

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ЗВ'ЯЗКУ ІМ. О. С. ПОПОВА



Кафедра технічної електродинаміки та систем радіозв'язку

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для виконання лабораторної роботи

**«Дослідження принципів побудови
та особливостей функціонування
обладнання цифрової транкінгової
системи зв'язку NEXEDGE»**

для студентів денної та заочної форм навчання
факультету інфокомунікацій та Навчально-наукового інституту
радіо, телебачення, електроніки

Одеса 2013

Укладачі: М.Б. Проценко, М.В. Рожновський

Рецензенти: доцент кафедри ТЕД та СРЗ М.П. Бойко

доцент кафедри ТЕД та СРЗ Д.Ю. Бухан

Метою методичних вказівок є допомога студентам при вивченні принципів побудови транкінгових радіосистем, дослідженні їх характеристик у рамках лабораторного практикуму, представлення основних етапів проведення лабораторної роботи та особливостей оформлення результатів дослідження в звітному протоколі.

Методичні вказівки призначені для студентів денної та заочної форм навчання факультету інфокомунікацій та навчально-наукового інституту радіо, телебачення, електроніки.

СХВАЛЕНО

на засіданні методичного семінару
кафедри технічної електродинаміки
та систем радіозв'язку.
Протокол № 3 від 12 березня 2013 р.

ЗАТВЕРДЖЕНО

методичною радою ОНАЗ
ім. О.С. Попова.

Протокол № 3/14 від 9 квітня 2013 р.

ЗМІСТ

1	Загальні вимоги до виконання лабораторної роботи.....	4
2	Лабораторна робота.....	4
2.1	Мета роботи.....	4
2.2	Ключові положення.....	4
2.3	Ключові питання.....	17
2.4	Домашнє завдання.....	17
2.5	Методичні вказівки для розв'язання задачі.....	18
2.6	Лабораторне завдання.....	19
2.7	Зміст звіту.....	19
2.8	Рекомендована література.....	20
	Додаток А. Зразок титульного листа звіту.....	21
	Додаток Б. Таблиця ASCII.....	22

1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Зміст лабораторної роботи повинен бути заздалегідь вивчений із залученням теоретичного матеріалу з лекційного курсу та відповідної літератури.

Лабораторна робота виконується бригадами у складі 2 – 4-х студентів, кожен з яких виконує своє індивідуальне завдання.

Звіт складається кожним студентом і захищається в індивідуальному порядку.

Вихідні дані для виконання завдань досліджень (див. Додаток Б) вибираються кожним студентом відповідно до передостанньої (m) та останньої (n) цифр номера залікової книжки.

2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

«Дослідження принципів побудови та особливостей функціонування обладнання цифрової транкінгової системи зв'язку NEXEDGE»

2.1 Мета роботи

Метою лабораторної роботи є поглиблення теоретичних знань, набуття практичних навичок використання обладнання та оволодіння розрахунковими методиками аналізу характеристик цифрової транкінгової системи зв'язку NEXEDGE.

2.2 Ключові положення

Одним із перспективних напрямів розвитку технологій рухомого радіозв'язку є системи зв'язку виробничо-технологічного призначення або транкінгові системи. Служби таксі, будівельні майданчики, залізничний транспорт, спецслужби — ось невеликий перелік установ, де використання транкінгових систем зв'язку дозволяє забезпечити високий рівень організації й узгодженої роботи структурних одиниць, а отже створює високоефективну систему управління тією або іншою службою.

Нове покоління транкінгових систем — це покоління цифрових систем, які забезпечують підвищення якості радіозв'язку порівняно з аналоговими системами в межах заданої зони обслуговування, передавання даних з високою швидкістю й достовірністю, роумінг, високий ступінь захисту інформації і багато іншого.

Цифрова система транкінгового зв'язку NEXEDGE включає три основні типи обладнання: портативні радіостанції, мобільні радіостанції та ретранслятори/базові станції. Все обладнання підтримує аналоговий, змішаний, цифровий конвенціональний та транкінговий режими роботи. Транкінговий ре-

жим порівняно з конвенціональним, забезпечує велику абонентську ємність системи, ефективніше використання частотного спектру, покращені можливості викликів, підвищену безпеку й велику швидкість передавання інформації у поєднанні з більш простою експлуатацією радіостанцій.

Портативні радіостанції NEXEDGE

Радіостанції NEXEDGE серії NX-200/NX-300 — це компактні міцні портативні радіостанції. Ці радіостанції мають безліч функцій, підтримуючи різні режими роботи існуючих транкінгових систем зв'язку, а також різні типи сигналізації, шифрування, екстрених викликів. Спрощений варіант цієї моделі не має клавіатури. Також випускаються повноклавіатурні моделі з розширеними можливостями. Вони призначені для роботи в умовах «жорсткої» експлуатації, відповідають стандарту MIL-STD-810C/D/E/F ((Military Standard) — військовий стандарт, в якому прописані технічні й експлуатаційні вимоги до обладнання та засобів зв'язку), протоколу пилотовологозахисту IP-54/55 й абсолютній водонепроникності IP-67 (у даних протоколах викладені вимоги з захисту обладнання зв'язку від дії чинників зовнішнього середовища при експлуатації).



Рисунок 1 – Основні моделі портативних радіостанцій серії IP-67

Модель NX-210 забезпечує більш оперативний доступ до основних функцій, має великі клавіші, що значно полегшує роботу.

Модель NX-200/NX-300 є бюджетною (комерційна серія), має нижчу вартість порівняно з іншими моделями, відповідає MIL-STD-810C/D/E/F й протоколу IP-54/55.

Всі представлені моделі підтримують аналоговий, цифровий (транкінговий та конвенціональний) та змішаний режим роботи з вихідною потужністю

до 5 Вт. Основні експлуатаційні характеристики деяких портативних радіостанцій наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Основні експлуатаційні характеристики деяких портативних радіостанцій NEXEDGE

Технічні характеристики	Модель			
	NX-200E	NX-200K2	NX-300E	NX-300K4
Вихідна потужність радіопередавача (висока/низька), Вт	5 / 1			
Чутливість приймача (цифровий режим) при 3% частоті виникнення помилок	12,5кГц/ 6,25кГц = = 0,32/0,25 мкВ	12,5кГц/ 6,25кГц = 0,25/0,20 мкВ		
Чутливість приймача в аналоговому режимі, мкВ	0,25			
Максимальна кількість каналів	512			
Вхідний опір антени, Ом	50			
Тривалість роботи батареї, год.	12,5	більше 12,5		
Ширина каналів в аналоговому режимі (широка/середня/вузька), кГц	25/20/ 12,5	12,5/15/ 25/30	25/20/ 12,5	25 /12,5
Ширина каналу в цифровому режимі (широка/вузька), кГц	12,5/6,25			
Частотний діапазон, МГц	136 – 174		450 – 520	
Параметри стабільності частоти, %	± 0,0002		± 0,0001	
Діапазон робочих температур, °С	від –30 до + 60			
Робоча напруга, В	7,5 ± 20%			
Габарити (ширина × висота × довжина), мм	58 × 127,5 × 41,3			
Вага з акумулятором, гр.	375			

Основні функціональні вузли інтерфейсу портативних радіостанцій (зовнішній вигляд та клавіші керування)

Основні функціональні вузли інтерфейсу портативних радіостанцій показані на рис. 2.



Рисунок 2 – Основні функціональні вузли інтерфейсу портативних радіостанцій NEXEDGE

Універсальний роз'єм, що показаний на рис. 2, призначений для підключення зовнішніх пристроїв, наприклад, виносного мікрофона або пристрою, що забезпечує можливість програмування портативної радіостанції.

Програмне забезпечення для конфігурації радіостанції (KPG-111D) дозволяє програмувати різні необхідні функції, використовуючи клавіатуру та кнопки. Є, наприклад, можливість одній кнопці привласнити дві функції, які вибираються шляхом короткого натиснення або довгого натиснення. Також в портативних радіостанціях можна програмним шляхом, наприклад, конфігурувати роботу селектора:

- не використовується;
- використовується як перемикач каналу/групи;
- може використовуватися як перемикач зон;
- може використовуватися як перемикач сайтів.

Мобільні радіостанції NEXEDGE

Радіостанції NEXEDGE серії NX-700 і NX-800 — це мобільні радіостанції, які можуть використовуватися для установки на автомобілях й інших рухомих транспортних засобах, в деяких випадках можуть використовуватися як базові станції (див. рис. 3). Вони мають широкі можливості для підтримки різних режимів роботи систем транкінгового зв'язку, а також здатні працювати з різними типами сигналізації, шифрування й екстрених викликів. Крім моделей стандартної потужності в 25 – 30 Вт, є моделі з підвищеною потужністю 50 Вт й 45 Вт. Мобільні радіостанції підтримують аналоговий режим роботи, цифровий конвенціональний та транкінговий режими, змішаний режим. Всі мобільні радіостанції NEXEDGE відповідають стандарту MIL-STD-810C/D/E/F та ступеню пиловологозахисту IP-54.



Рисунок 3 – Зовнішній вигляд мобільних радіостанцій серії NX-700/800
а) вид спереду; б) вид ззаду

Мобільні радіостанції системи NEXEDGE оснащені багатофункціональним роз'ємом DB-25, який знаходиться в тильній частині радіостанції. Функції портів роз'єму DB-25 можна запрограмувати за допомогою програмного забезпечення (KPG-111D), що забезпечує необхідну конфігурацію радіостанції, наприклад, вказаний порт можна запрограмувати для передавання даних при натисненні кнопки РТТ. Також на тильній стороні мобільної радіостанції знаходиться роз'єм для підключення зовнішньої антени й роз'єми для підключення електроживлення від електромережі транспортного засобу.

Основні експлуатаційні характеристики деяких мобільних радіостанцій наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – Основні експлуатаційні характеристики деяких мобільних радіостанцій NEXEDGE

Технічні характеристики	Модель			
	NX-700E	NX-700HK	NX-800E	NX-800HK
Вихідна потужність радіопередавача (висока/низька), Вт	25 / 1	50/10	25 / 1	45/10
Чутливість приймача (цифровий режим) при 3% частоті виникнення помилок	12,5кГц/ 6,25кГц = = 0,28/0,2 мкВ			
Чутливість приймача в аналоговому режимі, мкВ	0,25			
Максимальна кількість каналів	512			
Вхідний опір антени, Ом	50			
Споживаний струм (очікування / приймання / передавання), А	0,5/1,1/9,0	0,5/1,1/13,0	0,5/1,1/9,0	0,5/1,1/13,0
Ширина каналів в аналоговому режимі (широка/середня/вузька), кГц	25/20/ 12,5	30/25/15/ 12,5	25/20/ 12,5	25 /12,5
Ширина каналу в цифровому режимі (широка/вузька), кГц	12,5/6,25			
Частотний діапазон, МГц	136 – 174		400 – 470	450 – 520
Параметри стабільності частоти, %	± 0,00017	± 0,0002	± 0,00017	± 0,0001
Діапазон робочих температур, °С	від –30 до + 60			
Робоча напруга, В	13,2 ± 20%	13,6 ± 15%	13,2 ± 20%	13,6 ± 15%
Габарити (ширина × висота × довжина), мм	160×45×157			

Вага, кг	1,38
----------	------

Основні функціональні вузли інтерфейсу мобільних радіостанцій (зовнішній вигляд й клавіші керування)

Основні функціональні вузли інтерфейсу мобільних радіостанцій показані на рис. 4.



Рисунок 4 — Основні функціональні вузли інтерфейсу мобільних радіостанцій NEXEDGE

Роз'єм для мікрофона призначений для підключення зовнішнього, так званого виносного мікрофона з кнопкою РТТ. Решта кнопок клавіатури, які розташовані на передній частині радіостанції, можна або запрограмувати на виконання функцій, що часто використовуються, або використовувати клавіатуру за цільовим призначенням, яка запрограмована за замовчуванням.

Ретранслятори/базові станції NEXEDGE

NXR-700 й NXR-800 — це моделі ретрансляторів системи NEXEDGE в тонкому корпусі (1U) з вбудованим транкінговим контролером (рис. 5,а). Кожен з них може працювати як цифровий та аналоговий конвенціональний ретранслятор. Ретранслятори NXR-700/800 підтримують основні інтерфейси аналогових транкінгових контролерів, що дозволяє здійснювати плавну й гнучку міграцію від аналогових систем до цифрових, тобто працювати як в аналоговому, так і в цифровому режимах, використовуючи ресурси ретранслятора в існуючих аналогових системах. Вихідна потужність ретрансляторів знаходиться в межах від 5 до 25 Вт.

NXR-710 й NXR-810 – це ретранслятори системи NEXEDGE в корпусі (2U), які є бюджетним варіантом, що відрізняється відсутністю транкінгового режиму роботи (рис. 5,б). Дані ретранслятори орієнтовані на побудову конвенціональних однозонових або багатозонових систем зв'язку. Максимальна потужність передавача – 50/40 Вт.

Всі ретранслятори можуть працювати в аналоговому, цифровому й змішаному режимах.



а)



б)

Рисунок 5 – Зовнішній вигляд ретрансляторів NEXEDGE
а) серія NXR-700/800; б) серія NXR-710/810

Транкінговий сайт (зона обслуговування однієї базової станції) може бути конфігурований шляхом з'єднання декількох ретрансляторів через звичайний IP-комутатор, тобто без застосування додаткових дорогих сайтових контролерів (рис. 6). Мультисайтова система може бути легко створена шляхом з'єднання декілька таких транкінгових сайтів через IP-мережу (рис. 7). Основні експлуатаційні характеристики ретрансляторів NEXEDGE наведено в табл. 3.

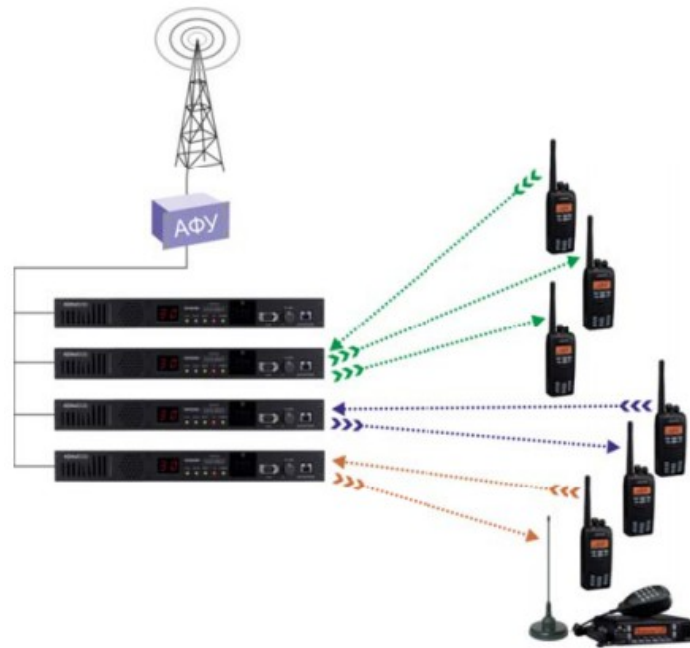


Рисунок 6 – Транкінговий сайт

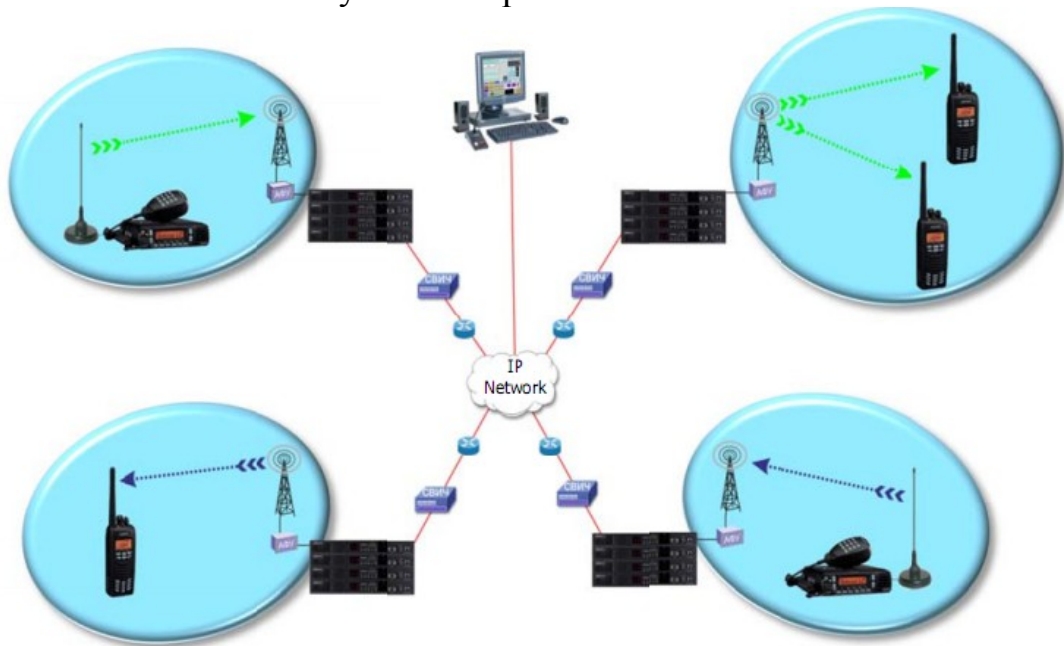


Рисунок 7 – Мультисайтова система, з'єднана через IP-мережу

Таблиця 3 – Основні експлуатаційні характеристики ретрансляторів NEXEDGE

Технічні характеристики	Модель	
	NXR-700E	NXR-800E
Вихідна потужність радіопередавача (висока/низька), Вт	25 / 5	
Чутливість приймача (цифровий режим) при 3% частоті виникнення помилок	12,5кГц/ 6,25кГц = = 0,33/0,27 мкВ	

Чутливість приймача в аналоговому режимі, мкВ	0,3	
Максимальна кількість каналів	30	
Вхідний опір антени, Ом	50	
Споживаний струм (очікування / приймання / передавання), А	1,7/2,4/9,0	
Ширина каналів в аналоговому режимі (широка/середня/вузька), кГц	25/20/12,5	
Ширина каналу в цифровому режимі (широка/вузька), кГц	12,5/6,25	
Частотний діапазон, МГц	146 – 174	440 – 470
Параметри стабільності частоти, %	± 0,0001	
Діапазон робочих температур, °С	від –30 до + 60	
Робоча напруга, В	13,2 ± 20%	
Габарити (ширина × висота × довжина), мм	483 × 44 × 331	
Вага, кг	5	

Основні функціональні вузли інтерфейсу ретрансляторів NEXEDGE (зовнішній вигляд й клавіші керування)

Основні функціональні вузли інтерфейсу ретранслятора NEXEDGE показані на рис. 8.

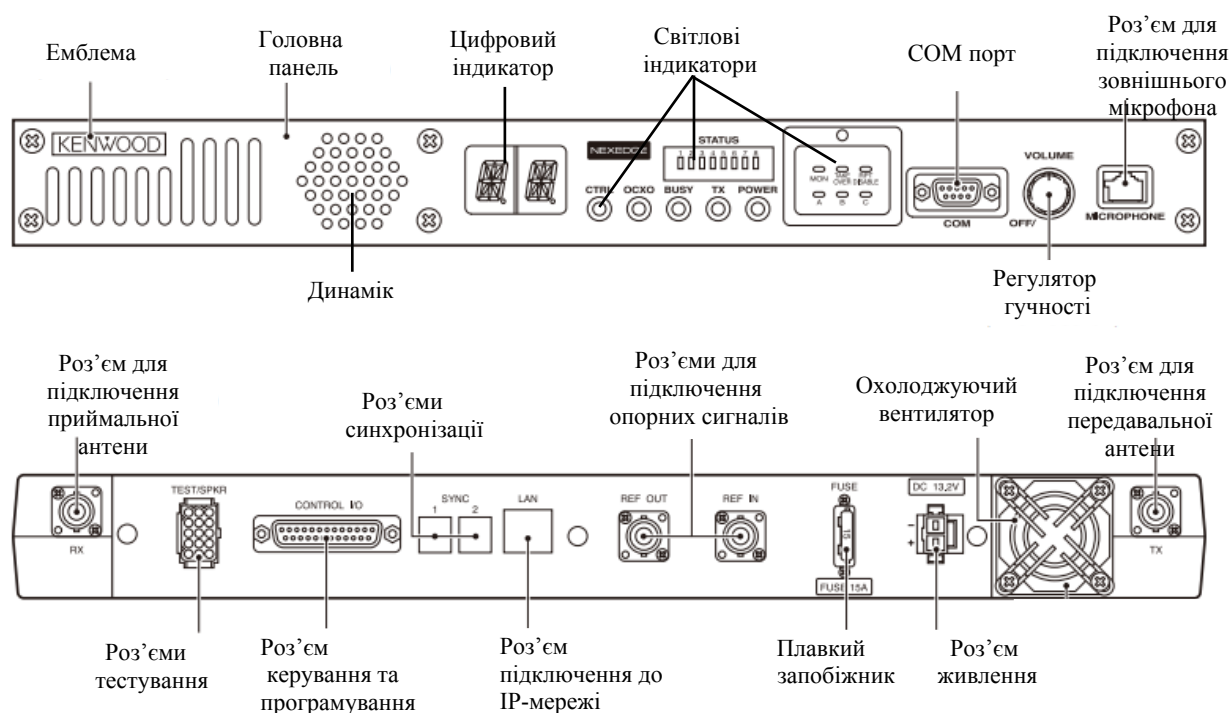


Рисунок 8 – Основні функціональні вузли інтерфейсу ретранслятора NEXEDGE

Всі функціональні вузли, показані на рис. 8, призначені для забезпечення працездатності ретранслятора, керування його функціями та конфігурації транкінгового сайту, що складається з декількох ретрансляторів. Деякі функції керування ретранслятором здійснюються шляхом програмування за допомогою програмного комплексу KPG-109G, наприклад, такі як: настройка частот й параметрів каналів, режимів роботи (транкінговий або конвенціональний), конфігурації IP- мережі та ін.

Функціональна схема передавального та приймального тракту цифрової транкінгової системи NEXEDGE

Розглянемо перетворення сигналу на фізичному рівні на прикладі передавального (рис. 10) та приймального (рис. 11) тракту цифрової транкінгової системи NEXEDGE.

У режимі сеансу зв'язку, коли користувач, натискаючи на переговорну кнопку (РТТ) (див. рис. 2), починає розмову, його голос детектується мікрофоном (МІС) (див. рис. 10) та перетворюється з акустичного сигналу в аналоговий електричний сигнал. Потім голосовий сигнал дискретизується за допомогою аналого-цифрового перетворювача (А/Д) (див. рис. 10). Кодер мовних сигналів (VOCODER) стискає мову, розбиваючи її на сегменти (пакети) та кодує їх, одночасно забезпечуючи значне зниження фонових шумів. При кодуванні мовного сигналу відбувається стиснення бітового голосового потоку для того, щоб передавати його по радіоканалу з обмеженим спектром (ширина спектра радіоканалу складає 6,25 або 12,5 кГц). У системі NEXEDGE використовується вокодер AMBE+2, розроблений компанією Digital Voice System, Inc.

Даний вокодер працює шляхом розділу мови на короткі сегменти, довжина яких звичайно складає 20 – 30 мс. Кожен сегмент мови аналізується, потім здійснюється видалення таких важливих параметрів, як основний тон, рівень та частотна характеристика. Далі здійснюється кодування даних параметрів за допомогою незначної кількості цифрових біт. Вокодер AMBE+2 забезпечує передачу мови високої якості, характерну для проводових телефонних систем, що дозволяє передавати в ефір усі індивідуальні мовні особливості голосу.

Разом з процесом кодування мовних сигналів також застосовується й алгоритм прямого виправлення помилок (FEC). FEC є математичним методом використання контрольної суми, що дозволяє на приймальній стороні перевірити цілісність отриманого повідомлення, а також визначити, які біти були пошкоджені. FEC забезпечує виправлення помилок в розряді, які могли з'явитися в результаті спотворень в радіочастотному каналі. Це дозволяє ефективно видалити шуми, здатні спотворити аналоговий сигнал і, шляхом порівняння, забезпечує більш постійну якість звуку в усій зоні покриття. На даному етапі вокодер здійснює стиснення шляхом зниження швидкості до 4800 біт/с для смуги 6,25 кГц й до 9600 біт/с для смуги 12,5 кГц.

Під фрагментацією (формуванням кадрів) мається на увазі формування голосових даних та будь-якої вбудованої сигнальної інформації (такий як ID групи (ідентифікатор групи), визначення номера передавальної станції (РТТ ID) (ідентифікатор станції), тип виклику і т. д.) у вигляді пакетів (фреймів) тривалістю 80 мс. Дані пакети створюють структуру, що містить заголовок та корисне навантаження – заголовок містить інформацію про керування з'єднанням та ідентифікатор, а корисне навантаження містить мовний сигнал, перетворений вокодером, або дані (рис. 9).



Рисунок 9 – Структура пакета (фрейма) тривалістю 80 мс

На рис. 9:

a: 24 біта синхросигналу (FrameSync2 (FS2)) або біти кольорового коду (ColourCode (CC));

b: 72 біта даних контрольного каналу (Control Channel (CCH) data);

c: 72 біта трафікового каналу (інформація) (Traffic channel (TCH));

d: 72 біта TCH;

e: 72 біта TCH;

f: 72 біта TCH.

Інформація заголовка періодично повторюється впродовж часу передачі, що дозволяє поліпшити надійність сигнальної інформації, а також дає можливість приймаючій радіостанції підключитися до виконаного у даний момент виклику — «пізніє включення».

Чотири фрейми по 80 мс формують суперфрейм в 320 мс.

У наступному блоці схеми (рис. 10) сигнал кодується для передавання з використанням 4-рівневої частотної модуляції FSK (Frequency Shift Keying). Частотна модуляція FSK є методом модуляції, за якого миттєве значення несучої частоти дискретно змінюється відповідно до цифрового коду. Наприклад, при 2-рівневій FSK біт «0» змінює несучу частоту на « $-\Delta f$ », тоді як біт «1» змінює несучу частоту на « $+\Delta f$ », при цьому швидкість передавання даних складає 2400

біт/с для смуги каналу 6,25 кГц. При 4-рівневій ЧМ, коди 00, 01, 10 і 11 указують зсув частоти $+\Delta f$, $+3\Delta f$, $-\Delta f$ і $-3\Delta f$ (табл. 4). Завдяки використанню чотирьох значень замість двох, 4-рівнева FSK дозволяє подвоїти швидкість передавання даних 4800 біт/с для смуги каналу 6,25 кГц.

Таблиця 4 – Принцип кодування інформації для передавання з використанням 4-рівневої частотної модуляції FSK

Код	Символьне позначення	Зсув частоти, Гц (смуга каналу 6,25 кГц)	Зсув частоти, Гц (смуга каналу 12,5 кГц)
00	+3	+1050	+2400
01	+1	+350	+300
10	-1	-350	-800
11	-3	-1050	-2400

На виході передавального тракту включений згладжуючий фільтр, який обмежує частотний спектр сигналу, що передається в ефір.



Рисунок 10 — Передавальний тракт цифрової транкінгової системи NEXEDGE



Рисунок 11 – Приймальний тракт цифрової транкінгової системи NEXEDGE

У приймальному тракті цифрової транкінгової системи NEXEDGE (рис. 11) відбуваються зворотні процеси по відношенню до передавального тракту (рис. 10), такі як: детектування радіосигналу в ефірі, виділення необхідної смуги частот, демодуляція, декодування, перевірка цілісності повідомлення та виправлення помилок по контрольних сумах, надання інформації у формі, яка прийнятна для отримувача.

2.3 Ключові питання

Питання для допуску до лабораторної роботи:

- 1 Поясніть призначення транкінгових систем зв'язку.
- 2 Які транкінгові системи зв'язку вам відомі?
- 3 Перелічіть основні типи обладнання транкінгових систем зв'язку.
- 4 Що таке системи зв'язку виробничо-технологічного призначення?
- 5 Наведіть приклади використання систем транкінгового зв'язку.

Питання до захисту лабораторної роботи:

- 1 Що розуміється під терміном «портативні радіостанції»? Коротко охарактеризуйте портативні радіостанції NEXEDGE.
- 2 Що розуміється під терміном «мобільні радіостанції»? Коротко охарактеризуйте мобільні радіостанції NEXEDGE.
- 3 Що розуміється під терміном «ретранслятор»? Коротко охарактеризуйте ретранслятори NEXEDGE.
- 4 Поясніть поняття «транкінговий сайт».
- 5 Поясніть поняття «мультисайтова транкінгова система».

6 Поясніть, що таке кодер мовних сигналів, для чого він потрібний, особливості кодера AMBE+2.

7 Що лежить в основі прямого виправлення помилок (FEC)?

8 Яка можлива ширина радіочастотного каналу в системі NEXEDGE, за умови, що система працює в цифровому режимі та які можливі швидкості передачі даних?

9 Коротко охарактеризуйте структуру кадру у системі NEXEDGE.

10 Поясніть принцип 2-рівневої модуляції FSK.

11 Поясніть принцип 4-рівневої модуляції FSK.

12 В яких режимах може працювати система NEXEDGE.

2.4 Домашнє завдання

1 Вивчити теоретичні положення (ключові положення), використовуючи методичні вказівки, конспект лекцій та рекомендовану літературу.

2 Підготувати відповіді на ключові питання (питання для допуску до лабораторної роботи).

3 Підготувати макет звіту (зразок титульного листа наведений у Додатку А).

4 Розв'язати задачу.

Задача. Закодуйте своє ім'я за допомогою таблиці ASCII (Додаток Б), потім, використовуючи табл. 4, прослідкуєте зміну частоти несучої за умови використання 4-рівневої модуляції FSK для ширини каналу 6,25 кГц. Для спрощення розрахунків частоту несучої слід узяти 10 кГц, при цьому треба мати на увазі, що реальний діапазон робочих частот системи цифрового транкінгового зв'язку NEXEDGE знаходиться в наступних межах: 136 – 174, 400 – 470, 450 – 520, 806 – 870 МГц.

2.5 Методичні вказівки до розв'язання задачі

Для розв'язання задачі необхідно записати своє повне ім'я (див. табл. 5), потім кожному літеру ім'я закодувати за допомогою таблиці ASCII (Додаток Б), при цьому необхідно звернути увагу на те, що кодування літеру з верхнім регістром (заголовних літер) відрізняється від кодування літер з нижнім регістром (рядкових літер). Далі, використовуючи табл. 4, записуємо миттєві значення зміни несучої частоти за умови використання 4-рівневої модуляції FSK для ширини каналу 6,25 кГц (значення несучої частоти (f_i) прийняти рівним 10 кГц) (див. табл. 5). Для визначення миттєвих значень частоти ($f_{i\delta}$), залежно від поєднання значень коду, необхідно використовувати вирази

$$f_{i\delta} = f_i \pm \Delta f \text{ або } f_{i\delta} = f_i \pm 3\Delta f, \quad (1)$$

наприклад, для коду «11»: $f_{i\delta} = 10 - 3 \times 1,05 = 6,85$ (кГц).

Таблиця 5 – Приклад виконання домашнього завдання

Ім'я	С	е	р	г	і	й
Код	11010001	11100101	11110000	11100011	11111011	11101001
Значення частоти	6,85 10,35 13,5 10,35	6,85 9,65 10,35 10,35	6,85 6,85 13,5 13,5	6,85 9,65 13,5 6,85	6,85 6,85 9,65 6,85	6,85 9,65 9,65 10,35

2.6 Лабораторне завдання

Завдання для всіх членів бригади.

1 Використовуючи ці методичні вказівки та реальне обладнання, вивчити зовнішні інтерфейси та особливості конструкції портативних радіостанцій, мобільних радіостанцій та ретрансляторів NEXEDGE.

2 Використовуючи радіостанції (портативні, мобільні), ретранслятор, заздалегідь проконсультувавшись з викладачем, організувати зв'язок між студентськими бригадами для передавання мови (по можливості, даних – текстового повідомлення) за умови, що радіостанції працюють в цифровому режимі. Послідовність дій, тип радіостанції, модель, робочий діапазон частот відобразити в протоколі.

3 Використовуючи радіостанції (портативні, мобільні), ретранслятор, заздалегідь проконсультувавшись з викладачем, організувати зв'язок між студентськими бригадами для передавання мови (по можливості, даних — текстового повідомлення) за умови, що радіостанції працюють в аналоговому режимі. Послідовність дій відобразити в протоколі.

4 Порівняти якісно передавання мови, коли радіостанції працюють в аналоговому режимі та коли радіостанції працюють в цифровому режимі. Результати порівняння відобразити в лабораторному протоколі.

5 Порівняти якість передавання мови, коли радіостанції працюють в цифровому режимі, за умови, що ширина каналу в одному випадку дорівнює 6,25 кГц, а в іншому – 12,5 кГц. Послідовність дій, результати порівняння відобразити в лабораторному протоколі.

6 Використовуючи радіостанції (портативні, мобільні), ретранслятор, заздалегідь проконсультувавшись з викладачем, організувати зв'язок між студентськими бригадами для передавання мови в рамках всієї студентської групи. Послідовність дій відобразити в протоколі.

2.7 Зміст звіту

Звіт з лабораторної роботи повинен містити:

- 1) Титульний лист встановленого зразка (див. Додаток А).
- 2) Мету роботи.
- 3) Завдання на домашнє дослідження та його результати.
- 4) Завдання на лабораторні дослідження.
- 5) Результати лабораторних досліджень.
- 6) Висновки.

Висновки по роботі повинні включати як констатуючу частину, що відображає основні отримані результати, так і аналітичну, в якій наводиться порівняльний аналіз даних теоретичного й експериментального досліджень, а також пояснення отриманих результатів.

2.8 Рекомендована література

1. NEXEDGE [Електронний ресурс]. – Режим доступу до інформації: <http://nexedge.kenwood.com/products.html>.
2. Овчинников А.М. Сравнительный анализ стандартов цифровой транкинговой радиосвязи [Электронный ресурс] /А.М. Овчинников // Специальная техника. – 2000. – № 2. – Режим доступу до статті: <http://www.ess.ru/publications/articles/ovchinkv2/ovchkv2.htm>.
3. Овчинников А.М. Открытые стандарты цифровой транкинговой радиосвязи / Овчинников А.М., Воробьев С.В., Сергеев С.И. — М.: Связь и бизнес, 2000. – 166 с.

Додаток А

Міністерство освіти і науки України

Одеська національна академія зв'язку ім. О. С. Попова

Кафедра технічної електродинаміки та систем радіозв'язку

ЗВІТ

з лабораторної роботи

«Дослідження принципів побудови та особливостей функціонування обладнання цифрової транкінгової системи зв'язку NEXEDGE»

*Виконав: студент гр. ІК 5.201
Петров Петро Петрович
Номер залікової книжки 000001*

*Перевірив: проф. каф. ТЕД та СРЗ
Проценко М.Б.*

Одеса 2013

Додаток Б

ASCII (American Standard Code for Information Interchange) американська стандартна таблиця кодування для друкарських символів та деяких спеціальних кодів

Символ	2-й код	Символ	2-й код
А	11000000	а	11100000
Б	11000001	б	11100001
В	11000010	в	11100010
Г	11000011	г	11100011
Д	11000100	д	11100100
Е	11000101	е	11100101
Ж	11000110	ж	11100110
З	11000111	з	11100111
И	11001000	и	11101000
Й	11001001	й	11101001
К	11001010	к	11101010
Л	11001011	л	11101011
М	11001100	м	11101100
Н	11001101	н	11101101
О	11001110	о	11101110
П	11001111	п	11101111
Р	11010000	р	11110000
С	11010001	с	11110001
Т	11010010	т	11110010
У	11010011	у	11110011
Ф	11010100	ф	11110100
Х	11010101	х	11110101
Ц	11010110	ц	11110110
Ч	11010111	ч	11110111
Ш	11011000	ш	11111000
Щ	11011001	щ	11111001
Ъ, Ї	11011010	ъ, ї	11111010
Ы, І	11011011	ы, і	11111011
Ь	11011100	ь	11111100
Э, €	11011101	э, €	11111101
Ю	11011110	ю	11111110
Я	11011111	я	11111111

Редактор – *Кодрул Л.А.*

Комп'ютерне верстання та макетування – *Кірдогло Т.В.*