

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою ВНТУ

протокол № 12

від «30» березня 2017 р.

проєкту наукової роботи



С. В. Павлов

ПРОГРАМА

вступного іспиту до аспірантури за спеціальністю

172 – телекомунікації та радіотехніка

галузь знань 17 – електроніка та телекомунікації

Розглянуто і схвалено

Секцією Науково-технічної ради ВНТУ

протокол № 5

від «22» лютого 2017 р.

голова секції НТР

О. В. Грушко

Вінниця 2017

1 Основи теорії кіл і сигналів

Основи теорії детермінованих сигналів. Елементи узагальненої теорії сигналів. Гармонічний аналіз періодичних та неперіодичних сигналів. Спектр періодичного коливання. Спектри поширених сигналів, випробувальні сигнали (дельта-функція та одиничний стрибок). Спектральний та часовий методи аналізу передачі сигналів через радіотехнічні кола. Спектральний аналіз дискретних сигналів.

Математичний опис смугових сигналів. Особливості смугових сигналів. Перетворення частоти, модуляція та демодуляція. Класифікація видів неперервної модуляції. Лінійні, нелінійні та параметричні системи. Аналітичні сигнали. Перетворення Гільберта.

Амплітудно-модульовані сигнали. Радіосигнали з амплітудною модуляцією (АМ). Спектр АМ-сигналів. Балансна та односмугова модуляція. АМ-сигнали з частково подавленою носійною. Векторне представлення АМ-сигналів. Сигнали з кутовою модуляцією. Фазова модуляція (ФМ) та її особливості. Частотна модуляція (ЧМ) та її особливості. Спектри сигналів з кутовою модуляцією. Векторне представлення ФМ- і ЧМ-сигналів. Порівняння характеристик ФМ- і ЧМ-сигналів.

Кореляційний аналіз детермінованих сигналів. Автокореляційна функція випадкового сигналу, її зв'язок з енергетичним спектром. Радіосигнали.

Перетворення неперервних сигналів у дискретні. Чотири форми сигналів. Переваги цифрової форми представлення сигналів. Загальна постановка задачі дискретизації. Рівномірна дискретизація. Теорема Котельнікова-Найквіста, її теоретичні та практичні аспекти використання.

Випадкові сигнали та їх математичний опис. Загальні визначення. Види випадкових сигналів. Спектральна густина потужності випадкового сигналу. Теорема Вінера-Хінчіна. Простір випадкових сигналів. Математичні моделі випадкових процесів. Нормальний випадковий процес. Вузкосмугові випадкові процеси. Випадковий процес типу «білий шум». Математичні моделі типових повідомлень.

Дія випадкових коливань на лінійні кола.

Нелінійні кола і методи їх аналізу. Методи апроксимації характеристик нелінійних елементів. Перетворення спектру коливань в нелінійному колі. Основні нелінійні перетворення сигналів.

Детектування амплітудно- та частотно-модульованих сигналів.

Автогенератори гармонічних коливань як кола зі зворотним зв'язком. Основи теорії стійкості. Баланс фаз і баланс амплітуд. Режим самозбудження. Основні принципи реалізації автогенераторів.

2 Теорія передачі сигналів

Основні визначення теорії передачі сигналів: інформація, повідомлення, сигнал, телекомунікації. Інформаційні системи. Системи електрозв'язку. Рівні проблем електрозв'язку.

Кількісна міра інформації. Ентропія як міра невизначеності. Властивості ентропії дискретних повідомлень. Ентропія неперервних повідомлень. Умовна ентропія. Ентропія складних повідомлень.

Моделі дискретних каналів. Пропускна спроможність дискретного каналу з завадами. Залежність пропускну спроможності двійкового каналу від імовірності помилки.

Основні інформаційні характеристики та параметри первинних сигналів електрозв'язку згідно рекомендацій МСЕ: телефонного (мовного), звукомовлення, телевізійного, факсимільного, телеграфного, передачі даних.

Моделі неперервних каналів. Формула Шеннона для неперервного каналу та її аналіз. Узгодження фізичних характеристик сигналу та каналу. Ємність каналу, об'єм сигналу. Необхідна та достатня умови узгодження сигналу та каналу. Процеси перетворення параметрів сигналу без зміни об'єму.

Первинне кодування повідомлень. Класифікація кодів та їх характеристики. Основні теореми кодування. Кодування повідомлень. Первинні коди. Код Морзе. Двійково-десяткові коди. Код Айкена.

Кодування як засіб криптографічного захисту інформації. Шифр прямої підстановки. Шифр Віжінера. Шифр гами.

Оптимальне (ефективне) кодування. Теорема Шеннона для дискретного каналу без завад. Код Шеннона-Фано. Код Хаффмена. Ефективність кодування. Стиснення інформації.

Завадостійке кодування. Теорема Шеннона для дискретного каналу з завадами. Принципи завадостійкого кодування. Коди, що виявляють помилки. Код з перевіркою на парність. Інверсний код. Кореляційний код. Код з кількістю одиниць кратною 3. Семиелементний код з постійною вагою.

Коригувальні коди. Коди, що виправляють помилки. Матричне представлення систематичних лінійних кодів. Методи синтезу коригувальних кодів. Простий код із повторенням. Блочний (матричний) код. Циклічні коди, алгебраїчні та матричні методи синтезу. Код Хеммінга. Розширений код Хеммінга. Код Боуза-Чоудхурі-Хоквінгема. Коди Ріда-Соломона. Декодування коригувальних кодів. Методи виправлення помилок у систематичних лінійних кодах. Особливості використання кодів-супутників. Виправлення помилок методом гіпотез. Метод циклічного зсуву при виправленні помилок.

Типи імпульсних видів модуляції: амплітудно-імпульсна (АІМ), широтно-імпульсна (ШІМ), фазо-імпульсна (ФІМ). Аналіз спектрів імпульсно-модульованих сигналів методом деформації імпульсної послідовності. Енергетичні спектри АІМ, ШІМ і ФІМ. Структури систем передачі на базі ШІМ та ФІМ. Вибір частоти дискретизації.

Імпульсно-кодова модуляція (ІКМ). Рівномірне квантування, потужність шумів квантування. Відношення сигнал/шум для рівномірного квантування різних типів первинних сигналів зв'язку. Нерівномірне квантування. Компандери. Оптимальні характеристики компресії при ІКМ.

Цифрові види модуляції з передбаченням. Диференціальна ІКМ (ДІКМ), особливості контурів передбачення. Відношення сигнал/шум при ДІКМ.

Структура кодера ДКМ. Дельта-модуляція (ДМ), визначення частоти дискретизації при ДМ. Відношення сигнал/шум при ДМ. Структура кодера ДМ.

Радіосигнали з цифровою модуляцією. Базові види бінарної модуляції. Амплітудно-маніпульовані сигнали. Дискретна двійкова частотна та фазова модуляції. Багатократна фазова модуляція. Квадратурна амплітудна модуляція. Спектральні характеристики сигналів з цифровою модуляцією.

Основи теорії багатоканального зв'язку. Основи лінійного розділення сигналів. Ортогональність носійних сигналів. Принципи побудови багатоканальних систем зв'язку (БСЗ). Якість і пропускна спроможність БСЗ.

Основи багатоканальної передачі неперервних повідомлень. Системи передачі з частотним розділенням каналів. (ЧРК). Вибір виду модуляції та методи їх реалізації. Критерії оцінки видів модуляції. Фільтровий, фазо-фільтровий та фазо-різницевий методи односмугової модуляції. Демодуляція односмугових сигналів. Груповий сигнал в БСЗ з ЧРК. Спотворення в групових трактах БСЗ з ЧРК.

Основи багатоканальної передачі дискретних повідомлень. Принцип часового розділення каналів (ЧвРК). Загальні принципи побудови БСЗ з ЧвРК. Система ЧвРК-ІКМ. Визначення тактової частоти групового сигналу в БСЗ на базі ІКМ. Принципи ієрархічної побудови БСЗ на базі ІКМ.

Принципи кодового розділення каналів (КРК). Широкошумові та шумоподібні сигнали з великою базою. Коди Баркера. Частотно-часові матриці. Особливості систем з КРК.

Вступ до теорії потенційної завадостійкості. Приймання сигналів як статистична задача, реальна завадостійкість, потенційна завадостійкість. Статистичні критерії якості оптимального приймання повідомлень. Критерії Котельникова, Байєса, Неймана-Пірсона.

Завадостійкість систем модуляцій. Метод оцінювання завадостійкості систем модуляцій. Завадостійкість систем з амплітудною, балансною, односмуговою, частотною, фазовою, амплітудно-імпульсною, широтно-імпульсною та фазо-імпульсною модуляцією. Математичні моделі та завадостійкість систем з підносійними.

Системи передачі дискретних повідомлень. Задачі синтезу оптимальних модуляторів. Правила приймання дискретних повідомлень. Оптимальні алгоритми приймання при повністю відомих сигналах. Когерентний приймач. Оптимальний приймач з узгодженим фільтром. Приймання сигналів з невизначеною фазою.

Завадостійкість систем передачі дискретних повідомлень. Приймання дискретних повідомлень в умовах флуктуації фаз і амплітуд сигналів. Приймання дискретних повідомлень в каналах із зосередженими по спектру імпульсними завадами. Завадостійкість передачі неперервних повідомлень. Оптимальне оцінювання окремих параметрів сигналів. Оптимальна демодуляція неперервних сигналів. Завадостійкість систем передачі неперервних повідомлень при слабких завадах. Поріг завадостійкості. Аномальні помилки.

Оптимальна лінійна фільтрація неперервних сигналів. Узгоджена фільтрація. Методи реалізації узгоджених фільтрів. Фільтр Калмана. Теорія нелінійної фільтрації. Цифрова передача неперервних сигналів. Часові та спектральні методи дослідження лінійних стаціонарних цифрових фільтрів. Основи реалізації цифрових фільтрів. Аналіз похибок цифрової фільтрації.

Аналіз ефективності та оптимізація систем передачі сигналів. Принципи системного аналізу. Характеристики та показники систем передачі інформації. Вибір сигналів і завадостійких кодів. Компенсація завад і спотворень в каналі. Зменшення надлишковості, стискання даних.

3 Основи схемотехніки

Параметри та характеристики аналогових електронних пристроїв (АЕП). Зворотний зв'язок (ЗЗ) та його вплив на параметри та характеристики АЕП. Еквівалентні схеми підсилювального каскаду СЕ та СВ та їх аналіз в частотних областях. Перехідні характеристики підсилювального каскаду в областях "малого" та "великого" часу. Принцип динамічного навантаження. Диференціальний підсилювальний каскад, його властивості та параметри. Вибір підсилювального елемента за частотними властивостями.

Діапазонні та смугові вибірні підсилювальні каскади. Основні режими роботи підсилювального елемента в каскадах кінцевого підсилення (А, В, АВ, С, D). Основні типи схем кінцевих підсилювальних каскадів. Основні принципи корекції частотних та перехідних характеристик. Каскади з ВЧ та НЧ корекцією. Застосування операційного підсилювача (ОП) з частотнозалежним ЗЗ. Компресори та експандери динамічного діапазону сигналів. Пристрої аналогової обробки сигналів на ОП. Суматори, пристрої віднімання сигналів, помножувачі, подільники, пристрої інтегрування та диференціювання. Активні RC фільтри. Основні типи схем активних фільтрів. Демодулятори сигналів.

Логічні основи цифрових пристроїв (ЦП). Перетворення та мінімізація логічних функцій, способи спрощення логічних схем.

Типові цифрові комбінаційні пристрої. Суматори; перетворювачі кодів; шифратори та дешифратори; демультимплексори та мультимплексори; цифрові компаратори – методика побудови, приклади схемної реалізації, царина застосування.

Типові цифрові послідовнісні пристрої. Основні типи тригерів зі статичним та динамічним керуванням – таблиці перемикальні та переходів, приклади схемної реалізації, основні характеристики. Перетворення універсальних тригерів. Паралельні регістри, регістри зсуву, універсальні регістри – приклади схемної реалізації, царина застосування. Основні типи двійкових лічильників; способи побудови недвійкових лічильників; безвентильні подільники частоти. Проектування ЦП на тригерах, регістрах, двійкових лічильниках.

Типові аналого-імпульсні пристрої та генератори. Аналогові компаратори; цифро-аналогові та аналого-цифрові перетворювачі; мультівібратори; генератори лінійно змінної напруги.

Структурна схема та основні вузли мікропроцесора. Структурна схема тримагістральної мікро-ЕОМ. Класифікація, формати, основні групи, методи адресації команд мікропроцесора.

Організація підпрограм, циклів та переходів у програмах. Організація пам'яті та нарощення її розрядності в багатокристалній мікро-ЕОМ. Основні схеми ОЗП і ПЗП. Методи організації режимів програмного вводу (виводу, вводу) виводу за перериванням, прямого доступу до пам'яті (ППП), пріоритетного обслуговування зовнішніх пристроїв (ПОЗП). Інтерфейсні ІС мікро-ЕОМ на прикладі контролерів ППП та ПОЗП.

4 Цифрова обробка сигналів в телекомунікаційних та радіотехнічних системах

Логічні та арифметичні пристрої. Запам'ятовувальні пристрої. Мікросхеми статичної та динамічної пам'яті. Цифрові перемножувачі. Аналого-цифрові перетворювачі (АЦП). Основні параметри АЦП. АЦП послідовного типу, паралельні та паралельно-послідовні АЦП. Сучасні ВІС АЦП. Цифро-аналогові перетворювачі (ЦАП). Основні параметри та принципи побудови ЦАП. Сучасні ВІС ЦАП. Спеціалізовані цифрові процесори сигналів (ЦПС). Основні типи архітектури ЦПС. Сучасні ВІС ЦПС.

Дискретне перетворення Фур'є (ДПФ). Основні властивості ДПФ. Особливості апаратної та програмної реалізації ДПФ. Швидкі методи обчислення ДПФ. Швидке перетворення Фур'є (ШПФ). Алгоритми ШПФ з прорідженням у часі та за частотою. Особливості програмно-апаратної реалізації алгоритмів ШПФ.

Перетворення Уолша-Адамара. Дискретне перетворення Уолша. Швидке перетворення Уолша. Взаємні спектральні перетворення. Цифрова фільтрація сигналів. Нерекурсивні та рекурсивні цифрові фільтри. Дискретна згортка. Методи цифрового спектрального аналізу. Віконні функції для цифрового аналізу спектрів. Метод періодограм. Особливості побудови цифрових спектроаналізаторів. Похибки цифрових аналізаторів спектра.

Цифрове оброблення сигналів з однією бічною смугою. Цифрова інтерполяція сигналів. Схеми перемноження сигналів. Перенесення спектра при інтерполяції дискретного сигналу. Інвертування сигналів. Цифрове формування односмугового сигналу. Модулятор односмугового сигналу. Частотні перетворення при інтерполяції сигналу з ЦОС. Спектри сигналів при збільшенні частоти дискретизації. Система підвищення частоти дискретизації.

Зменшення частоти дискретизації (децимація). Зменшення частоти дискретизації при вузькосмуговій дискретній фільтрації. Використання нерекурсивних і рекурсивних фільтрів при децимації. Особливості зменшення

частоти дискретизації в цифрових системах. Перенесення спектра при вузькосмуговій фільтрації зі зменшенням частоти дискретизації.

Особливості узгодження телекомунікаційних і радіотехнічних систем на базі цифрового оброблення. Місце трансмультиплексорів (ТМ) у телекомунікаційній системі. Перетворення при переході від частотного розділення каналів (ЧРК) до часового розділення каналів (ЧВРК) та при переході від ЧВРК до ЧРК. Структури прямого та зворотного перетворення ТМ. ТМ з комплексним сигналом та ТМ з додатковим обробленням сигналів.

5 Передавальні та приймальні пристрої

Генератори зовнішнього збудження (ГЗЗ). Основи теорії та розрахунку ГЗЗ. Структурні схеми ГЗЗ, баланс потужностей в ГЗЗ. Типи активних елементів в ГЗЗ та режими їх роботи. Характеристики регулювання та навантаження ГЗЗ. Кола узгодження з навантаженням. Вплив напруги живлення на режим роботи ГЗЗ.

Загальні принципи побудови резонансних ГЗЗ. Вихідні кола ГЗЗ – узгодження генератора з навантаженням. Схеми вихідних кіл ГЗЗ. Фільтрація вищих гармонік. Помножувачі частоти.

Основні принципи складання потужностей генераторів. Паралельне ввімкнення підсилювальних елементів та однотактні схеми. Мостові схеми складання потужностей. Блочно-модульний принцип побудови потужних широкосмугових транзисторних підсилювачів. Складання потужностей генераторів у просторі.

Загальні характеристики пристроїв приймання та оброблення сигналів (ППОС). Функції ППОС у складі радіотехнічних систем різного призначення. Узагальнена структура ППОС.

Особливості приймання сигналів у різних діапазонах частот. Структури ППОС. Приймачі прямого підсилення: класичні, регенеративні, над-регенеративні, гетеродинні.

Принципи та особливості супергетеродинного приймання. Основні якісні показники ППОС. Електричні характеристики, види чутливості та вибірності. Нелінійні явища при прийманні сигналів.

Завади радіоприйманню. Спотворення сигналів, які виникають у радіосистемах. Загальні характеристики зовнішніх завад: джерела та причини виникнення, спектральна густина у частотних діапазонах, методи боротьби. Загальні характеристики внутрішніх завад: ймовірнісні та кількісні характеристики власних шумів ППОС. Вхідні кола (ВК) ППОС. Схемотехніка та характеристики ВК. Робота ВК з настроєними та ненастроєними антенами. Особливості ВК різних діапазонів хвиль.

Вибірні підсилювачі ППОС. Схемотехніка та характеристики вибірних підсилювачів радіочастот (ПРЧ). Узагальнена еквівалентна схема ПРЧ. Стійкість ПРЧ та способи її підвищення. Робота ПРЧ в діапазоні частот. Шумові властивості ПРЧ. Малошумливі ПРЧ діапазону НВЧ. Схемотехніка та

характеристики підсилювачів проміжної частоти (ППЧ). Формування АЧХ ППЧ з розподіленою та зосередженою вибірністю. Фільтри зосередженої селекції та їх властивості.

Призначення та характеристики перетворювачів частоти (ПЧ) ППОС. Загальна теорія перетворення частоти. Параметричне перетворення частоти. Нелінійні ефекти та побічні канали. Схемотехнічне виконання ПЧ на різній елементній базі. Гетеродинні ПЧ, їх основні характеристики. Керовані генератори, синтезатори частоти.

Детектори радіосигналів ППОС. Схемотехніка та характеристики амплітудних детекторів (АД). Загальна теорія АД. Детектування слабких та сильних сигналів. Нелінійні спотворення та способи їх зменшення. Дія завад на АД. Схемотехніка та характеристики частотних детекторів (ЧД). Амплітудні обмежувачі. Дія завад на ЧД. Основи розрахунків детекторів радіосигналів ППОС.

6 Телекомунікаційні системи

Єдина взаємозв'язана мережа зв'язку України. Первинна мережа. Вторинні мережі. Моделі взаємодії відкритих систем. Характеристика рівневих протоколів. Семирівнева модель взаємодії відкритих систем. Мережні служби.

Системи передачі (СП) з частотним розділенням каналів (ЧРК). Вибір методу модуляції в СП з ЧРК. Критерії оцінювання виду модуляції. Перетворювачі частоти. Диференціальні системи. Фільтровий, фазо-різницевий та фазофільтровий методи формування односмугових сигналів. Багатократне перетворення частоти. Демодуляція односмугових сигналів. Груповий сигнал систем передачі з ЧРК. Апаратура ЧРК для формування каналів первинної, вторинної, третинної та четвертинної груп. Апаратура ЧРК для передачі сигналів звукомовлення та телевізійних сигналів.

СП з часовим розділенням каналів (ЧвРК). Вибір виду модуляції. Перехідні завади між каналами. Типова структура СП з ЧвРК. Особливості імпульсно-кової модуляції (ІКМ). Цифрові різницеві схеми. Системи з лінійним передбаченням. Дельта-модуляція (ДМ). Адаптивна ДІКМ та ДМ. ДМ з компандуванням. Способи часового групотворення. Формування структури циклів цифрових СП (ЦСП). Узгодження швидкостей цифрових потоків. Кодери і декодери з лінійною шкалою. Нелінійні кодери та декодери.

Плезіохронні ЦСП. Каналотвірна апаратура та первинні ЦСП. ЦСП вторинного, третинного та четвертинного ступенів. Каналотвірне та групотвірне обладнання. Обладнання транзита та виділення цифрових каналів і трактів.

Асинхронний метод перенесення інформації. Принципи функціонування ЦСП за технологією АТМ. Мережа АТМ. Архітектурні аспекти побудови мережі АТМ загального користування.

Побудова транспортної мережі з використанням синхронної цифрової ієрархії (SDH). Перетворення та інформаційні структури в SDH. Апаратура та

архітектура мереж SDH. Методи формування транспортних модулів SDH. Синхронні мультиплексори та режими їх роботи. Апаратура оперативного перемикачів. Направляючі системи для SDH. Забезпечення синхронізації в системах SDH. Керування мережами SDH: принципи керування мережами зв'язку, модель TMN (функції рівнів), складові та інтерфейси TMN.

ЦСП на базі волоконно-оптичних ліній зв'язку (ВОЛЗ). Види модуляції у ВОЛЗ. Характеристики ВОЛЗ. Основні типи ВОЛЗ. Режими роботи ВОЛЗ. Структурні методи побудови ЦСП з ВОЛЗ. Регенерація оптичного сигналу. Спектральне мультиплексування волоконно-оптичних систем передачі: солітоновий зв'язок, WDM, DWDM, HDWDM, частотний план WDM, довжина ділянки регенерації ВОСП-WDM, устаткування WDM.

Ефективне використання трактів телекомунікаційних мереж: ефективні методи стиснення інформації, асинхронні режими пакетного способу переносу інформації. Гібридні і модемні ЦСП: переустаткування аналогових систем передачі, цифро-аналогові системи передачі, модемні ЦСП.

Концепція мереж наступних поколінь. Концепція побудови телекомунікаційних систем (ТКС) та мереж наступних поколінь і керування ними. Транспортні технології мереж наступних поколінь. Методи оцінки параметрів ТКС та мереж. Системи передачі мереж наступних поколінь. Архітектура ТКС і мереж наступних поколінь. Побудова та функціонування ТКС і мереж наступних поколінь.

7 Засоби рухомого зв'язку

Носимі радіостанції. Основні частотні діапазони роботи носимих радіостанцій. Структурні схеми носимих радіостанцій.

Радіотелефони. Бесшнурові телефонні апарати і базові блоки радіотелефонів. Поняття повного дуплексного режиму роботи радіотелефона. Основні частотні діапазони роботи радіотелефонів. Структурні схеми стаціонарного блоку і носимої мікротелефонної трубки. Склад сигналу радіотелефона. Поняття сигналів керування в радіотелефонії. Стандарт DECT.

Порівняння цифрових стандартів рухомого зв'язку. Стандарти D-AMPS, CDMA, GSM, UMTS. Загальна структура стільникової мережі. Центр комутації мобільного зв'язку, базова станція, рухома станція.

Загальні характеристики стандарту GSM. Структурна схема і склад устаткування мережі зв'язку GSM. Поняття роумінгу. Регістри положення і пересування об'єктів. Мережні і радіоінтерфейси. З'єднання з телефонними мережами загального користування. З'єднання з аналоговими системами стільникового зв'язку. Внутрішні GSM-інтерфейси між станціями мережі.

Основні служби та телеслужби. Структурна схема служб зв'язку в стандарті GSM. Передача коротких повідомлень, служба сигналізації. Типи рухомих станцій. Блок-схема стільникового телефону. Побудова

радіочастотного та низькочастотного модулів і модуля керування. Принцип дії стільникового телефону. Характеристики стільникових телефонів.

Структура TDMA кадрів і формування сигналів у стандарті GSM. Поняття багатостанційного доступу з часовим розділенням каналів. Структура гіперкадру, суперкадру і мультикадру. Принципи частотного рознесення каналів в умовах багатопробеневого розповсюдження радіохвиль.

Частотний план стандарту GSM. Структура логічних каналів зв'язку. Повношвидкісний і напівшвидкісний канали передачі повідомлень. Структура фізичного каналу зв'язку. Типи фізичних каналів. Типи логічних каналів керування. Взаємозв'язок логічних і фізичних каналів. Захист логічних каналів від помилок. Блочне та згорткове кодування. Кодування в каналах зв'язку. Частотна модуляція в стандарті GSM. Поняття гаусівської спектрально-ефективної частотної маніпуляції з мінімальним частотним зміщенням.

Принципи організації процесів обробки мови. Поняття лінійного кодування з передріканням. Мовний кодек для стандарту GSM. Структура та принцип дії кодека. Детектор активності мови. Формування комфортного шуму. Принципи відновлення мовного сигналу. Екстраполяція загубленого мовного кадру.

Загальний опис характеристик безпеки. Поняття таємності й аутентифікації. Механізми аутентифікації. Вимоги до системи шифрування. Таємність передачі даних. Алгоритм шифрування з відкритим ключем RSA. Модуль справжності абонента (SIM – карта), його склад. Секретність передачі даних. Ключ шифрування. Установка режиму шифрування. Забезпечення таємності абонента. Забезпечення таємності при корегуванні місця знаходження абоненту. Склад таємної інформації та її розподіл в апаратних засобах GSM.

Задачі системи мережного керування. Принципи побудови системи мережного керування. Розподіл функцій мережного керування. Операційні системи. Процеси спряження. Елементи мережі. Стандартні інтерфейси в системі мережного керування. Вимоги МСЕ до протоколів мережного керування.

Основні задачі систем супутникового рухомого зв'язку. Проекти Iridium і GlobalStar. Структури систем супутникового рухомого зв'язку. Порівняльний аналіз параметрів і характеристик систем супутникового рухомого зв'язку.

Література

1. Бортник Г. Г., Кичак В. М. Цифрова обробка сигналів в телекомунікаційних системах. Підручник. Рекомендовано МОНУ– Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2014.
2. Бортник Г. Г., Кичак В.М., Стальченко О. В. Системи доступу. Підручник. Рекомендовано МОНУ.– Вінниця: ВНТУ, 2010.
3. Бортник Г. Г., Кичак В.М., Стальченко О. В. Телекомунікаційні системи передачі. Навч. посібник. – В.: ВНТУ, 2015.
4. Філіпський Ю.К. Випадкові процеси у радіотехнічних колах: Навч. посіб. для студентів ВНЗ. – О.: Наука і техніка. – 2012.
5. Філіпський Ю.К. Динаміка сигнальних перетворень: Навч. посіб. для студентів ВНЗ. – О.: Наука і техніка. – 2006.
6. Бортник Г.Г., Кичак В.М. Основи теорії передачі інформації: Навчальний посібник. – В.: ВДТУ, 2002.
7. Бортник Г.Г., Бортник С.Г., Стальченко О.В. Основи теорії багатоканального зв'язку: Навчальний посібник. – В.: ВНТУ, 2010.
8. Бортник Г.Г. Цифрова обробка сигналів: навчальний посібник / В.М.Кичак, Г.Г. Бортник – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006.
9. Кичак В.М., Бортник Г.Г., Семенюк О.А. Засоби оргтехніки та зв'язку. Навч. посібник. – В.: ВДТУ, 2001.
10. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: Радио и связь, 1996.
11. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: Высшая школа, 2003.
12. Петренко Т. А. Підсилювальні пристрої. – Київ: Вища школа, 1995.
13. Лебедев О.М., Ладик О.І. Цифрова схемотехніка: Навч. посібник. – К.: Арістей, 2005.
14. Кофанов В.Л. Математичні та схемотехнічні основи цифрових пристроїв: Навч. посібник. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005.
15. Мікропроцесорна техніка: Підручник / Ю.І. Якименко, Т.О. Терещенко, Е.І. Сокол та ін. – К.: "Політехніка", 2008.
16. Жуйков В. Я. та ін. Цифрова схемотехніка. – К.: Аверс, 2002.
17. Стеклов В.К., Беркман Л.И. Проектування телекомунікаційних мереж: Підр. для вузів / Під ред. В.К. Стеклова. – К.: Техніка, 2002.
18. Стеклов В.К., Беркман Л.Н. Телекомунікаційні мережі. Підр. – К.: Техніка, 2001.
19. Кириллов В.И. Многоканальные системы передачи. Учебник для вузов.- М.: Новое знание, 2002.
20. Корнійчук В.І., Мосорін П.Д. Волоконно-оптичні компоненти, системи передачі та мережі. – Одеса: Друк, 2001.
21. Кузьмін І.В., Троцишин І.В., Кедрус В.А. Основи теорії інформації та кодування: Підручник для вузів. –Хмельницький.: ХНУ, 2009.
22. Жураковський Ю.П., Полторац В.П. Теорія інформації та кодування: Підручник для вузів. – К.: Вища школа, 2001.

23. Игнатов В.А. Теория информации и передачи сигналов: Учебник для вузов. – М.: Радио и связь, 1991.
24. Радиопередающие устройства / Под ред. В.В. Шахгильдяна. – М.: Радио и связь, 2003.
25. Кононов С.П., Бардаченко В.Ф. Основы радіомовлення. Навчальний посібник. – Вінниця: ВДТУ, 2003. – 69 с.
26. Столлингс В. Беспроводные системы связи и сети. – М: Изд. Дом «Вильямс», 2003.
27. Карташевский В.Г., Семенов С.Н., Фирстова Т.В. Сети подвижной связи.– М.: Радио и связь, 2001.
28. Основы побудови засобів та систем телекомунікацій : навчальний посібник / [Кичак В. М., Барась С. Т., Кравцов Ю. І. та ін.] Вінниця: ВНТУ, 2010.