

Міністерство освіти і науки України
Хмельницький національний університет



Затверджую
Проректор з науково-педагогічної
роботи

Віктор ЛОПАТОВСЬКИЙ

« 03 » _____ 2024 р.

ПРОГРАМА

фахового іспиту (вступного випробування)

для вступу на навчання для здобуття ступеня вищої освіти «магістр»
на основі ступеня вищої освіти бакалавра, магістра (освітньо- кваліфікаційного
рівня спеціаліста)

Галузь знань: 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації

Спеціальність: 172 Електронні комунікації та радіотехніка

Освітня програма: Електронні інформаційно-комунікаційні системи та мережі

Затверджено на засіданні кафедри телекомунікацій, медійних та інтелектуальних
технологій

Протокол № 8 від « 01 » лютого 2024 року

Завідувач кафедри ТМІТ

_____ д.т.н., професор Сергій ПІДЧЕНКО

Гарант ОП

_____ д.т.н., професор Сергій ПІДЧЕНКО

Програма розглянута та схвалена на засіданні вченої ради факультету
інформаційних технологій

Протокол № 8 від « 14 » березня 2024 року

Голова Вченої ради факультету інформаційних технологій

_____ д.т.н., професор Олег САВЕНКО



Хмельницький – 2024

Загальні положення

Фаховий іспит (вступні випробування) проводиться приймальною комісією Хмельницького національного університету – за спеціальністю 172 «Електронні комунікації та радіотехніка».

Мета фахового іспиту полягає у перевірці здатності до опанування ОПП «Електронні інформаційно-комунікаційні системи та мережі» другого (магістерського) рівня вищої освіти на основі раніше здобутих компетентностей.

Під час виконання завдання перевіряються знання, вміння та навички студентів щодо розв'язання певних завдань з теорії інформації, кодування та передачі сигналів, систем рухомого зв'язку та волоконно-оптичних мереж та систем, інформаційних передавальних та приймальних пристроїв радіосистем, цифрових систем комутації та розподілу інформації в телекомунікаційних мережах.

Вступний іспит (вступне випробування) проводиться у формі тестування із комп'ютерною обробкою результатів. Система проведення вступних іспитів є оригінальною розробкою і захищена свідоцтвом про авторське право № 39534 від 08.08.2011 р. Вона розроблена на підставі документів: Закону України «Про вищу освіту»; Положення про приймальну комісію; «Порядку прийому до вищих навчальних закладів України та Правил прийому до Хмельницького національного університету.

Критерії оцінювання вступних іспитів затверджуються на засіданні Приймальної комісії та наводяться у додатку до Правил прийому.

Зміст навчального матеріалу

У програмі наведені теми, за якими у довільному порядку сформовані тестові питання.

1 Теорія інформації, кодування та передачі сигналів

Узагальнена структура обміну інформацією та принципи передачі інформації в електронних комунікаціях. Поняття каналів зв'язку. Різновиди каналів зв'язку, сигналів, завад, спотворень, та їх функціональні перетворення в каналах.

Параметри та характеристики каналів, сигналів та завад в часовій та спектральній зонах. Підготовка до цифрової обробки, дискретизація, квантування. Ймовірнісне поняття інформації. Кількісні міри інформації під час збереження та передачі даних. Алфавіт та ансамбль залежних та незалежних повідомлень. Ентропія джерел залежних та незалежних повідомлень. Надмірність джерел

дискретних повідомлень. Спільна та взаємна ентропія джерел повідомлень.

Швидкість передачі інформації каналами зв'язку. Пропускна спроможність симетричних та несиметричних каналів електронних комунікацій із завадами. Імпульсно-кодова модуляція та її різновиди. Дельта-модуляція. Сигма-дельта модуляція. Загальна класифікація цифрових кодів, основні задачі, визначення та терміни теорії кодування. Формування цифрових сигнально-кодових конструкцій. Низькочастотне кодування (кодування без повернення до нуля, Манчестерське кодування, багатопозиційні коди, коди із затримкою, тощо). Ефективне кодування: коди з пам'яттю, арифметичне кодування, словникові методи кодування, LZ-алгоритми., алгоритми Хаффмена та Шеннона-Фано. Завадостійке канальне кодування: лінійні блокові коди. Звичайний та розширений коди Хеммінга. Циклічні коди. Поліноміальне представлення систем кодування-декодування. Твірні та перевірні матриці циклічних кодів. Код Голея та БЧХ коди. Неперервні згорткові коди каналу. Кодування та декодування кодів Ріда-Соломона. Принципи побудови та використання складених кодів. Турбокодування. Блочні неподільні коди для реалізації багатостанційного доступу. Бінарні ортогональні базиси Радемахера, Уолша, Адамара.

Перелік рекомендованої літератури

1. Подлевський Б.М. Теорія інформації в задачах: підручник / Б.М. Подлевський, Р.Є. Рикалюк. – Київ: «Центр учбової літератури», 2019. – 271 с.
2. Г.Г. Швачич, В.В. Толстой, Л.М. Петречук, Ю.С. Іващенко, О.А. Гуляєва, О.В. Соболенко. Сучасні інформаційно-комунікаційні технології: Навчальний посібник. – Дніпро: НМетАУ, 2017. – 230 с.
3. Бойко Ю.М. Теоретичні аспекти підвищення завадостійкості й ефективності обробки сигналів в радіотехнічних пристроях та засобах телекомунікаційних систем за наявності завад: монографія / Ю. М. Бойко, В.А. Дружинін, С. В. Толюпа. - Київ : Логос, 2018. - 227 с.
4. Беркман Л.Н., Жураковський Б.Ю., Макаренко А.О. Теорія передачі даних в інфокомунікаціях. Навчальний посібник. –К.: ДУТ, 2015. – 160 с.
5. Телекомунікаційні системи передавання інформації. Методи кодування [Текст] : навч. посібник /Р. А. Бурачок, М. М. Климаш, Б. В. Коваль. – Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2015. – 476 с.
6. Ільченко М.Ю., Кравчук С.О. Телекомунікаційні системи. – К.:Наукова думка, 2017. – 738с.
7. Коваль Ю. В. Інформаційні мережі: навчальний посібник / Ю. В. Коваль, А. Б. Ставровський. – Київ, 2021. – 84 с.

2 Системи рухомого зв'язку

Загальна характеристика, особливості побудови сучасних стільникових систем зв'язку (ССЗ). Стандарти стільникових систем рухомого зв'язку. Фізичні принципи побудови ССЗ.

Стільникова телефонія GSM - архітектура і системні аспекти. Типи мобільних станцій. Підсистема базових станцій BSS. Мережна й комутаційна підсистема NSS. Підсистема керування мережею NMS. Протоколи мережі GSM. Частотно-часове планування у стандарті GSM. Структура кадрів у стандарті GSM. Організація частотних, фізичних та логічних каналів. Передача даних у системі GSM: MMS, SMS. Основи технологій GPRS, HSCSD, EDGE.

Шляхи еволюції мобільного зв'язку до третього покоління. Система IMT-2000, сервісні вимоги, частотний ресурс, сумісність. Принципи побудови мережі CDMA: багатостанційний доступ з кодовим розділенням, використання цифрових ортогональних та квазіортогональних базисів.

Система CDMA IS-95. Основні послуги, архітектура, канали трафіка і керування, реєстрація в мережі, обмін сигналами в радіоканал базової станції, приклади роботи, аутентифікація та шифрування, кодування в прямому та зворотному каналі, керування встановлення з'єднання в каналах, м'який хендовер.

Загальна характеристика особливостей та можливостей використання широкополосних 3G ССЗ CDMA (WCDMA), UMTS, CDMA ONE, 3XMC, HDR, 1Xtreme, UWCC-136.

ССЗ UMTS: архітектура, користувальницьке обладнання (UE), контролер радіомережі (RNC), центр комутації мобільного зв'язку, структура каналів UMTS, протокольна модель, площина керування та користувача, площина керування транспортною мережею, інтерфейси стиків та окремих ділянок, рівень керування радіоресурсами (RRC), основні процедури під час формування каналів, основні тактико-технічні характеристики UMTS.

ССЗ LTE. Загальна характеристика та відмінності. Основи ортогонального багатостанційного доступу із частотним розділенням каналів – OFDMA. Структура і формування OFDMA- субканалів в технології LTE.

ССЗ WiMAX. Загальна характеристика та відмінності. Технології інтелектуальної антени. Часткове повторне використання частоти. Групове розсилання і ширококомунікаційне обслуговування. Параметри системи "мобільний WiMAX". Архітектура мобільного WiMAX.

Перелік рекомендованої літератури

1. Семенова О. О. Системи рухомого зв'язку : навчальний посібник / О.О. Семенова, А. О. Семенов, В. С. Белов. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 185 с.
2. Головін Ю.О. Основи радіозв'язку з рухомими об'єктами : навч. посіб. Київ : ІСЗІ НТУУ КПІ, 2016. – 322 с.
3. Лінії радіозв'язку та антенні пристрої. Навчальний посібник / [М.Д. Ільїнов, Т.Г. Гурський, І.В. Борисов, К.М. Гриценко]. – К.: ВІТІ, 2018. – 250 с.
4. Marsch P., Bulakci O., Queseth O., Boldi M. 5G System Design: Architectural and Functional Considerations and Long Term Research / Marsch P., Bulakci O., Queseth O., Boldi M. - John Wiley & Sons, 2018. – 608 p.
5. Afif Osseiran, Jose F. Monserrat, Patrick Marsch. «5G Mobile and Wireless Communications Technology». - 2016.
6. Сайко В.Г., Казіміренко В.Я., Літвінов Ю.М. Мережі бездротового широкопasmового доступу. Навчальний посібник. – К.: ДУТ, 2015. – 196 с.

3 Волоконно-оптичні мережі та системи

Методи передачі інформації по волоконно-оптичних лініях. Узагальнена структурна схема системи передачі інформації і її основні елементи. Формування та мультиплексування потоків даних.

Основні елементи волоконно-оптичного кабелю. Багатомодові та одномодові волоконні світлопроводи. Поширення хвиль в світлопроводі. Основні положення геометричної (променевої) оптики. Модель оптоволокна (ОВ) зі східчастим профілем показника заломлення. Закон Снелліуса. Подача світла в ОВ.

Поширення електромагнітної енергії по сучасних кабелях зв'язку. Однорідні і неоднорідні, ізотропні і анізотропні лінійні середовища. Хвильовий аналіз поширення мод в ОВ. Когерентні джерела оптичного випромінювання. Геометричні та оптичні параметри оптоволокна. Коефіцієнт загасання оптичного сигналу. Внутрішньомодова, міжродова та повна дисперсія оптичного сигналу. Класифікація втрат у з'єднаннях ОВ.

Основи побудови оптичних систем передачі. Види мультиплексування в оптичних системах передачі. Структура модулів оптичної передачі та прийому. Синхронізація в оптичних системах. Цифрове мультиплексування в оптичних системах передачі. Пряма модуляція оптичного випромінювання. Опосередкована модуляція випромінювання. Підсилення оптичного сигналу із перетворенням. Підсилення оптичного сигналу без перетворення.

Перелік рекомендованої літератури

1. Голь В.Д. Телекомунікаційні та інформаційні мережі / В.Д. Голь, Ірха М.С. – Київ : ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 250 с.
2. Жураковський Б. Ю. Комп'ютерні мережі: навч. посібник /Б. Ю. Жураковський, І.О. Зенів. - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 336 с.
3. Карпуков Л.М. Волоконно-оптичні лінії зв'язку: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / Л. М. Карпуков, О. В. Щекотихін, В.О. Воскобойник – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 153с.
4. Чадюк В. О. Оптоелектроніка: від макро до нано. Передавання, перетворення та приймання оптичного випромінювання: навч. посіб. У 2 кн. / В. О. Чадюк. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2018. – Кн. 1. – 376 с.
5. Корчак Ю. Оптоелектронна інформатика. Том 1. Основні принципи та прилади: навчальний посібник / Ю. Корчак, Ю. Фургала, С. Рихлюк. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2016. – 312 с.
6. Кись О.М., Корнійчук В. І. Проектування волоконно-оптичної транспортної мережі: Навчальний посібник з курсового та дипломного проектування, - Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2016 – 92 с.

4 Інформаційні передавальні та приймальні пристрої радіосистем

Основні поняття, класифікація і технології радіоелектронних, інформаційних систем і мереж. Узагальнена структура радіотехнічної системи електронних комунікацій, роль і місце радіопередавальних (РПП) та радіоприймальних пристроїв (РПрП).

Призначення та класифікація радіопередавальних пристроїв. Узагальнена структура РПП та її основні елементи: збудник, проміжні каскади, помножувач частоти, модулятор, підсилювач потужності. Збудники діапазонних РПП. Цифрові синтезатори частоти прямого і непрямого синтезу.

Вхідні кола, активний елемент (АЕ), кола узгодження з навантаженням, джерела живлення. Гармонічний аналіз вхідних та вихідних струмів ГЗЗ. Взаємозв'язок форми вихідних струму та напруги з потужністю і коефіцієнтом корисної дії (ККД) ГЗЗ. Класифікація режимів роботи ГЗЗ.

Паралельна та послідовна схеми живлення і зміщення. Збудження АЕ гармонічним струмом та напругою. Додавання потужностей генераторів. Паралельна і двотактна схеми включення АЕ.

Кола узгодження вихідних та попередніх каскадів РПП. Узгодження АЕ з навантаженням. Трансформація навантаження та фільтрація гармонічних складових. Прості та складні схеми КУ. Широкопasmові КУ.

Автогенератори (АГ) типу "триточка". Рівняння стаціонарного режиму АГ. М'який та жорсткий режими самозбудження. Типова форма спектру коливань АГ. Короткочасна та довготривала нестабільність частоти АГ. Вплив дестабілізуючих факторів (змін напруги живлення, температури, тиску) на стабільність частоти коливань.

Особливості побудови кварцових резонаторів. Основні види деформацій п'єзоелемента при збудженні коливань. Еквівалентні схеми кварцових резонаторів. Осциляторні та фільтрові схеми кварцових АГ. Багаточастотні кварцові АГ.

Призначення та класифікація радіоприймальних пристроїв. Узагальнена структура радіоприймального пристрою та її основні елементи: вхідні кола, підсилювач радіочастоти, змішувач, гетеродин, підсилювач проміжної частоти, демодулятор, підсилювач низької частоти. Основні параметри РПрП: чутливість, селективність, вірність відтворення повідомлень.

Призначення та основні характеристики вхідних кіл РПрП. Схемотехніка вхідних кіл. Способи налаштування і перекриття діапазонів в РПрП. Електронне налаштування.

Узагальнена еквівалентна схема підсилювача радіочастоти та її аналіз. Коефіцієнт підсилення та смуга пропускання підсилювача радіочастоти. Забезпечення стійкості підсилення. Формула В.І. Сифорова. Вибірність підсилювачів радіочастоти. Умови забезпечення мінімальної смуги пропускання.

Коефіцієнта шуму і чутливість радіоприймальних пристроїв. Статистичні характеристики шумів підсилювачів радіочастоти. Формула Найквіста. Шуми електронних приладів. Коефіцієнт шуму і шумова температура каскадного з'єднання чотиріполюсників.

Розширення динамічного діапазону радіопідсилювачів. Підсилювачі імпульсних сигналів. Підсилювачі радіочастоти НВЧ діапазону. Особливості сучасних інтегральних підсилювачів радіочастоти.

Призначення, основні функції перетворювачів частоти. Основи теорії перетворення частоти. Еквівалентна схема і параметри перетворювача частоти. Схемотехніка перетворювачів частоти. Вибірність перетворювача частоти.

Детектори радіосигналів. Еквівалентна схема амплітудного детектора. Режими детектування АМ коливань. Спотворення сигналу в амплітудному детекторі. Амплітудне детектування суми корисного коливання і завади. Синхронний детектор. Детектори сигналів з кутовою модуляцією. Частотний детектор. Фазовий детектор.

Призначення і загальні характеристики регулювань. Автоматичне регулювання підсилення РПрП. Системи автопідстроювання частоти (АПЧ),

рівняння системи АПЧ. Фазове автопідстроювання частоти (ФАПЧ). Регулювання смуги пропускання.

Фазова (частотна) синхронізація. Тактова (символьна) синхронізація). Джитер і вандер цифрових сигналів. Циклова (кадрова) синхронізація. Мережева синхронізація цифрового зв'язку та передачі сигналів, принципи її забезпечення.

Принципи функціонування контуру ФАПЧ у системах тактової синхронізації. Смуга утримання і смуга захоплення системи ФАПЧ. Фазова похибка в контурі ФАПЧ. Формування тактових імпульсів за допомогою вузькосмугового фільтра і системи ФАПЧ.

Перелік рекомендованої літератури

1. Ткачук, В. М. Радіопередавальні пристрої : навчальний посібник / В. М. Ткачук, С. М. Цирульник, Т. А. Петренко. – Вінниця : Т. П. Барановська, 2015. – 188 с.
2. Чумаков В.І., Підченко С.К., Таранчук А.А., Харченко О.І. Радіоелектронні засоби телекомунікацій. Підсилювачі радіочастоти радіоприймальних пристроїв: навч. посібник / В.І. Чумаков, С.К. Підченко, А.А. Таранчук, О.І. Харченко. – Хмельницький: ХНУ. – 2015. – 181 с.
3. Андреев О.В. Генерування та формування сигналів. Навчальний посібник /О.В. Андреев, В.В. Ципоренко, В.Г. Ципоренко, І.І. Полещук . – Житомир : ЖДТУ, 2018. – 95 с.
4. Горбатий І.В. Методи формування й оброблення сигналів у телекомунікаційних системах: монографія/ І.В. Горбатий, Р.І. Желяк, М.Д. Кіселичник; за заг. ред. І.В. Горбатого. – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2019. – 336 с.
5. Кабак В.С. Схемотехніка сучасних синтезаторів частот : навч. посібник /В.С. Кабак, С.В. Морщавка; Запорізький нац. техн. університет. - Запоріжжя: Дике Поле, 2016. - 248 с.
6. Климаш М. М., Колодій Р. С. Телекомунікаційні системи передавання інформації. Навчальний посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. 632 с.

5 Цифрові системи комутації та розподілу інформації в електронних комунікаціях

Принципи організації та архітектури побудови систем комутації електрозв'язку. Побудова комутаційних мереж. Функціонування комутаційних блоків і вузлів. Принципи об'єднання комутаційних вузлів у мережі. Особливості

побудови транспортних і комутованих мереж, телефонної мережі загального користування. Питання керування і сигналізації в телефонних мережах.

Розрахунок інтенсивностей абонентських навантажень на телефонній мережі. Розрахунок числа з'єднувальних ліній і групових трактів. Системи сигналізації та аналіз роботи цифрових систем комутації (ЦСК) при міжстанційних з'єднаннях на МТМ. Функціональна архітектура сучасної ЦСК. Інтерфейси ЦСК. Обладнання доступу до ЦСК. Модуль аналогових та цифрових абонентських комплектів. Особливості комутаційних полів ЦСК. Етапи проектування ПЗ ЦСК.

Цифрова електронна комутаційна система EWSD фірми Siemens: комутаційна платформа NEAX-61 компанії NEC; архітектура NEAX 61 компанії NEC; застосування комутаційної системи EWSD; апаратне забезпечення комутаційної системи; переваги і послуги, що надаються EWSD; технічна характеристика EWSD. Перехід до мереж та систем наступного покоління. Три етапи побудови мереж NGN.

Основи теорії розподілу інформації, що включає основні моделі потоків телефонних викликів, комутаційних систем і алгоритмів обслуговування. Методи розрахунку структурних параметрів і параметрів якості обслуговування як класичних, так і сучасних комутаційних систем електрозв'язку.

Місце і роль цифрових систем комутації (ЦСК) у сучасній інфраструктурі електронних комунікацій. Узагальнена архітектура цифрової системи комутації. Архітектура ЦСК.

Підсистема абонентського радіодоступу стандарту DECT. Устаткування вузлів комутowanego доступу до мережі Internet IPOP.

Розвиток ЦСК у напрямку конвергенції технологій комутацій каналів і пакетів. Розвиток ЦСК у напрямку конвергенції технологій комутацій каналів і пакетів. Архітектура ЦСК із комутацією пакетів SI-2000/v.6. Підсистема сигналізації і синхронізації ЦСК SI-2000/v.6.

Розрахунок інтенсивності абонентських навантажень на телефонній мережі. Розрахунок числа з'єднувальних ліній і групових трактів. Системи сигналізації та аналіз роботи ЦСК при міжстанційних з'єднаннях на МТМ (міської телефонної мережі).

Перелік рекомендованої літератури

1. Ільченко М.Ю., Кравчук С.О. Телекомунікаційні системи. – К.:Наукова думка, 2017. – 738с.
2. Голь В.Д. Телекомунікаційні та інформаційні мережі / В.Д. Голь, Ірха М.С. – Київ : ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 250 с.

3. Кирпач Л.А. Сигналізація та синхронізація в телекомунікаційних системах та мережах. К: ДУТ, 2015, - 60 с.
4. Горбатий І. В. Телекомунікаційні системи та мережі. Принципи функціонування, технології та протоколи : навч. посібник / І. В. Горбатий, А. П. Бондарєв. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2016. – 336 с.
5. Телекомунікаційні системи передачі : підручник / В. М. Кичак, О. М. Шинкарук, Г. Г. Бортник, І.І. Чесановський, О.В. Стальченко. – Хмельницький: Видавництво НАДПСУ, 2016. – 424 с.
6. Горбатий І. В. Телекомунікаційні системи та мережі. Принципи функціонування, технології та протоколи : навч. посібник / І. В. Горбатий, А. П. Бондарєв. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2016. – 336 с.
7. Лізунов П.П. Комп'ютерні мережі і телекомунікації: навч. посібник / П. П. Лізунов, Г. Л. Васильєва, Ю. І. Мінаєва, О. Ю. Філімонова. – Київ : КНУБА, 2017. – 140 с.
8. Жураковський Б. Ю. Комп'ютерні мережі: навч. посібник /Б. Ю. Жураковський, І.О. Зенів. - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 336 с.