирьохчастотний план (рис. 1.5);

шестичастотний план (рис. 1.6).

Двохчастотний план вимагає спеціальних заходів для захисту від сигналів протилежного напрямку. При двохчастотній системі використовуються рупорно-параболічні, параболічні або інші антени, що мають захист від прийому сигналів з

зворотного напрямку порядку 60–70 дБ. Така система застосовується зазвичай на РРЛЗ великої і середньої ємності.

Чотирьохчастотний план РРЛЗ не вимагає зазначених заходів захисту, з більш простими антенними системами, наприклад, перископічними, застосовується на РРЛЗ середньої і малої пропускної здатності.

У всіх сучасних РРЛЗ застосовуються частотні плани стволів з рознесеними частотами прийому та передачі, тобто частоти прийому стволів розміщені в одній половині діапазону частот, що виділений для радіорелейного зв'язку, а частоти передачі – в іншій половині діапазону частот. Такий план розподілу частот наведено на рис.1.8.

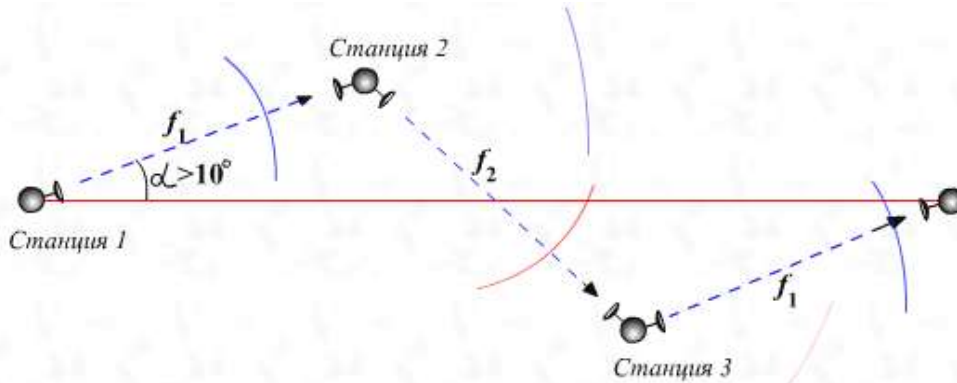


Рисунок 1.7 – Розташування станцій РРЛЗ для боротьби з паразитними сигналами, що обумовлені підвищеною рефракцією радіохвиль

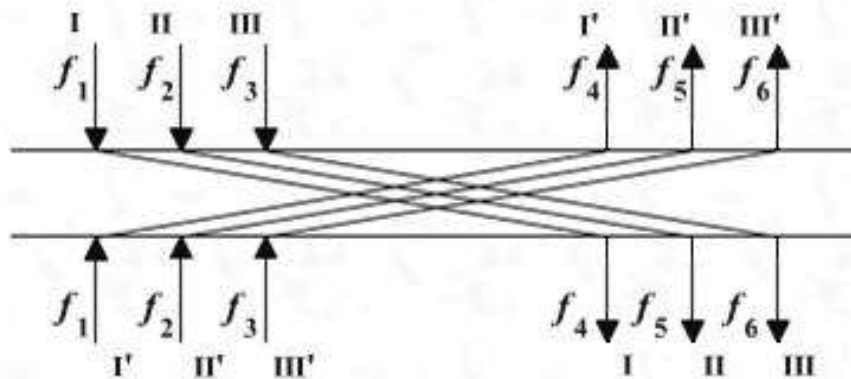


Рисунок 48 – План з рознесеними частотами прийому та передачі стволів

При такому плані розподілу частот на інтервалах РРЛЗ різниця між частотами передачі і прийому одного ствола доволі значна (наприклад, 266 або 530 МГц) і це полегшує вимоги до характеристик приймальних смугових фільтрів. При такому частотному плані кожна антена може бути використана одночасно як для передачі, так і приймання сигналів.

Існує другий план розподілу частот – при цьому плані передбачається чергування частот прийому і передачі окремих стволів (рис.1.9).

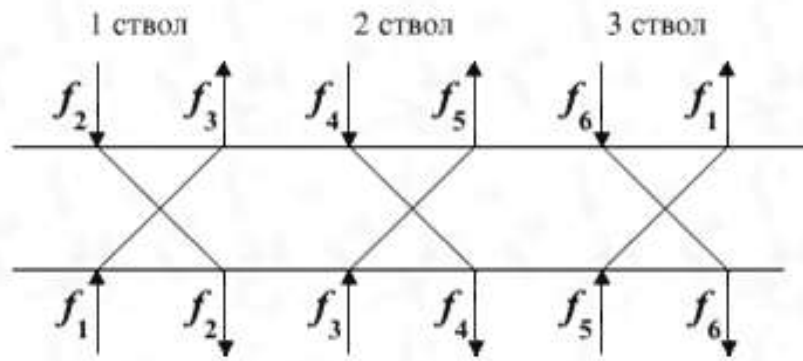


Рисунок 49 – План з чергуванням частот прийому й передачі стволів

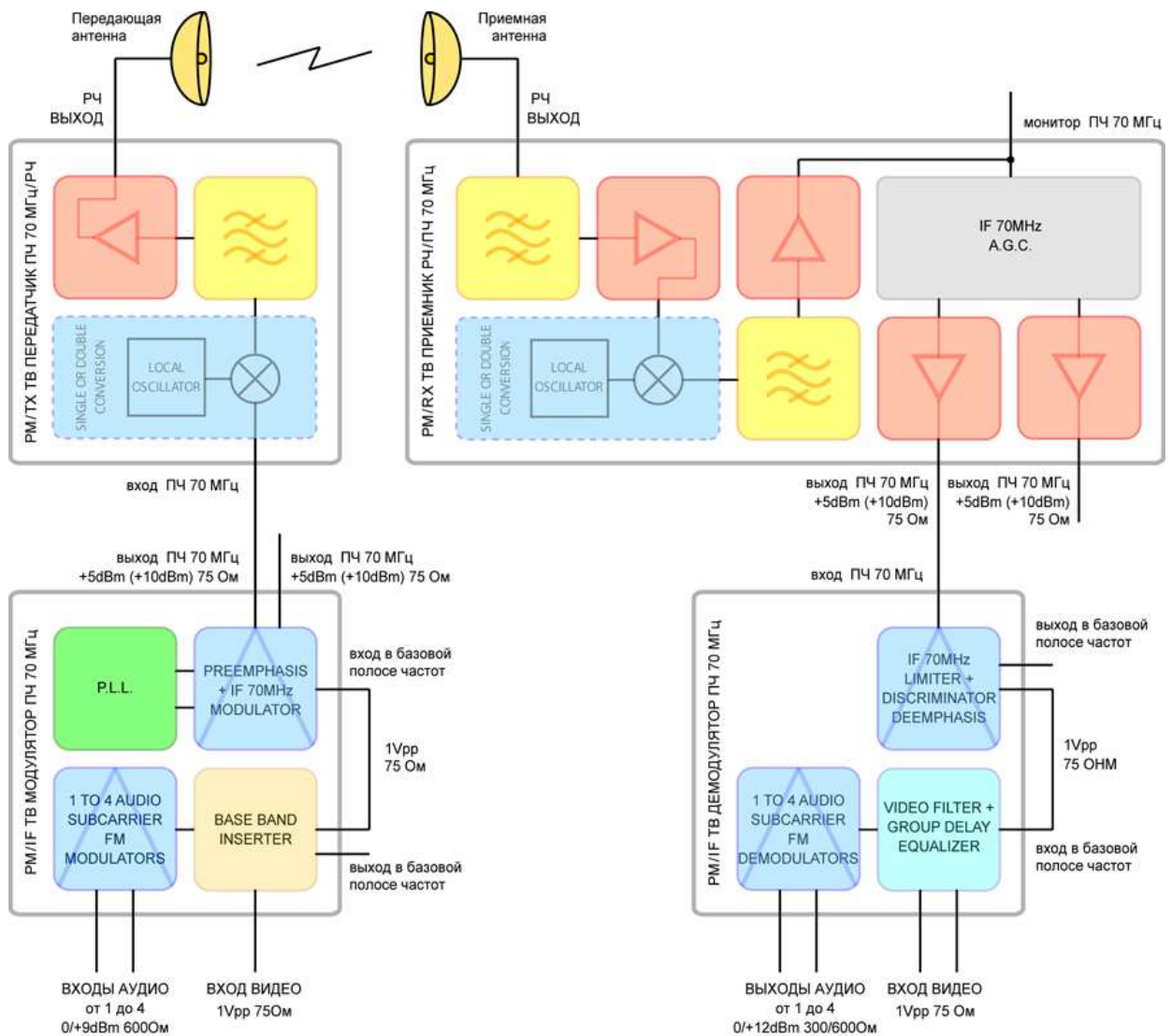


Рисунок 50 – Аналогова радіорелейна лінія зв'язку серії РМ

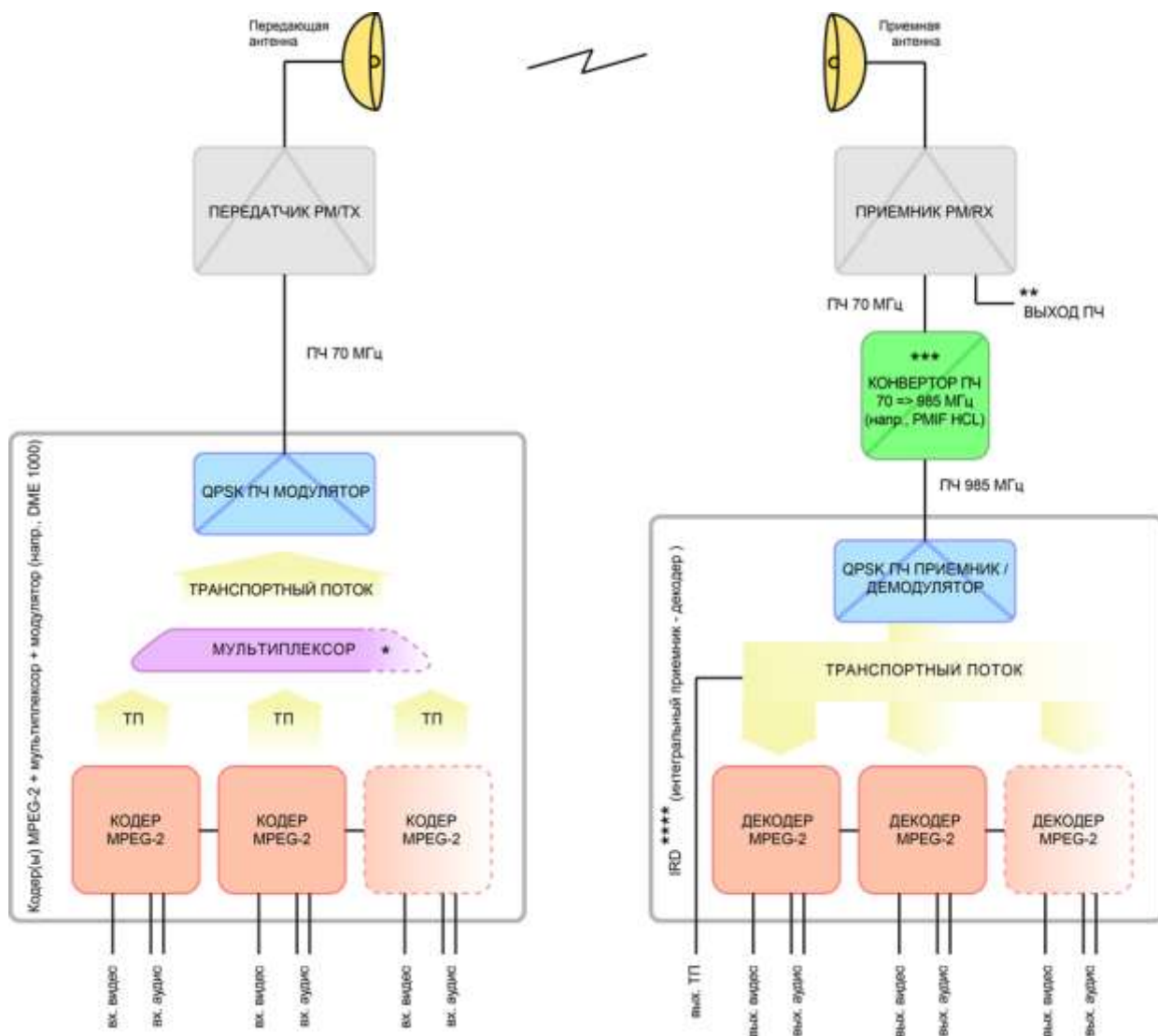


Рисунок 51 – Цифровая радиорелейная линия зв'язку серії РМ

8.7. Основні функціональні характеристики сучасних систем ЦРРЗ:

1. *Можливість гнучкого перерозподілу пропускної здатності ЦРРЛЗ між PDH (потокami E1) і трафіком пакетних повідомлень 100BASE-T.*

Сумарна доступна швидкість передачі В складається з швидкості передачі даних Ethernet і загальної швидкості N потоків TDM: $V \leq [V (\text{Ethernet}) + N \times 2,048]$.

2. *Адаптивний вибір типу модуляції і смуги пропускання радіоствола.* Ця функція – одна з головних для нових зразків обладнання. Оператору надається можливість в реальних умовах самому вирішити складну ситуацію, як найкращим чином надати клієнтові необхідні послуги і при цьому виконати вимоги.

3. *З'єднання блоків IDU і ODU ЦРРС за допомогою єдиного коаксіального кабелю.* Зазвичай, в блоці IDU (внутрішньому) ЦРРС розташовуються мультиплексори і модеми, а в блоці ODU (зовнішньому) ЦРРС – передавачі та приймачі. Вибирати обладнання, де розділення трактів передачі та прийому один

від одного відбувається на основі різних проміжних частот для ліній «вгору» і «вниз».

4. *Можливість установки контрольного шлейфу по радіочастоті.* Ця функція бажана в умовах експлуатації, так як тільки вона дозволяє повністю перевірити справність обладнання.

5. *Мережеве управління з доступом за IP-адресою з використанням протоколу SNMP.* Цей вид мережевого управління - найдемократичніший. Він дозволяє з одного комп'ютерного терміналу, на якому встановлено відповідне програмне забезпечення, керувати всією мережею ЦРРЛЗ оператора за запитами. Мереже обладнання ЦРРЛЗ посилає так звані трапи – повідомлення про аварії.

8.8. Вимоги, що висуваються при виборі обладнання для побудови ЦРРЛЗ

Функціональна характеристика	Вимоги
Перерозподіл пропускної здатності між PDH і трафіком пакетних повідомлень (Ethernet)	+++
Адаптивний вибір типу модуляції та смуги пропускання радіоствола	+++
З'єднання блоків ODU та IDU за допомогою одного коаксіального кабелю із частотним розділенням трактів передачі та приймання по проміжній частоті	+++
Можливість установлення контрольних шлейфів, у тому числі й по радіочастоті	+++
Мережеве керування із доступом по IP-адресу (протокол SNMP)	+++
Вбудований контроль якості із зберіганням історії подій	+++
Універсальність у виконанні блоків ODU	++
Можливість об'єднання навантажень від різних джерел в потік STM-1	++
Наявність вбудованого калькулятора якості	++

Універсальність у виконанні зовнішніх (ODU) блоків – це такий спосіб поставки обладнання, коли при модернізації апаратури, наприклад, з метою збільшення пропускної здатності можна міняти лише внутрішні (IDU) блоки або тільки плати в цих блоках, що заощаджує матеріальні вкладення оператора.

Можливість об'єднання потоків різного формату, що надходять на вхід ЦРРЛ споживачеві по оптичному інтерфейсу, відображає сучасні тенденції збільшення швидкостей передачі даних в мережах доступу.

Наявність вбудованого калькулятора пов'язана з необхідністю забезпечити вимоги по коефіцієнту готовності на ЦРРЛЗ, що будується.

Напружена електромагнітна обстановка змушує розробників нових ЦРРЛЗ «йти» в діапазони частот вище 13 ГГц.

В Україні на даний момент часу існує широко розвинена мережа аналогових магістральних і внутрішньозонових РРЛЗ.

Зміни, викликані зростаючою кількістю цифрових стиків традиційного кінцевого обладнання вимагають ефективних рішень для передачі цифрового трафіка по аналоговим РРЛЗ. Збільшення обсягів цифрової інформації, що передається по магістральним напрямкам, висока вартість розгортання ЦРРЛЗ на

базі сучасних цифрових технологій SDH, PDH зробило актуальним використання для передачі цифрових потоків вже розгорнуті та діючі аналогові РРЛЗ.

Можливі шляхи вирішення цього насущного завдання:

встановлення нового цифрового радіорелейного обладнання (повна модернізація РРЛЗ);

поетапна модернізація існуючих аналогових радіорелейних ліній для передачі цифрової інформації – цифровізація окремих вузлів аналогових РРЛЗ.

Заміна на РРЛЗ аналогового трафіка цифровим дозволяє забезпечити:

електромагнітну сумісність при передачі сформованого цифрового трафіку із залишками аналогового трафіку, оскільки клас радіовипромінення не змінюється;

працездатність цифрової апаратури при збереженні специфічних методів телеконтролю й резервування, що використовуються в існуючих аналогових радіорелейних лініях;

додатковий контроль якості цифрового каналу зв'язку;

додаткові канали службового зв'язку;

можливість використання системи телекерування й телеконтролю.



Рисунок 52 – Молодші моделі РРС фірми NEC останнього покоління, що встановлюються окремо



Рисунок 53 – Середні моделі РРС фірми NEC останнього покоління, що встановлюються окремо



Рисунок 54 – Старші моделі РРС фірми NEC останнього покоління, що встановлюються окремо

Основні види плат, притаманних РРС, встановлюваних окремо.

1) *Блоки живлення* – перетворювачі напруги постійного струму, що формують шини живлення всередині корпусу. У разі монолітних і частково компонованих внутрішніх блоків вони можуть бути єдиним цілим з корпусом.

2) *Блоки вентиляторів* – виконують функцію охолодження та підтримання температури всередині корпусу в межах штатних значень. Можуть бути відсутніми або вбудованими в корпус.

3) *Плати управління* виконують: ініціалізацію обладнання, його налаштування, віддалене управління, координацію роботи інших плат, обробку сигналів, самодіагностику системи тощо. Містять додаткові службові порти для локального підключення, віддаленого підключення, вводу/виводу з аварійних реле сигналів іншого обладнання і т.д.

4) *Модеми* здійснюють зв'язок внутрішнього блоку і радіоблоку у вигляді коаксіального кабелю на проміжних частотах, забезпечують електроживлення радіоблоку за тим самим коаксіальним кабелем напругою постійного струму. Модеми можуть бути у вигляді окремих плат, а можуть бути інтегровані у корпус. На передній панелі модемів є характерний *ВЧ роз'єм типу TNC*.

5) *Плати співпроцесорів* виконують додаткову обробку даних. Не мають інтерфейсних портів. Виконують вузькі специфічні функції, наприклад, перетворення виділених каналів до пакетного формату і назад.

6) *Інтерфейсні плати* – плати з портами вводу/виводу різного типу: Ethernet оптичний та електричний; STM-1 оптичний, виділені канали Е1 і т. д. У разі монолітних і частково компонованих внутрішніх блоків порти можуть бути невіддільні від корпусу

РРЛ діляться по принципу фізической організації на: точка-точка (point to point, РР) и точка-многоточка (point to multipoint, РМР).

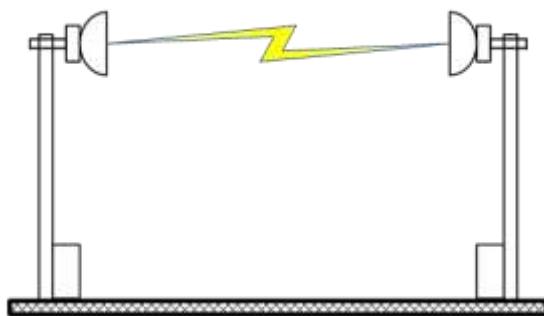


Рисунок 55 – РРЛ точка-точка.

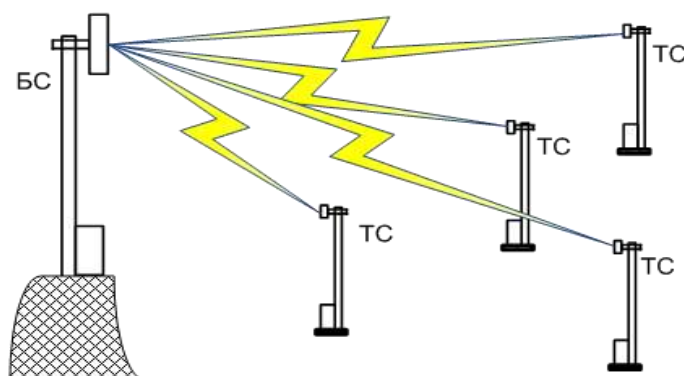
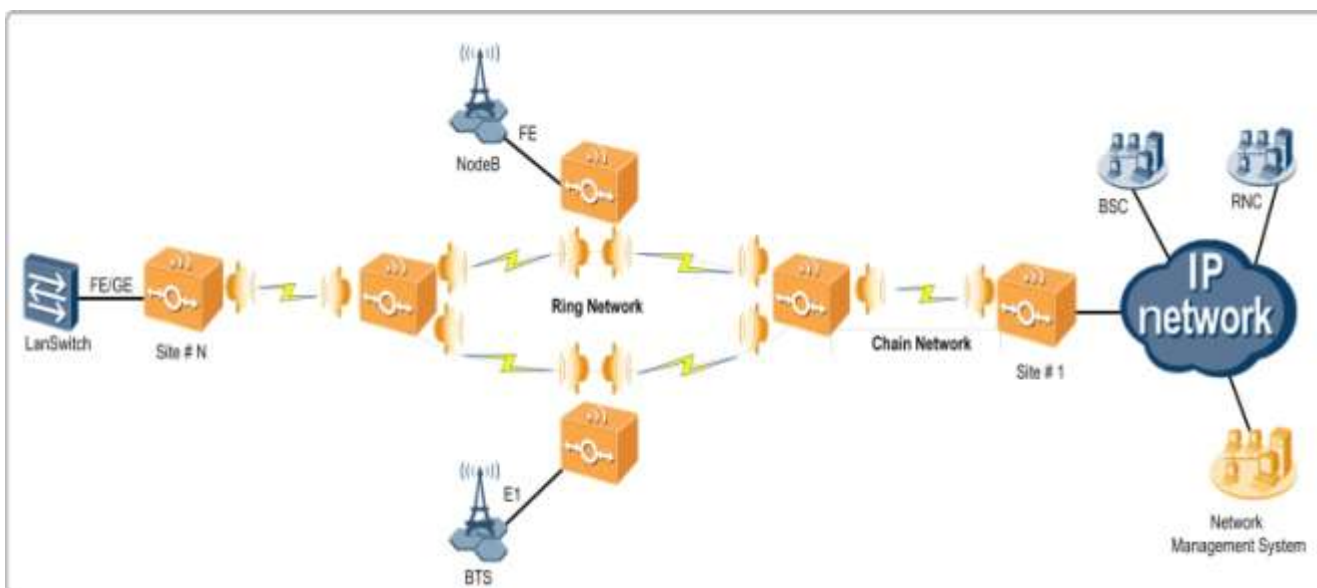


Рисунок 56 – РРЛ точка-точка.

Популярним рішенням у операторів стільникового зв'язку при побудові каналних мереж передачі даних в межах міста було використання РРЛ точка-многоточка.

8.9. Радіорелейні мережі передавання даних



Радіорелейна мережа – це один з видів радіозв'язку і складається з ланцюжка приймально-передавальних радіостанцій.

Принцип дії радіорелейного зв'язку полягає у створенні цілої системи ретрансляційних станцій, які розташовані на такій відстані, щоб могла бути забезпечена стійка робота.

Оператори сучасного стаціонарного зв'язку використовують радіорелейний зв'язок в основному у важкодоступних місцях: в горах, заповідниках та т.п.

Високі швидкості передачі інформації, простота установки та широкий вибір інтерфейсів з'єднання з кінцевим обладнанням роблять радіорелейні мережі гідною альтернативою для сучасних провідних каналів зв'язку.

Всі радіорелейні системи зв'язку розрізняються по:

прохідній здібності: високошвидкісні (передача даних вище 140 Мбіт/с), середньошвидкісні (передача даних до 52 Мбіт/с) та низькошвидкісні (передача даних до 8 Мбіт/с);

ємності релейного лінії: велика, середня та мала; кількості прогонів в РРЛ: однопрогонові та багатопрогонові.

Радіорелейні лінії вибирають в залежності від завдань, які з їх допомогою будуть виконуватися.

Високошвидкісні лінії великої ємності застосовуються в глобальних мережах передачі даних. Інакше вони називаються *магістральними*.

Радіорелейна вісь – спосіб організації РР зв'язку, при якому зв'язок одного кореспондента (ПУ) із декількома кореспондентами (ПУ) здійснюється по радіорелейній лінії, побудованій в напрямку переміщення старшого штабу.

Радіорелейна вісь будується за допомогою станцій важкого типу (Р-404, Р-414) Канали зв'язку осьової РРЛ закінчуються на кінцевих і проміжних станціях і передаються на ВЗ підпорядкованих і взаємодіючих з'єднань (частин) по сполучних лініях (або лініях прив'язки).

Мережа радіорелейного зв'язку – спосіб організації радіорелейного зв'язку, при якому зв'язок одного кореспондента (ПУ) із декількома підпорядкованими або взаємодіючими кореспондентами (ПУ) здійснюється по черзі за допомогою однієї радіорелейної станції.

При роботі в мережі на хвилю передавача старшої РРС настроюються приймачі підпорядкованих (взаємодіючих) кореспондентів.

При роботі в мережі підпорядковані радіорелейні станції працюють у режимі чергового прийому і ведуть роботу на передачу за вимогою головної РРС мережі або за термінами, визначеними розкладом.

Для зв'язку в мережі необхідно виконувати ненаправлену антену на старшому ВЗ (при цьому зменшується дальність зв'язку) або (і частіше всього) для зв'язку з кожним кореспондентом мережі необхідно переорієнтовувати антену РРС старшого ВЗ.

Радіорелейний зв'язок по мережі організується в випадку значної нестачі радіорелейних засобів на старшому ПУ.

Переваги:

менша витрата сил та засобів на старшому ВЗ;

можливість циркулярного обміну інформацією;
можливість маневру каналами. Недоліки:
зменшення каналів до кожного ПУ;
низька надійність (вихід зі строю будь якої РРС вісі призводить до втрати зв'язку між значною кількістю кореспондентів).

Існує три способи організації радіорелейного та тропосферного зв'язку, а саме напрямок радіорелейного зв'язку, вісь радіорелейного зв'язку та радіорелейна мережа.

9. Системи супутникового зв'язку (супутникові термінали Starlink), їх використання та налаштування

9.1. Глобальна супутникова система Starlink

Назва «Starlink» взята із роману Джона Гріна «Провина зірок». Система надає доступ до широкопasmового Інтернету у будь-якій точці планети.

Термінали Starlink компанії SpaceX складаються з двох окремих супутникових мереж.

Робоча орбіта супутників до 550 км

Перша мережа повинна складатися з 4425 супутників Ku- та Ka-діапазонів.

Ku-діапазон – діапазон частот сантиметрових довжин хвиль, який простягається від 12 до 18 ГГц електромагнітного спектра (довжини хвиль від 2,5 до 1,67 см).

Ka-діапазон – діапазон частот сантиметрових та міліметрових довжин хвиль, що простягається від 26,5 до 40 ГГц електромагнітного спектра (відповідає довжинам хвиль від 1,13 до 0,75 см) і використовуються в основному для супутникового радіозв'язку та радіолокації.

9.2. Технічні характеристики супутникової системи Starlink

Відповідно документам, поданим до Федеральної комісії зі зв'язку США, супутники у космосі спілкуватимуться між собою на частоті понад 10 ГГц за допомогою лазерного променя. Із наземними станціями та терміналами користувачів зв'язок здійснюватиметься у радіо (Ku-та Ka-) діапазонах на частоті 12 ГГц.

Зазвичай зв'язок із геостаціонарним супутником має мінімальну кругову затримку сигналу (туди-назад) у 239 мс, але іноді вона може сягати і 600 мс. Супутники Starlink будуть обертатися на висоті в 1/30 цієї відстані, тому затримка сигналу становитиме лише 25-30 мс, що еквівалентно з кабельним або оптоволоконним зв'язком.

Система використовуватиме протокол peer-to-peer.

Супутники Starlink працюють на 72 орбітах по 22 у кожній, всього 1584 одиниці.

Starlink v1.5 матимуть обладнання для передачі одне одному інформації за допомогою лазерного променя. Супутники з лазерним типом передачі даних

призначені насамперед для покриття Інтернетом приполярних територій (наприклад, на Алясці). Такі апарати оснащено лазерними передавачами, що мають підвищити швидкість і стабільність сигналу.

9.3. Користувацькі термінали та наземні станції супутникової системи Starlink

Starlink потребує додаткового терміналу (супутникової тарілки із роутером), що відстежуватиме супутники за допомогою фазованої антенної решітки, яку рухатиме вбудований моторчик. Встановлювати його потрібно, спрямувавши у небо.



Рисунок 57 – Користувальний термінал з антеною першого покоління

Термінал Starlink-2 є наземним елементом глобальної супутникової системи Starlink і служить для підключення до Інтернету бездротовим способом термінального обладнання користувачів.

Швидкість передачі може коливатися від 8 Мбіт/с до 200 Мбіт/с та від 500 Мбіт/с. Затримки передачі сигналу – від 15 до 40 мс. Живлення від мережі змінного струму $U=220$ В. Потужність 25–30 Вт. Кут сканування антени $\pm 50^\circ$. Антена “бачитиме” один супутник в інтервалі приблизно від 3 до 5 хвилин, після чого відбувається перемикання на наступний апарат.

Керується система через програму в смартфоні (рис. 3.26). Антену слід встановити надворі так, щоб вона не була закритою, а була спрямованою в небо. Ідеальні показники швидкості та стабільності сигналу досягаються в умовах сприятливої погоди та відсутності густих хмар.

При температурі вище 50°C антени відключаються. Необхідно використовувати будь-яку можливу конструкцію для захисту від прямого сонячного проміння.

У всіх терміналах вбудовані датчики GPS. На серверах глобальної супутникової системи Starlink зберігаються координати всіх терміналів. При розгортанні антени необхідно забезпечити пряму видимість на 100° щодо центру антени

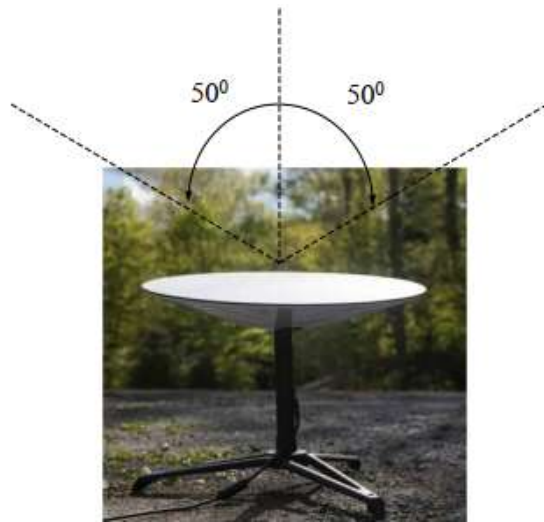


Рисунок 58 – Приклад розміщення антени Starlink з мето забезпечення прямої видимості на 100° щодо центру антени

9.4. Основні принципи роботи системи зв'язку Starlink

Starlink використовує супутники на низьких орбітах, близько 550 км від Землі. У порівнянні із 35 786 км до геостаціонарної орбіти традиційних супутників зв'язку, це у 65 разів ближче і, відповідно, сигнал долітає у 65 разів швидше, потужність передавача може бути значно меншою. Геостаціонарні орбіти супутників з урахуванням фізики орбіт мають доволі повільний канал передачі даних з суттєвими затримками та зазвичай дуже обмежену пропускну здатність на передачу.

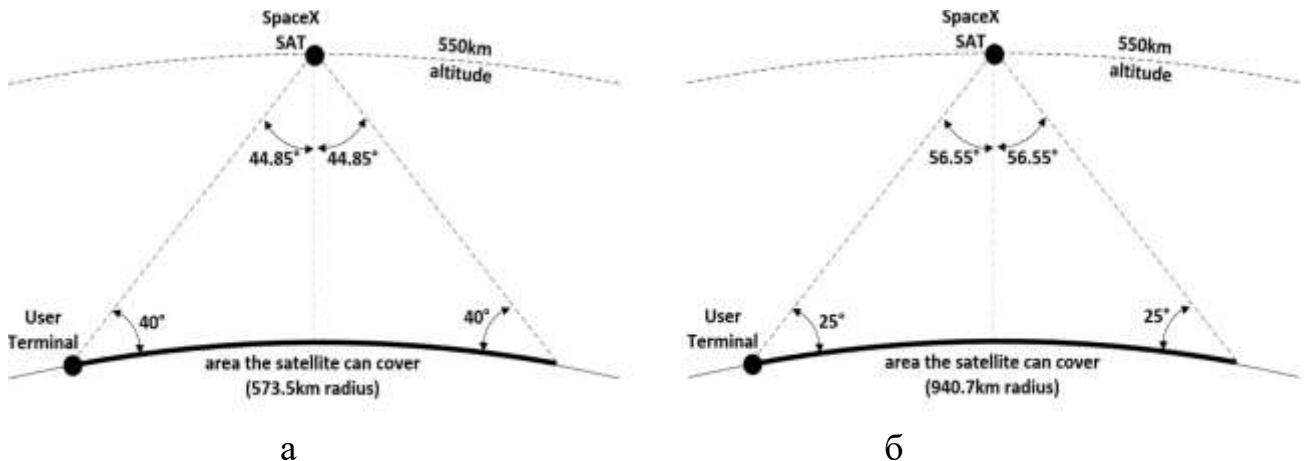


9.5. Принципи роботи супутникового зв'язку Starlink

Орбіти сузір'я супутників («рой») побудовані так, що над будь-якою точкою поверхні землі, в межах досяжності зв'язку супутникового терміналу, завжди є

більш ніж один супутник. Тобто в термінала Starlink завжди є доступ до супутників.

Супутники Starlink пролітають в небі з досить високою швидкістю. Зв'язок забезпечують багато супутників, тобто у полі зору обладнання повинен бути хоча б один (краще декілька супутників). У середині 2023 року літало більше 4000 шт. від Gen 0.9 (тестові) до Gen 2.0, планується більше 30 тисяч.



Якщо обладнання буде вести радіообмін із таким супутником весь час, доки він летить над ним, наприклад, із нахилом на 25 градусів над обрієм (рис. б), то один супутник зможе забезпечити зв'язок абонентам в зоні з радіусом більше 940 км. Одна така зона, це десь $\frac{4}{5}$ України. Якщо обладнання вмiє «бачити» супутник із кутом нахили від 40 градусів від обрію (рис. а), то радіус буде більше 573 км. Якщо супутники літають над нами у достатній концентрації, а обладнання вмiє бачити хоча б один з них, і перемикається на інший по мірі прольотів, то фактично маємо безперервну комунікацію із мережею сузір'я таких супутників.

Сучасним технологіями розроблено термінал супутникового зв'язку здатним фокусуватись на ті супутники, котрі наразі летять над ним.

Достатня кількість супутників + правильний термінал = швидка та безперервна доступність зв'язку. Головним для терміналу мати достатнє охоплення небокрая.

АФР (Активна Фазова Решітка) це є доступним для терміналів, що встановлені на транспортних засобах. Кожен супутник Starlink має зв'язок або з іншим супутником сузір'я, або з наземною станцією. Тобто доступ до мережі оператора є завжди у кожного супутника сузір'я.

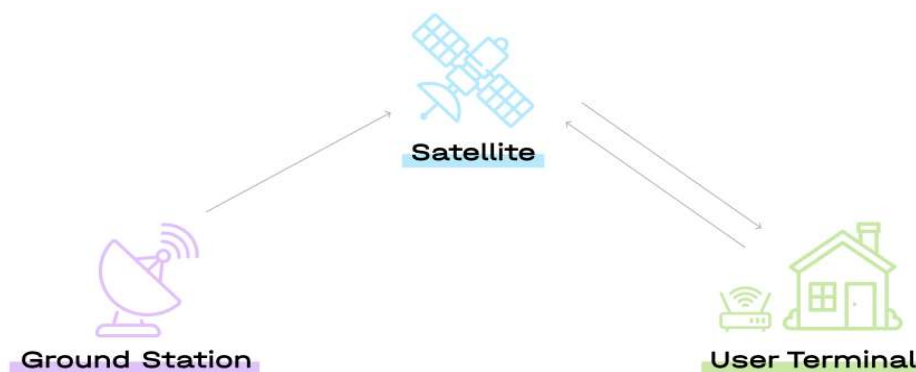


Кожен супутник має швидкісний зв'язок або з іншими супутниками, або із наземною станцією. Тобто коли навіть супутник летить над океаном та немає ніякого спілкування із планетою напряду, він може передавати та приймати дані через ланцюжок других супутників.

Достатньо, щоб хоча б деякі супутники мали зв'язок із мережевою інфраструктурою на землі для забезпечення мережевого доступу всьому сузір'ю на орбітах.

Наземні станції Starlink забезпечують підключення мережі оператора до Інтернет та розміщуються у багатьох країнах світу. Тобто у сузір'я супутників завжди є доступ до мережі Інтернет із багатьма альтернативними варіантами доступу у випадку збоїв.

Чим більше наземних станцій доступно сузір'ю супутників, тим швидше дані з терміналів потрапляють в загальну мережу та назад, що забезпечить максимальну швидкість обміну між супутниковою та наземною інфраструктурою Інтернет.



Усі супутники, котрі летять над Україною, прямо, або через інший супутник, зв'язані з інфраструктурою однієї з наземних станцій в навколишніх країнах. Над Україною завжди летить декілька супутників, котрі мають з'єднання з наземною станцією або в Литві, або в Польщі, або в Туреччині.

9.6. Умови роботи терміналів Starlink

Термінал працює завжди, якщо має:

чистий доступ до неба без перешкод (конус 100° , а ще краще 140°);

нерухоме вертикальне (або з нахиленням до 15°) встановлення; якісне живлення (відповідно технічній специфікації);

активний статус терміналу в обліковому записі Starlink.

9.7. Комплект терміналу Starlink



«Тарілка» (АФР - Активна Фазова Решітка) із сервоприводом та ногою/стояком.

Підставка/база (на 3 або 4 ноги).

Wi-Fi роутер із PoE інжектором (в rev3 інтегрований до роутера).

Будь-яка версія обладнання терміналу Starlink включає:

Сам термінал (User terminal) – це та сама «тарілка» (АФР у пластиковому корпусі) із сервоприводом чи без нього, та «ногою» (чи «стояком»). Зазвичай має захист IP54 або IP56. Отже «тарілка» призначена для зовнішнього використання і є самою важливою частиною комплекту.

«Тарілка» – це не просто антена, це є термінал!

Залежно від версії кабель терміналу може бути незмінний (rev1/rev2) або від'єднуваний (rev3, HP). Довжина від 12 до 44 метрів, залежно від версії.

У комплекті є кабелі живлення та кабелі підключення Wi-Fi роутера (rev1, HP).

Якщо стояк терміналу фіксується за допомогою якогось іншого аксесуару, то металева підставка («ноги» або «база») може не використовуватись то Але Завдяки отворам в лапах будь-яка підставка може бути закріплена на будь-якій поверхні.

Wi-Fi роутер (Router) може отримувати живлення через PoE (rev1/rev2) або мати вбудований блок живлення (rev3, HP) для використання лише всередині приміщень.

9.8. Комунікація терміналів та супутників, діапазони частот

Для передачі даних мережа супутникового зв'язку Starlink використовує певні частотні діапазони.

Ці діапазони зазвичай зарезервовані національними регуляторами, але в реаліях існують випадки, коли діапазони Starlink співпадають із діапазонами, використовуваними деякими іншими типами обладнання – мобільний зв'язок, радари та т.п.

Супутники передають дані для наземних терміналів у діапазоні 10,7-12,7 ГГц.

Наземні термінали передають дані на супутники у діапазоні 14,0-14,5 ГГц, але може бути використаний і діапазон 12,75-13,25 ГГц.

Супутники передають дані для наземних станцій Starlink у діапазонах 10,7-12,7 ГГц, 17,8-18,6 ГГц, 18,8-19,3 ГГц та 19,7-20,2 ГГц.

Наземні станції Starlink передають дані на супутники у діапазонах 14,0-14,5 ГГц, 27,5-29,1 ГГц та 29,5-30,0 ГГц.

Комунікація між супутниками ведеться як у радіодіапазонах, про котрі інформація в різних джерелах різниться, так і через лазерні канали зв'язку (починаючи від супутників Gen1.9).

9.9. Комунікація терміналів та супутників

Супутники Starlink знаходяться на низьких орбітах, близько 550 км., не висять над фіксованою точкою поверхні, а пролітають в небі зі швидкістю 27000 км/год. Якщо у полі зору обладнання є хоча б один супутник, обладнання бачить хоча б один з них, і перемикається на інший по мірі прольотів в полі зору обладнання, тобто фактично маємо безперервну комунікацію із мережею сузір'я таких супутників.



Термінал Starlink – це спеціалізований потужний комп'ютер із значним набором сенсорів.

Завдяки контролю над окремими антенами, користуючись явищем інтерференції хвиль, змінюючи амплітуду і фазу на кожному БІМФОРМЕРІ, Термінал Starlink може формувати сигнал не тільки достатньої потужності щоб дістати до орбіти, а і в потрібному напрямку. АФР може направити пелюстку сигналу з великою точністю в будь-яку точку в межах робочого кута терміналу 100-140°.

АФР працює як на передавання так і на прийом.

При включенні Starlink для встановлення зв'язку визначається місцеположення за допомогою сигналу Систем Глобального Позиціонування (GPS та інші).

Термінал має приймач GNSS сигналу (сигнали позиціонування для терміналів Starlink транслюються і супутниками SpaceX), що потрібні терміналу Starlink для визначення де та коли шукати на небосхилі пролітаючи супутники SpaceX.

Термінал Starlink за допомогою сервомоторів, якщо вони є, позиціонує АФР в оптимальному (з точки зору мережі Starlink) напрямку. Орбітальні позиції всіх супутників SpaceX відомі програмному забезпеченню терміналу Starlink. Оновлення доставляються на термінал з боку операторської мережі Starlink.

Термінал Starlink за допомогою АФР направляє пелюстку (промінь) сигналу на потрібний супутник, перерахунок положення супутника і зміна положення пелюстки сигналу відбувається кожні кілька мікросекунд.

З урахуванням великої швидкості (27000 км/год.) прольоту супутників відносно Земної поверхні перемикання між супутниками відбувається приблизно кожні 4 хвилини.

Кожен супутник має декілька АФР. За допомогою одних АФР відбувається комунікація з терміналами Starlink (принцип Wi-Fi канал один – клієнтів багато, на кожного квант часу). Інші АФР супутника націлені на наземні станції Starlink в межах видимості, для трансляції Інтернет трафіку. Наземна станція працює одна на кілька супутників.

Управління супутниками та маршрутизація трафіку виконується через наземні станції Starlink.

Передача даних здійснюється за допомогою амплітудної та фазової модуляції сигналу. Призначають 6-бітові двійкові значення кожній комбінації зміни амплітуди та фази сигналу. Шість біт дає 64 різні варіанти зміни амплітуди та фази, і за допомогою 64-ох 6-ти бітових слів передають любі двійкові дані.

Техніка пересилання 6-ти бітових слів із використанням різних варіацій амплітуди та фази названа 64QAM (64-рівнева квадратурна амплітудна модуляція або модуляція методом квадратичних амплітуд).

У 64QAM інформація передається шляхом зміни амплітуди та фази сигналу. Значення даних розбиваються на 6-бітові символи, кожен з яких представляється у вигляді однієї з 64 можливих комбінацій амплітуди і фази. Кожна комбінація відповідає певній точці на квадратурній діаграмі.

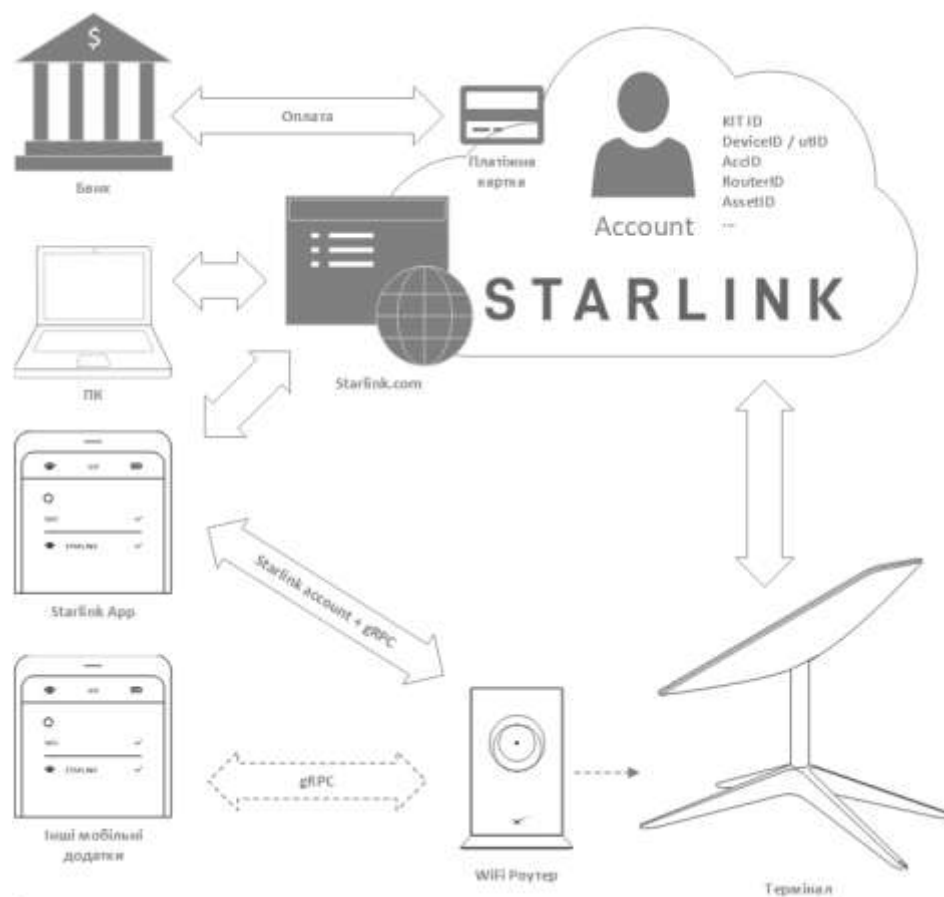
Для декодування сигналу на приймачі необхідно здійснити процедуру оцінювання амплітуди та фази, а потім обрати найближчу точку на квадратурній діаграмі для кожного символу. Отримані символи потім розгортаються в послідовність даних.

Час передачі одного 6-ти бітового слова становить ~10 наносекунд.

При частоті сигналу 12 гігагерц передається 90 мільйонів 6-ти бітових слів, що становить 540 мільйонів біт за секунду. Тобто 540 Mbit/sec.

Дані передаються та приймаються не одночасно. Термінал Starlink близько 74 мілісекунди з кожної секунди використовує для надсилання даних на супутник, а 926 мілісекунд надсилаються дані на термінал із супутника. Тобто ~ 8 часу здійснюється передача, решта – прийом. Для зменшення затримки кожна секунда поділена на багато таких тайм-слотів.

9.10. Важливість Starlink Account та ідентифікаторів



Послуга пов'язана з обліковим записом Starlink (Starlink account), до котрого призначаються термінали Starlink.

Для доступу до облікового запису Starlink необхідним є логін та пароль.

Доступ до облікового запису використовується як у веб-браузері, для роботи з кабінетом користувача Starlink.com, так і у мобільному додатку Starlink.

Значна частина налаштувань терміналу та роутеру у мобільному додатку Starlink доступна лише після входу в обліковий запис для якого термінал призначено. Користувач має авторизований доступ. Обліковий запис Starlink має ідентифікатор – Account ID – ACC-0000000-00000-0.

Кожен комплект терміналу має власний ідентифікатор KIT ID, виглядає як KIT00000000.

Кожний комплект містить термінал Starlink із унікальним ідентифікатором DeviceID (Device ID, DevID, ut id або UtID) та виглядає як ut00000000-00000000-00000000) та Wi-Fi роутер Starlink із унікальним ідентифікатором RouterID (виглядає як 000000000000000000000000AB)

Всі ідентифікатори та логін/пароль до акаунту ключові для роботи із сервісом Starlink.

Не маючи доступу до облікового запису неможливо вирішити технічні проблеми. проконтролювати чи змінити оплату та т.п..

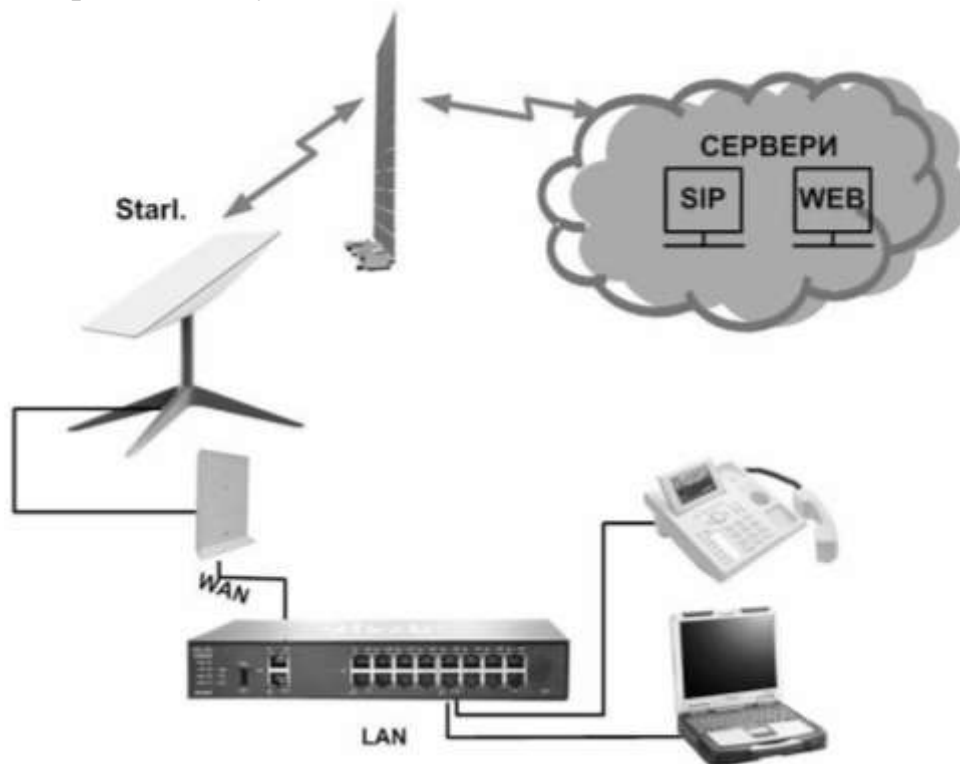
Доступ до таких облікових записів не надається кінцевим користувачам. Технічні проблеми з такими терміналами та обліковими записами можуть бути вирішені при зверненні до структурних центрів технічної підтримки, відповідно до інструкцій, що надаються при отриманні комплектів терміналів.

Не володіючи інформацією щодо облікового запису (контакт людини, яка має доступ до акаунту), неможливо прогнозувати його роботу і вирішувати будь-які проблеми, ані щось змінювати у послугах Starlink.

Задля запобігання проблем завжди зберігайте всі ідентифікатори. Не маючи можливість отримати доступ до облікових записів, користувач може використовувати всі доступні інструменти – мобільний або веб-додаток Starlink та альтернативні додатки, але йому буде доступний лише обмежений набір можливостей, що не вимагають авторизацію користувача.

9.11. Термінал Starlink – міст в мережу Інтернет

Старлінк – це система супутникового Інтернету, яка надає широкопasmовий доступ до Інтернету у будь-яких, навіть дуже віддалених регіонах, де доступ до традиційних мереж може бути обмеженим.



Щоб організувати доступ з вже існуючої локальної мережі до мережі Інтернет з використанням терміналу Starlink, необхідно налаштувати мережеве обладнання та виконати:

встановити супутниковий термінал Starlink:

встановити антену та термінал Starlink в місці, де ви плануєте мати доступ до Інтернету;

дотримуйтесь вказівок, наданих Starlink, щоб налаштувати термінал і забезпечити підключення до супутників Starlink;

підключити термінал Starlink до мережевого пристрою, такого як маршрутизатор або комутатор за допомогою Ethernet-кабелю для забезпечення фізичного підключення між терміналом Starlink і локальною мережею;

після підключення терміналу Starlink до мережевого пристрою налаштувати мережу: налаштування IP-адреси, підмережі, маршрутизації та DNS-серверів. Залежно від конфігурації мережі необхідно виконати відповідні налаштування для забезпечення підключення до локальної мережі;

перевірити підключення до локальної мережі: після налаштування мережі переконайтеся, що пристрої в вашій локальній мережі можуть отримувати доступ до Інтернету через термінал Starlink. Підключити комп'ютер або інший пристрій до мережевого пристрою і відкрити веб-сторінку або здійснити інші мережеві дії;

врахуйте, що доступ до локальної мережі через Starlink буде залежати від пропускну здатності та стабільності супутникового з'єднання.

9.12. Розгортання та згортання терміналів Starlink

Вибір місця розгортання

Загальні вимоги:

Чисте небо без перешкод в конусі 100 градусів.

Задовільні умови маскуванню та захисту.

Достатня довжина кабелю для безперервного підключення та живлення.

Мінімальний ризик руху чи небажаного переміщення.

Можливість швидкого згортання.

Місце встановлення має бути на відстані з урахуванням довжини кабелю для безперервного підключення та забезпечення живлення. Обов'язковий захист блока живлення та роутера від вологи та дощу.

Ризик небажаного руху чи переміщення терміналу необхідно мінімізувати, щоб виключити обертання чи зсув, що може призвести до втрачання зв'язку на якийсь час.

Можливість *швидкого згортання терміналу Starlink* при евакуації з стаціонарної чи мобільної позиції.

Термінали окрім сигналів супутників Starlink мають приймати сигнали супутників систем глобального позиціонування (GPS), котрі необхідні для визначення свого місця знаходження, подальшого позиціонування АФР та допомагають зрозуміти з яким супутником у даний час необхідно комунікувати.

Вважається, що для досягнення стійкої роботи терміналу хвили, що надходять від супутників Starlink та GPS мають попадати безперешкодно в уявний конус 100°, де нижня частина АФР є його верхівкою, тобто лінії прямої видимості (без перешкод) із вказаними супутниками мають утворювати кут із поверхнею землі не менший за 40°.

Робота терміналів з кутами на супутники меншими 40° (конус більше 100°) потенційно можлива, але це істотно впливає на термін готовності терміналу та якість зв'язку та може з часом бути недоступним, згідно параметрів мережі оператора.

Під *стаціонарною* розуміємо позицію, котра готується із мінімізацією ризику фізичного пошкодження терміналу Starlink та супутнього обладнання.

Вимоги щодо встановлення терміналу Starlink аналогічні загальним, переліченим раніше. Різниця лише в *додаткових заходах фізичного захисту*:

термінал можна захистити мішками з піском чи іншими певними захисними елементами, найпростіше рішення – заглиблення в ґрунті на достатню глибину;

кабель має бути заглиблено в землю на достатню глибину. Варто залишити петлю певної довжини в ямі із терміналом;

блок живлення та Wi-Fi роутер мають бути захищені від пошкодження, вологи та дощу.

Потреба у використанні *щогли для розміщення терміналу Starlink* доцільна тоді, коли наземне розміщення терміналу неможливе або небажане.

Додаткові вимоги для встановлення терміналу Starlink на щоглі:

закріплення щогли на потрібній висоті нерухомо, задля запобігання розкачування та небажаного руху. Можливо з використанням фіксуючих розтяжок;

кріплення терміналу до верхівки щогли має бути міцним із застосуванням спеціальних аксесуарів або альтернативних рішень.

фіксація або проведення кабеля може вимагати спеціальних рішень для мінімізації ризику пошкоджень та створення значних електромагнітних перешкод його роботі

важливо – заземлення та захист від блискавок.

Дах як єдине доступне місце розміщення терміналу для задоволення вимог конусу 140 градусів до чистого неба.

Захист від блискавок.

Кріплення/фіксація терміналу залежить від матеріалу та конструкції даху (нахил до 15 градусів).

Прокладання кабелю та його захист можуть вимагати додаткових «подовжувачів».

Один з варіантів візуальної перевірки перешкод в місці встановлення терміналу, це скористатись відповідним функціоналом в мобільному додатку Starlink pp.

Смартфон або планшет має бути обладнано камерою, гіроскопічними сенсорами, акселерометром та компасом.

9.13. Встановлення терміналу Starlink

У процесі встановлення застосовують аксесуари:

транспортний бокс / сумка-переноска / м'який кофр;

катушки для кабелю для прискорення розгортання та згортання, корисно мати декілька як для основного кабелю, так і до Ethernet-продовжувача.

кілки (як для намету), що дозволяють швидко «пришпилити» підставку терміналу нерухомо до землі (3-4 шт. для підставки залежно від версії терміналу, а також довільна кількість для фіксації кабелю).

захисні колпачки на кінцівки кабелів для захисту від потрапляння бруду.

Якщо працює команда, то варто організувати декілька пробних розгортань та приготувань.

Якщо версія терміналу rev3 або HP, то кабель приєднується до терміналу до того, ніж його зафіксувати. Бажано пересвідчитись що він повністю зайшов в гніздо на терміналі.

9.14. Підключення та вмикання

Корисні аксесуари:

захисні ковпачки до RJ45 (rev1) та USB Type-C (rev3, HP) котрі можна купити в багатьох магазинах;

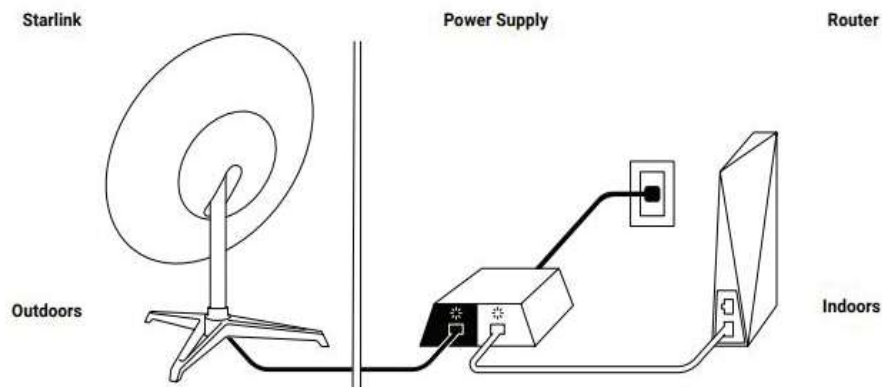
оригінальний замінний або опціональний кабель до терміналу Starlink rev3 та HP буває довжиною 22 та 44 метри;

продовжувачі / з'єднувачі RJ45 із відповідним герметичним захистом та параметрами відповідними до споживаній терміналом потужності.

Кабель від терміналу має бути вже підключеним до терміналу Starlink. При підключенні кабелю rev3 пересвідчитись що він повністю зайшов в гніздо.

Потім кабель підключать до відповідного порту блока живлення з PoE інжектором (rev1, HP) або до Wi-Fi роутера (rev3). Конектор повинен повністю вийти в гніздо роз'єму. У випадку використання продовжувачів сумарна довжина кабелю не має перевищувати 100 метрів.

Якщо rev1/rev2, то під'єднується Wi-Fi роутер або мережеве обладнання до відповідного порту PoE інжектора відповідним Ethernet кабелем. Оригінальний кабель може бути замінений на будь який аналогічний із довжиною не більше 100 метрів.



Якщо це rev3, то під'єднується Ethernet адаптер до роутера.

Конектор повинен повністю вийти в гніздо роз'єму. Потім під'єднається мережеве обладнання до роз'єму Ethernet адаптера.

Перевірити, що джерело живлення готове до роботи, всі необхідні індиктори світять та мають потрібний колір, перевірте параметри живлення.

Увімкнути кабель живлення до блока живлення з PoE інжектором (rev1, HP) та/або до Wi-Fi роутера (rev3, HP).

Увімкніть кабель живлення до розетки 220 Вт, зарядну станцію, повербанк, інвертор, ...).

Перевірити, що термінал Starlink увімкнувся по світовим індикатором блока живлення та Wi-Fi роутеру.

Увімкніть ваше мережеве обладнання, підключене до роутеру чи до PoE інжектора.

Перевірити, що все увімкнене обладнання (блок живлення, системи живлення, роутер, інше мережеве обладнання) має захист від води та вологи (знаходиться в захищеному місці).

Перевірити, що Wi-Fi роутер та/або інше мережеве обладнання встановлено та налаштовано відповідно до правил радіо-гігієни.

Кабель від терміналу має бути вже підключеним до терміналу Starlink. При підключенні кабелю rev3 бажано пересвідчитись що він повністю зайшов в гніздо.

Тема 1.5. Автоматизовані системи управління в ДСНС

План

Вступ

1. Система управління силами та засобами цивільного захисту.
 - 1.1 Система управління силами та засобами цивільного захисту (СУСЗ).
 - 1.2. Загальні вимоги до формування електронних інформаційних ресурсів.
 - 1.3. Порядок доступу до інформації в СУСЗ.
 - 1.4. Автоматизовані системи централізованого оповіщення цивільного захисту, їх класифікація, організація та принципи застосування.
2. Автоматизовані системи раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій та оповіщення населення (СРВНСО) (ДБН В.2.5-76:2014).
3. Забезпечення функціонування апаратури і технічних засобів автоматизованих систем централізованого оповіщення та зв'язку, контроль за їх станом.

Література

6. Автоматизовані системи управління та зв'язок: курс лекцій / Уклад. Л.В. Борисова, О.В. Закора, А.Б. Феценко. – Х : НУЦЗУ, 2018. – 282 с.
7. Бурляй І.В., Джулай О.М., Орел Б.Б. Системи радіозв'язку та їх застосування оперативно-рятувальною службою: посібник з дисципліни «Основи електроніки та зв'язок». – Черкаси: Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля МНС України, 2007. – 224 с.
8. Поповський В.В. Основи теорії телекомунікаційних систем: підручник. – Харків: ХНУРЕ, 2018. – 368 с.
9. В. О. Собина, Д. В. Тарадуда, М. М. Піксасов, Л. В. Борисова, О. В. Закора, А. Б. Феценко, М.В. Маляров, Д. Л. Соколов. Дослідження проблем функціонування системи зв'язку ДСНС, використання засобів телекомунікацій

та інформатизації в системі ДСНС, шляхів їх розвитку із застосуванням сучасних телекомунікаційних та інформаційних технологій, Звіт про НДР: № держреєстрації 0119U001009, Х. : НУЦЗУ, 2020. – 85 с. URL: <http://ndr.dsns.gov.ua/?p=7135>.

10. Микитишин А.Г. Комп'ютерні мережі. Навч. посібник / А.Г. Микитишин, М.М. Митник, П.Д. Стухляк, В.В. Пасічник – Львів, «Магнолія 2006», 2013. – 256 с.

Вступ

Наразі в підрозділах ДСНС функціонують оперативно-координаційні центри, до яких надходять повідомлення від громадян про надзвичайні ситуації за номером «101». Повідомлення обробляють диспетчери та направляють за вказаними адресами необхідну кількість сил та засобів. Введення нових Центрів управління дозволить автоматизувати процеси обробки повідомлень від громадян. Нові алгоритми роботи, оновлена апаратна складова та програмне забезпечення дозволять суттєво скоротити час відправки рятувальних підрозділів на надзвичайну подію. До того ж підвищать оперативні можливості рятувальників у ліквідації пожеж та наслідків надзвичайних подій.

У межах програми заплановано обладнати пожежно-рятувальну техніку GPS-трекерами та планшетами, що будуть під'єднані до системи Центрів управління. Рятувальники через планшети зможуть користуватись загальною базою даних. Зокрема, прокладати найкоротші маршрути до місць надзвичайних подій, користуватися картками та планами пожежогасіння, схемами вододжерел, мати останню інформацію щодо протипожежного стану об'єктів.

Диспетчери Центрів управління зможуть відслідковувати всю рятувальну техніку, що слідує або працює на місцях надзвичайних подій та координувати дії оперативно-рятувальних підрозділів за допомогою нового програмного забезпечення.



2. Система управління силами та засобами цивільного захисту

*Про затвердження Положення про функціональну підсистему «Система управління силами та засобами цивільного захисту» єдиної інформаційної системи Міністерства внутрішніх справ
Наказ; МВС України від 20.04.2023 № 326*

1.1 Система управління силами та засобами цивільного захисту (СУСЗ)

– це інтегрована інформаційно-комунікаційна система, що забезпечує збирання, зберігання, використання, передачу, захист інформації про сили та засоби цивільного захисту, об'єкти, на яких існує загроза виникнення надзвичайних ситуацій, пожеж та інших небезпечних подій, у тому числі об'єкти підвищеної небезпеки, надзвичайні ситуації, небезпечні події, у тому числі пожежі, а також іншої інформації, необхідної для керування силами та засобами цивільного захисту, а також оперативно-диспетчерського управління ними.

Адміністратором СУСЗ є визначена власником СУСЗ установа, що належить до сфери управління ДСНС і забезпечує:

реалізацію заходів з інформаційного, технічного і програмно-технологічного функціонування СУСЗ;

визначення порядку та правил управління інформаційною безпекою, політики та підходів до управління ризиками;

відповідно до компетенції надання, обмеження, припинення користувачам доступу до СУСЗ у випадках, передбачених цим Положенням та іншими нормативно-правовими актами, визначеними законодавством;

здійснення заходів зі створення, підтримки та технічного адміністрування інформаційно-комунікаційних засобів, програмних та апаратних компонентів, що використовуються для забезпечення функціонування СУСЗ;

реалізацію інформаційної взаємодії та інтеграцію з іншими реєстрами, електронними інформаційними ресурсами, засобами центральної підсистеми єдиної інформаційної системи Міністерства внутрішніх справ (далі - ЦП ЄІС МВС);

організацію впровадження та вдосконалення програмно-апаратних засобів ведення СУСЗ;

збереження та захист інформації від втрати, знищення, незаконної обробки та незаконного доступу до інформації, що міститься в ресурсах СУСЗ;

організація заходів із створення, упровадження, забезпечення функціонування та адміністрування ресурсів СУСЗ;

здійснення заходів із кібербезпеки;

виконання інших завдань, визначених законодавством, для ефективного функціонування СУСЗ.

Комплексна система захисту інформації забезпечує захист інформації в СУСЗ шляхом здійснення комплексу технічних, криптографічних, організаційних та інших заходів і використання засобів захисту інформації, спрямованих на недопущення блокування доступу до інформації, несанкціонованого доступу та/або її модифікації

Обробка та захист інформації в СУСЗ здійснюються відповідно до вимог Законів України «Про захист інформації в інформаційно-комунікаційних системах», «Про захист персональних даних» та інших нормативно-правових актів.

1.2. Загальні вимоги до формування електронних інформаційних ресурсів

1. Для функціонування СУСЗ та її складових частин використовуються власні та залучені із ЦП ЄІС МВС підсистеми, модулі, сервіси, інформаційні ресурси.

2. До архітектури СУСЗ входять:

сховище даних – програмно-технічні комплекси, які складаються із серверів баз даних та програмного забезпечення, призначені для безперервної обробки та зберігання інформації, ведення та зберігання системних журналів аудиту роботи користувачів СУСЗ, системних журналів реєстрації роботи програмних засобів і журналів аудиту засобів безпеки;

сервери застосувань – програмно-технічні комплекси, які складаються із серверів та програмного забезпечення, призначених для безперервного функціонування програмних засобів обробки інформації в інтерактивному режимі реального часу, архівування та синхронізації інформації, записування та зберігання системних журналів аудиту приймання та передачі інформації, реєстрації роботи програмних засобів і журналів аудиту засобів безпеки;

шлюзові сервери – програмно-технічні комплекси, які складаються із серверів та програмного забезпечення, призначених для забезпечення захисту інформації під час її приймання та передачі до сховища даних, а також для запобігання можливості блокування доступу до програмно-апаратних ресурсів СУСЗ; інші сервери та електронне комунікаційне обладнання, які можуть використовуватися для виконання завдань та функцій СУСЗ у процесі його функціонування;

автоматизовані робочі місця користувачів СУСЗ – робочі місця, обладнані програмно-технічними засобами доступу до відповідних програмно-інформаційних комплексів, призначені для забезпечення користувачам можливості обробляти інформацію відповідно до наданих прав;

автоматизовані робочі місця адміністратора СУСЗ – робочі місця, обладнані технічними засобами та програмним забезпеченням, призначеними для моніторингу системних журналів реєстрації роботи програмних засобів, аналізу порушень у роботі СУСЗ, налагодження параметрів, необхідних для забезпечення стабільної роботи програмних та технічних засобів СУСЗ;

комплексна система захисту інформації – взаємопов'язана сукупність організаційних та інженерно-технічних заходів, засобів і методів захисту інформації в СУСЗ.

3. Інформація, що обробляється в СУСЗ, повинна відповідати форматам, визначеним для електронних інформаційних ресурсів єдиної інформаційної системи Міністерства внутрішніх справ (ЄІС МВС), та узгодженим показникам для їх автоматизованої обробки, використання та надання суб'єктам СУСЗ в уніфікованому вигляді, а також єдиним правилам її класифікації та кодифікації шляхом використання відповідних класифікаторів, кодифікаторів та уніфікованих довідників.

4. У СУСЗ вноситься інформація:

від заявників, отримана за допомогою засобів зв'язку, повідомлень користувачів мобільного застосунку «Служба порятунку 101», автоматизованих систем охоронно-пожежної сигналізації;

про надзвичайні ситуації, небезпечні події, у тому числі пожежі;

про сили та засоби цивільного захисту, відомчої пожежної охорони, пожежно-рятувальних підрозділів для забезпечення місцевої та добровільної пожежної охорони, що можуть залучатися до ліквідації пожежі, наслідків надзвичайної ситуації, небезпечної події, їх місцезнаходження, географічні координати, відображення на цифрових електронних картах районів виїзду;

про об'єкти, на яких є загроза виникнення надзвичайних ситуацій, пожеж та інших небезпечних подій, у тому числі об'єкти підвищеної небезпеки, їх місцезнаходження, географічні координати, відображення на цифрових електронних картах, плани та картки пожежогасіння на об'єкти з їх описовою інформацією та характеристиками, сили та засоби цивільного захисту, що можуть залучатися до ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, пожеж та небезпечних подій на цих об'єктах;

про місцезнаходження/географічні координати (геолокація) джерел водопостачання;

про розпорядження та інші документи, пов'язані з керуванням силами та засобами цивільного захисту; про спеціалізовані служби цивільного захисту та їх дії в ході ліквідації наслідків надзвичайної ситуації, небезпечної події;

про плани та картки пожежогасіння на об'єкти інфраструктури з їх описовою інформацією та характеристиками та сили і засоби цивільного захисту, що залучаються до ліквідації наслідків надзвичайної ситуації, небезпечної події;

з місця події про хід ліквідації наслідків надзвичайної ситуації, небезпечної події (короткі повідомлення керівника гасіння пожежі про послідовність дій на місці ліквідації наслідків надзвичайної ситуації, небезпечної події, розпорядження керівника гасіння пожежі про необхідність залучення додаткових сил та засобів, інших екстрених служб);

про захисні споруди цивільного захисту;

про вибухонебезпечні предмети;

про укладення та дострокове припинення дії договорів страхування відповідальності за шкоду, яка може бути заподіяна третім особам унаслідок надзвичайних ситуацій, небезпечних подій, у тому числі пожеж та аварій на території та/або об'єктах нерухомості;

про організації, що проводять аудит пожежної та техногенної безпеки, та експертів у сфері пожежної та техногенної безпеки;

інша інформація, яка обробляється ДСНС у межах виконання покладених на неї завдань.

5. Унесення інформації в СУСЗ та її зміна здійснюються користувачами СУСЗ, права доступу яких дозволяють здійснити відповідну дію, за допомогою технічних засобів та програмних комплексів СУСЗ.

6. У разі виявлення факту внесення користувачем СУСЗ недостовірної інформації та/або неправомірного поширення користувачем СУСЗ інформації з

обмеженим доступом, яка міститься в СУСЗ, такий користувач (за відповідним зверненням володільця СУСЗ) обмежується в доступі або позбавляється доступу до СУСЗ.

7. *Строки зберігання інформації*, що обробляється в СУСЗ, установлюються згідно із законодавством.

8. *Обробка електронних документів у СУСЗ* здійснюється відповідно до вимог законодавства про електронні документи та електронний документообіг. На всі електронні документи, о вносяться, формуються, приймаються в СУСЗ, накладається кваліфікований електронний підпис та/або електронна печатка.

9. Під час *обробки інформації в СУСЗ* повинна зберігатися її цілісність, що забезпечується шляхом захисту від несанкціонованих дій, які можуть призвести до її випадкової або умисної модифікації, спотворення чи знищення, зокрема шляхом накладення кваліфікованого електронного підпису та/або електронної печатки.

10. *Інформація, що обробляється в СУСЗ*, може бути змінена уповноваженою особою суб'єкта СУСЗ, якій у встановленому порядку надано право доступу до інформації в СУСЗ, за допомогою технічних засобів та програмних комплексів СУСЗ у разі виявлення факту введення недостовірної інформації, а також в інших випадках, передбачених законодавством.

Інформація, що внесеа та зберігається в СУСЗ і зазнала будь-яких змін, зберігається в новій версії відповідного інформаційного об'єкта. Зберігається також інформація про всі внесені зміни. Видалення чи знищення інформації із СУСЗ можливе лише у випадках, передбачених законодавством.

1.3. Порядок доступу до інформації в СУСЗ

1. Доступ до публічної інформації у формі відкритих даних СУСЗ реалізується через сервіси на офіційних веб-сайтах ДСНС без електронної ідентифікації особи.

2. Доступ фізичних, юридичних осіб до інформації про них в електронній формі, що обробляється в СУСЗ, здійснюється з використанням засобів електронної ідентифікації особи засобами ЦП ЄІС МВС, що відповідають вимогам законодавства.

3. Суб'єкти СУСЗ, уповноваженим особам яких надано доступ до СУСЗ, для реалізації своїх повноважень зобов'язані негайно, але не пізніше двох робочих днів із дня припинення виконання користувачем СУСЗ своїх повноважень, письмово повідомити адміністратора СУСЗ про необхідність блокування доступу до СУСЗ такого користувача.

4. Користувачі СУСЗ зобов'язані дотримуватися визначеного МВС порядку роботи з електронними інформаційними ресурсами ЄІС МВС та використовувати отриману інформацію відповідно до законодавства.

5. Доступ користувачів СУСЗ до автоматизованих робочих місць СУСЗ здійснюється із застосуванням засобів електронної ідентифікації, що відповідають вимогам законодавства, у межах реалізації своїх повноважень.

6. Обсяг прав доступу, який надається користувачу СУСЗ, визначається відповідним суб'єктом СУСЗ з урахуванням вимог законодавства. Про будь-яку дію щодо інформації в СУСЗ, а також про користувача СУСЗ, який учинив відповідну дію, автоматично робиться унікальний запис у системному журналі аудиту роботи користувачів СУСЗ, який зберігається відповідно до положень, визначених у вимогах до комплексної системи захисту інформації.

7. Право перегляду інформації в СУСЗ належить виключно користувачам СУСЗ (у межах їх прав доступу) з використанням для здійснення такого доступу засобів електронної ідентифікації, крім публічної інформації у формі відкритих даних.

8. Розголошення персональних даних про особу забороняється, крім випадків, визначених законом, і лише в інтересах національної безпеки, економічного добробуту та прав людини. Власник СУСЗ та адміністратор СУСЗ уживають у межах компетенції відповідних заходів для забезпечення зберігання, запобігання несанкціонованому доступу та поширенню інформації із СУСЗ.

3.4. Автоматизовані системи централізованого оповіщення цивільного захисту, їх класифікація, організація та принципи застосування

Відповідно до Положення про організацію оповіщення про загрозу виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій та організації зв'язку у сфері цивільного захисту від 27 вересня 2017 р. № 733:

автоматизована система оповіщення – сукупність алгоритмів дій, процесів (заходів), технологій, а також організаційно і технічно поєднаних програмних і технічних засобів електронних комунікацій, засобів обробки та передачі (відображення) інформації, що забезпечують своєчасне доведення сигналів та інформації з питань цивільного захисту до органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, органів управління і сил цивільного захисту, підприємств, установ, організацій та населення в разі загрози виникнення або під час виникнення надзвичайних ситуацій;

інформування населення у сфері цивільного захисту – доведення органами управління цивільного захисту за допомогою медіа, каналів мовлення або ефірних багатоканальних електронних комунікаційних мереж, а також з використанням Інтернету, засобів операторів мобільного зв'язку та інших технічних засобів відомостей про надзвичайні ситуації, що прогножуються або виникли, з визначенням їх класифікації, меж поширення і наслідків, про способи та методи захисту від них, а також про свою діяльність з питань цивільного захисту, в тому числі з урахуванням особливостей оповіщення осіб з фізичними, психічними, інтелектуальними та сенсорними порушеннями.

Класифікація:

загальнодержавна автоматизована система централізованого оповіщення – автоматизована система оповіщення, призначена для оповіщення оперативно-чергових (чергових, диспетчерських) служб центральних органів виконавчої влади, що створюють функціональні підсистеми єдиної державної системи

цивільного захисту, обласних, Київської та Севастопольської міських держадміністрацій, а також оперативно-чергових служб центрів управління в надзвичайних ситуаціях територіальних органів ДСНС;

локальна система оповіщення – автоматизована система оповіщення на об'єкті підвищеної небезпеки, гідротехнічній споруді або гідроелектростанції напірного типу (крім Дніпровського та Дністровського каскадів), продуктопроводі (крім магістральних аміако-, нафто- та газопроводів), призначена для оповіщення персоналу об'єкта та населення в разі загрози виникнення та під час виникнення надзвичайних ситуацій, внаслідок яких зона можливого ураження (катастрофічного затоплення) також досягає територій інших об'єктів або заселених територій;

місцева автоматизована система централізованого оповіщення – автоматизована система оповіщення, призначена для оповіщення населення, осіб керівного складу місцевих органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, а також чергових (диспетчерських) служб підприємств, установ та організацій незалежно від форми власності на території відповідної адміністративно-територіальної одиниці (району, територіальної громади);

об'єктова система оповіщення – автоматизована система оповіщення на об'єкті з масовим перебуванням людей, призначена для оповіщення персоналу об'єкта та населення, яке перебуває на його території, в разі загрози виникнення та під час виникнення надзвичайних ситуацій, внаслідок яких зона можливого ураження не виходить за територію об'єкта;

спеціальна система оповіщення – автоматизована система оповіщення, яка створюється на таких об'єктах, як гідротехнічні споруди Дніпровського та Дністровського каскадів, атомні електростанції, магістральні аміакопроводи, нафто- та газопроводи, і призначена для оповіщення персоналу об'єкта та населення в разі загрози виникнення або під час виникнення надзвичайних ситуацій на об'єкті та в зонах можливої дії уражаючих факторів;

територіальна автоматизована система централізованого оповіщення – автоматизована система оповіщення, призначена для оповіщення осіб керівного складу і чергових служб відповідних місцевих органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, а також чергових (диспетчерських) служб підприємств, установ, організацій та населення через місцеві автоматизовані системи централізованого оповіщення та інші системи оповіщення;

За рівнями системи оповіщення згідно до Кодексу Цивільного Захисту України у Розділі IV «Захист населення і територій від надзвичайних ситуацій» (ст.30) поділяються на загальнодержавну автоматизовану систему централізованого оповіщення, територіальні автоматизовані системи централізованого оповіщення, місцеві автоматизовані системи централізованого оповіщення, а також спеціальні, локальні та об'єктові системи оповіщення, систем циркулярного виклику. Ці системи забезпечують оповіщення і подальше інформування:

чергових служб міністерств та інших центральних органів виконавчої влади по службових телефонах;

чергових служб місцевих органів виконавчої влади;
чергових аварійно-рятувальних служб.

Спеціальні системи оповіщення створюються і функціонують:

на атомних електростанціях;

на гідротехнічних спорудах Дніпровського та Дністровського каскадів та в зонах їх можливого катастрофічного затоплення;

на магістральних продуктопроводах.

Спеціальні системи оповіщення передбачають взаємодію з відповідними територіальними та місцевими автоматизованими системами централізованого оповіщення. Електронні комунікаційні послуги для потреб автоматизованих систем централізованого оповіщення надаються операторами електронних комунікацій на договірних засадах.

Між об'єктами, де функціонують спеціальні, локальні та об'єктові системи оповіщення, та оперативно-черговою (черговою) службою місцевих органів виконавчої влади (органів місцевого самоврядування) керівником об'єкта організовується безпосередній телефонний зв'язок.

Готовність систем оповіщення забезпечено шляхом:

організація цілодобового чергування відповідних служб;

налагодження телефонного зв'язку чергових служб потенційно небезпечних підприємств, зона ураження яких може поширюватися на заселені території або території інших підприємств, установ, організацій з оперативно-черговою службою пункту управління облдержадміністрації, чергових служб органів МВС в містах та районах області;

завчасна підготовка персоналу чергових служб до дій у надзвичайних ситуаціях;

впровадження автоматизованих систем оповіщення з використанням сучасних технологій;

проведення якісного експлуатаційно-технічного обслуговування апаратури оповіщення та інших технічних засобів зв'язку та оповіщення.

Забороняється зняття та відключення телекомунікаційних мереж, абонентських ліній, через які здійснюється запуск електросирен, демонтувати вуличні гучномовці без погодження з відповідними органами Департаменту.

Порядок дій оперативно-чергових (чергових, диспетчерських) служб центральних та місцевих органів виконавчої влади, а також центрів управління мережами операторів електронних комунікацій, провайдерів програмної послуги, телерадіоорганізацій, засобів масової інформації незалежно від форми власності, які долучаються до оповіщення та інформування населення, під час передачі сигналів оповіщення та інформування населення визначається законодавством, зокрема положеннями про системи оповіщення, планами у сфері цивільного захисту.

Одним із головних способів оповіщення населення про небезпеку та шляхи рятування від дії їх вражаючих чинників є передача повідомлень по всіх мережах зв'язку, радіомовлення, через зовнішні гучномовці, а також через місцеві радіомовні і телевізійні станції в разі їх наявності.

Система оповіщення на всіх рівнях Єдиної Державної Системи запобігання і реагування на НС техногенного та природного характеру – це організаційно-технічне об'єднання (організаційно-технічну систему) оперативних чергових служб органів управління ЦЗ, спеціальної апаратури управління і засобів оповіщення, а також каналів (ліній зв'язку), які забезпечують передачу команд управління і мовної інформації при НС. Системи централізованого оповіщення (СЦО) регіонального рівня є основною ланкою системи оповіщення в Україні.

Завданням СЦО регіонального рівня є оповіщення посадових осіб і сил місцевого і об'єктового рівнів та їх посадових осіб, а також населення, яке проживає на території, на яку поширюється дія СЦО цього рівня. Інформація, яка доводиться до органів управління і посадових осіб, має оперативний характер, а до населення доводиться інформація про характер і масштаби загрози та про дії людей в умовах НС. СЦО регіонального рівня мають забезпечувати як циркулярне, так і вибіркоче включення СЦО місцевого і об'єктового рівня, а також оповіщення населення, яке проживає на території, яку охоплює система оповіщення цього рівня. Управління СЦО місцевого рівня може здійснюватися безпосередньо від оперативної чергової служби у місті або через чергового зміни вузла зв'язку міста.

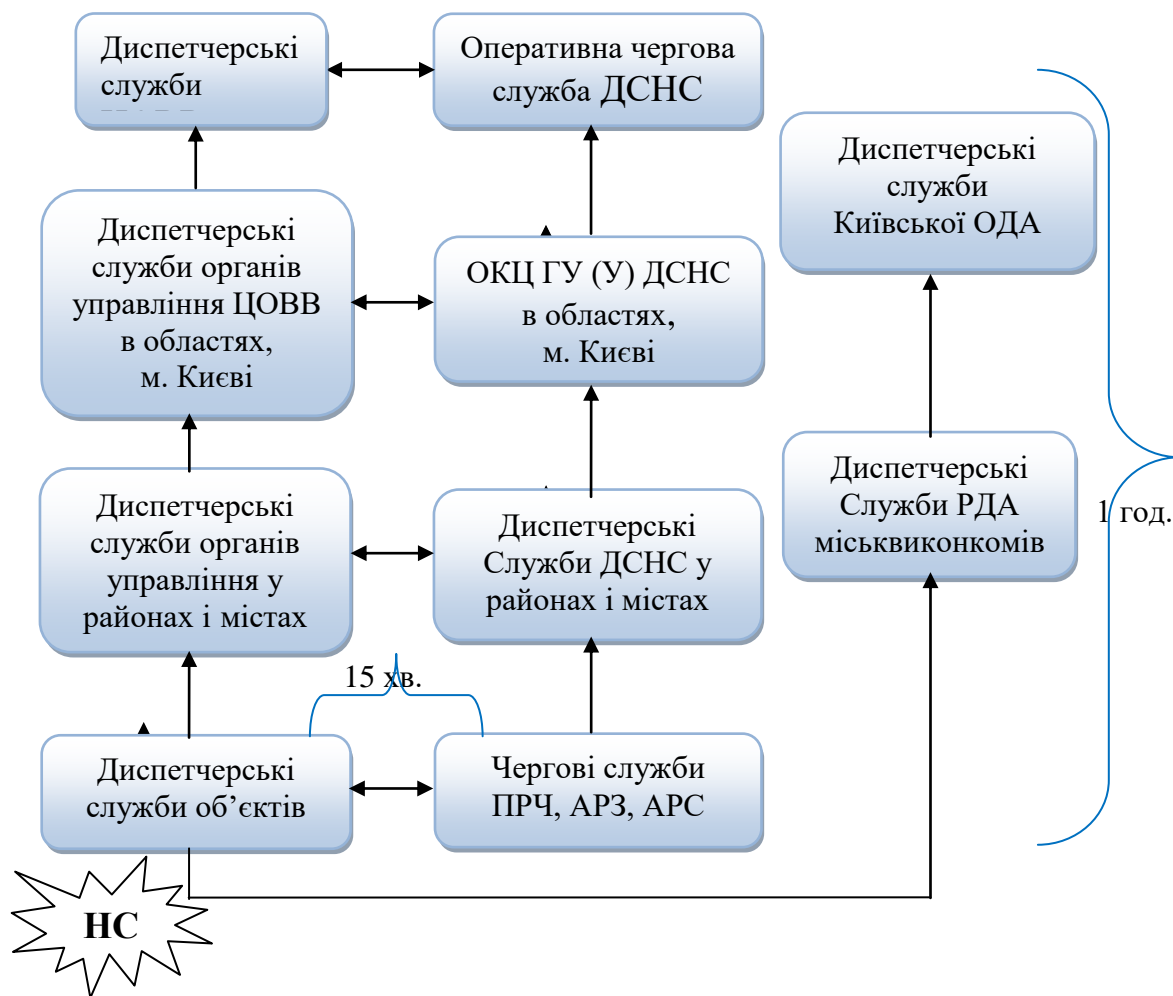


Рис. 47 – Схема проходження інформації від об'єкта де виникла НС

Використання цих систем в комплексі з існуючими мережами операторів мобільного зв'язку, які покривають практично всю територію України, зробить можливим розгорання мережі з глобальним оповіщенням практично 100 % населення і дозволить виконати наступні завдання:

- побудувати мережу оповіщення населення і спеціальних структур;
- організувати мережу оповіщення з мінімальними інфраструктурними витратами;
- утворити простір поширення сигналів оповіщення незалежно від конкретного оператора та/або телекомунікаційної мережі;
- здійснювати вибіркове оповіщення за територіальним розташуванням зони потенційної надзвичайної ситуації;
- персоналізувати повідомлення для різних органів, таких як ДСНС, МВС та ін.;
- здійснювати оповіщення зі встановленням пріоритетів за важливістю і формувати інструкції групам для їх негайного виконання;
- проводити контроль і управління ситуацією щодо оповіщення; оперативно використовувати і спрямовувати необхідні ресурси для локалізації аварій, катастроф або будь-яких інших подій.

При розробці нових систем оповіщення населення про виникнення надзвичайних ситуацій необхідно передбачати автоматизовані системи досліджень (наземних, авіаційних, радарних, супутникових), систем збору та передачі даних із застосуванням сучасних засобів зв'язку, автоматичної обробки даних спостережень і видачі актуальної інформації, сучасне доведення інформації до населення впровадженням сучасних інноваційних технологій.

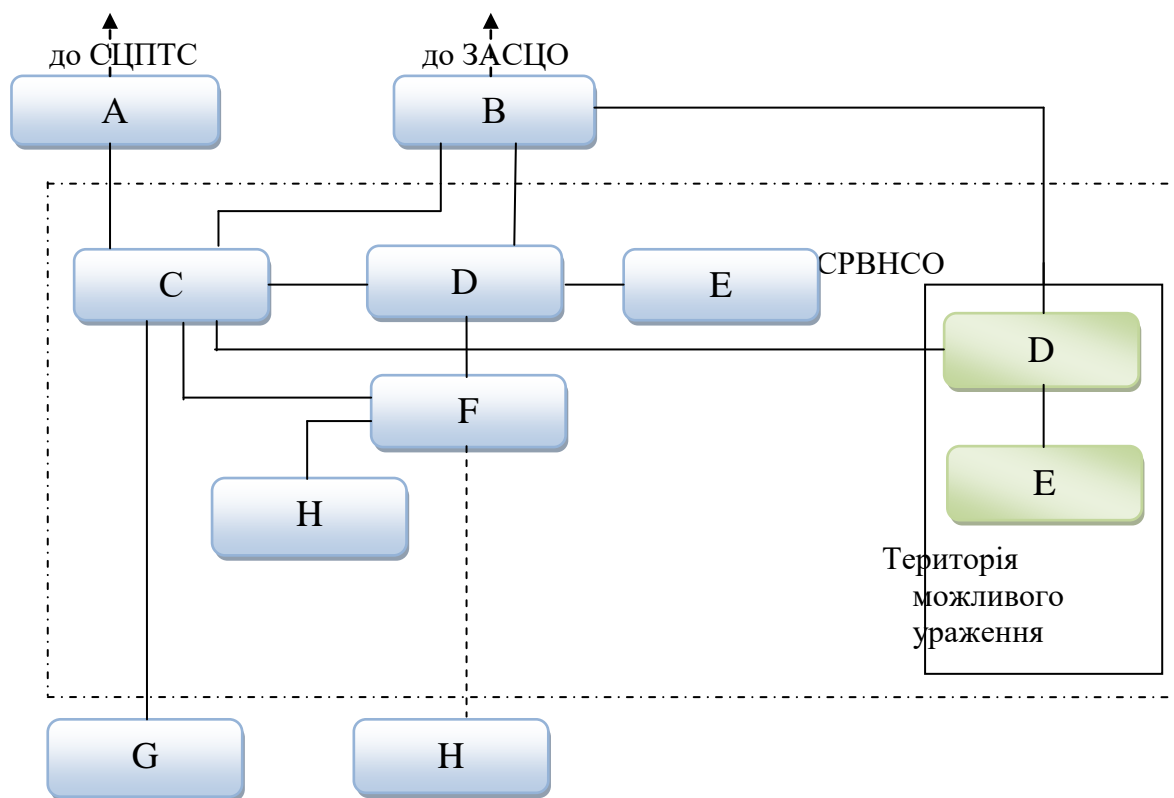
Для управління суб'єктами забезпечення цивільного захисту у разі загрози виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій використовуються ресурси електронних комунікаційних мереж загального користування, державної системи урядового зв'язку та Національної системи конфіденційного зв'язку.

4. Автоматизовані системи раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій та оповіщення населення (СРВНСО) (ДБН В.2.5-76:2014)

Автоматизована система класу «людино-машина», у якій суміщено автоматичні процеси виявлення загрози виникнення НС, спостереження та оброблення інформації щодо поточного стану об'єктів та будівель, інженерних споруд, мереж, що розташовані на територіях з ризиком прояву небезпечних природних явищ і процесів, оперативне надання користувачам фактичної та прогнозованої інформації, а також оповіщення (за необхідності) працівників та керівників об'єкта, відповідальних за стан техногенної безпеки, посадових осіб органів виконавчої влади та місцевого самоврядування і населення при безпосередній участі людини-оператора.

СРВНСО повинна виконувати такі функції:

безперервно отримувати дані від джерел первинної інформації;
 контролювати в реальному вимірі часу відповідність поточних (граничних) значень параметрів проектним режимам технологічного процесу об'єкта та (або) унормованим значенням параметрів джерел НС природного характеру;
 інформувати працівників, відповідальних за функціонування технологічного обладнання, щодо виявлених фактів досягнення докритичних та критичних значень параметрів, які контролюють;
 інформувати посадових осіб, які відповідають за стан техногенної безпеки об'єкта, про факти досягнення критичних значень параметрами, які контролюють.
 Структурна схема СРВНСО наведена на рис. 48.



СЦПТС	Система централізованого пожежного та техногенного спостереження
ЗАСЦО	Загальнодержавна автоматизована система централізованого оповіщення
А – ПЦС	Пульт централізованого спостереження
В – ТАСЦО	Територіальна автоматизована система централізованого оповіщення
С – ПК	Пульт керування СРВНСО
Д – ПО	Пристрій оповіщення
Е – КТЗІО	Кінцеві технічні засоби інформування та оповіщення
Ф – КП	Комунікаційний пристрій
Н	Джерела первинної інформації
Г	Суміжні системи забезпечення безпеки

Рис. 48 – Структурна схема СРВНСО

СРВНСО отримує від оператора СРВНСО підтвердження прийняття сигналів про досягнення параметрами, які контролюються, докритичних та критичних значень, а також сигналів про спрацьовування ручних оповіщувачів. За відсутності підтвердження СРВНСО автоматично виконує інформування відповідальних посадових осіб по підприємству.

СРВНСО автоматично формує та за командою оператора СРВНСО передає до ПЦС тривожне сповіщення щодо виявлення загрози або виникнення НС разом із ідентифікатором електронної картки аварії, з можливістю отримання від ПЦС сигналу підтвердження його прийняття.

СВНСО та суміжні системи повинні програмно і апаратно суміщатись із ієрархічними структурами вищого рівня та між собою.

Інформаційна підтримка дій повинна здійснюється шляхом автоматизованого визначення та візуалізації певного сценарію розвитку НС. Сукупність усіх можливих сценаріїв розвитку НС зберігається у базі даних АРМ оператора СРВНСО у вигляді електронних карток аварії, які містять інформацію з оперативної частини планів локалізації і ліквідації аварії.

У разі відсутності підтвердження з боку ПЦС факту отримання тривожного сповіщення СРВНСО здійснює автоматичне телефонне з'єднання з оперативно-диспетчерською службою відповідного аварійно-рятувального підрозділу, на який відповідно до плану локалізації і ліквідації аварії покладено оперативне реагування на НС, з подальшою передачею тривожного мовного повідомлення, що містить ідентифікатор електронної картки аварії.

Джерелом первинної інформації для СРВНСО є існуючі на підприємстві технологічні датчики і сигналізатори промислової автоматики, що входять до складу систем протиаварійного захисту та автоматизованих систем керування технологічними процесами.

Комунікаційні пристрої забезпечують виконання таких функцій:

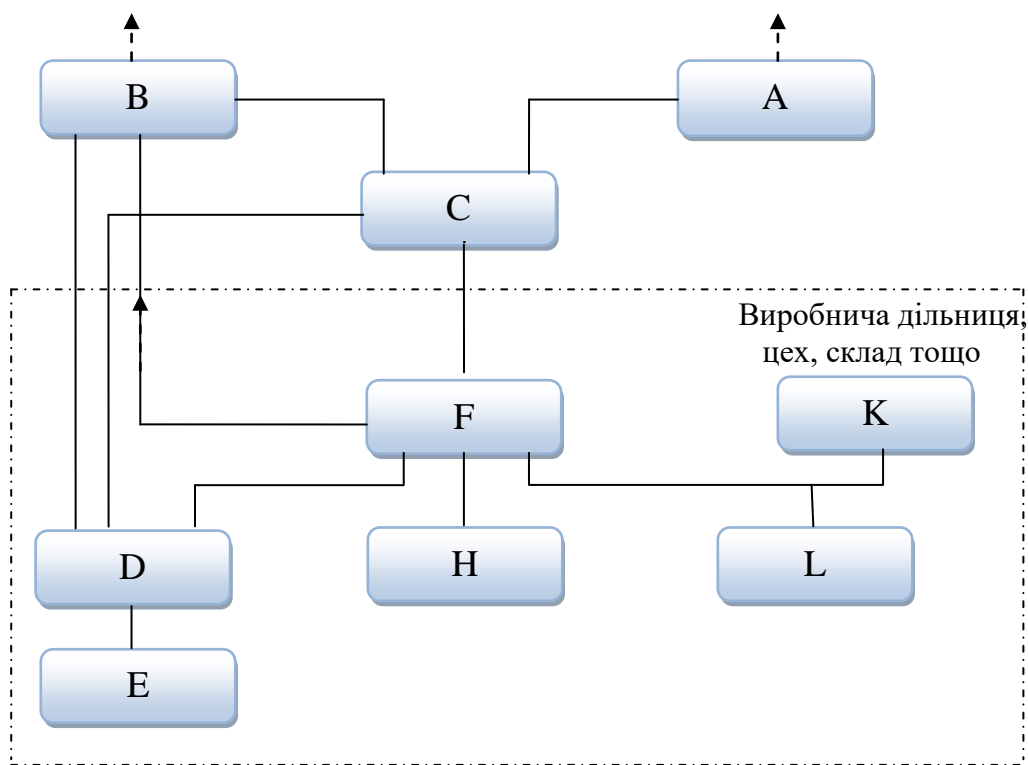
самодіагностування працездатності;

отримання даних від ДПП щодо поточного стану джерел техногенної та (або) природної небезпеки, обробку отриманої інформації;

інформування респондентів щодо результатів оброблення інформації;

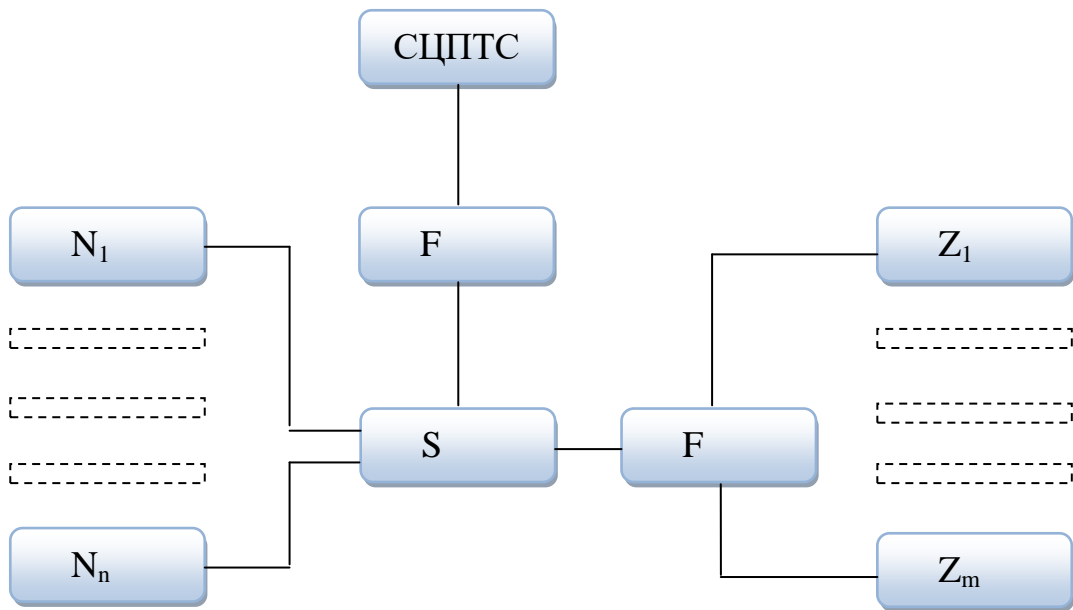
прийняття та виконання команд, що надходять від пульта керування СРВНСО;

формування архівного журналу.



СЦПТС	Система централізованого пожежного та техногенного спостереження
ЗАСЦО	Загальнодержавна автоматизована система централізованого оповіщення
А – ПЦС	Пульт централізованого спостереження
В – ТАСЦО	Територіальна автоматизована система централізованого оповіщення
С – ПК	Пульт керування
Д – ПО	Пристрій оповіщення
Е – КТЗІО	Кінцеві технічні засоби інформування та оповіщення
– КП	Комунікаційний пристрій
Н – ДПІ	Джерела первинної інформації
К – ПДП	Пристрій дистанційного пуску
L – УЛНСРС	Установки локалізації/ліквідації НС на ранній стадії

Рис. 49 – Структурна схема установок локалізації/ліквідації НС на ранній стадії



СЦПТС	Система централізованого пожежного та техногенного спостереження
F	Комунікаційний пристрій
N – АРМ	Автоматизоване робоче місце оператора ПЦС
Z – СРВНСО	Автоматизовані системи раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій та оповіщення населення
S	Сервер

Рис. 50 – Пульт централізованого спостереження за СРВНСО

Канали зв'язку між СРВНСО, їх складовими та суміжними системами організують з урахуванням забезпечення їх функціонування протягом часу, необхідного для виявлення НС, інформування та оповіщення, вжиття невідкладних заходів щодо ліквідування НС та їх наслідків, перш за все - евакуування людей із зони НС.

5. Забезпечення функціонування апаратури і технічних засобів автоматизованих систем централізованого оповіщення та зв'язку, контроль за їх станом

Експлуатаційно-технічне обслуговування апаратури і технічних засобів оповіщення та технічних засобів електронних комунікацій – комплекс організаційно-технічних заходів щодо технічного обслуговування, поточного ремонту, планування експлуатації, а також здійснення контролю за забезпеченням надійного функціонування апаратури і технічних засобів оповіщення та технічних засобів електронних комунікацій.

Технічне обслуговування автоматизованих систем оповіщення здійснюється підготовленим технічним персоналом органу виконавчої влади (органу місцевого самоврядування), підприємства (установи, організації), на які покладено

створення автоматизованої системи оповіщення або на договірних засадах суб'єктами господарювання, що надають послуги у сфері електронних комунікацій (інформаційних технологій) відповідно до законодавства.

Контрольні перевірки готовності автоматизованих систем оповіщення здійснюються оперативно-черговими (черговими, диспетчерськими) службами пунктів управління всіх рівнів шляхом передачі контрольних сигналів управління та отримання підтвердження їх виконання в автоматичному (автоматизованому) режимі з періодичністю не менше одного разу на добу.

У разі виявлення несправностей апаратури і технічних засобів оповіщення та технічних засобів електронних комунікацій загальнодержавної (територіальної або місцевої) автоматизованої системи централізованого оповіщення органом виконавчої влади (органом місцевого самоврядування), що здійснює управління системою, та суб'єктом господарювання, що здійснює технічне обслуговування зазначеної апаратури і технічних засобів, негайно вживаються заходи до усунення несправностей.

У разі виникнення аварійних ситуацій або помилок у роботі програмно-технічного комплексу автоматизованої системи централізованого оповіщення інструменти контролю зберігають повний набір інформації, необхідної користувачеві і розробникові для ідентифікації проблеми (знімки екранів, коди помилки (збою), поточний стан пам'яті та файлової системи програмних засобів).