

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет електроніки
Кафедра фізики напівпровідників

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

зі спецкурсу:

“Організація і проектування комунікаційних систем”

Галузь знань 0501 Інформатика та обчислювальна техніка

Напрямок підготовки 6.050101 – Комп’ютерні науки

Спеціальність: Системи і технології обробки інформації

**Кредитно-модульна система
організації навчального процесу**

Факультет електроніки, форма навчання - денна

Витяг з навчального плану

Номер семестру	Кількість ауд. годин	У тому числі			Кількість годин СР	КР	КП	Заліки	Іспити
		Л	П, С	ЛР					
7	108	54		54	216			2	

Розглянуто на засіданні
кафедри фізики напівпровідників

" _____ " _____ 2013 р.

Завідувач кафедри

_____ проф. Й.М. Стахіра

Рекомендовано
методичною радою
факультету електроніки

" _____ " _____ 2013р.

Голова методради

_____ доц. Р.Я. Шувар

1. Анотація

Метою спецкурсу є ознайомлення студентів з основами функціонування комунікаційних систем для передавання даних та їх апаратним забезпеченням. Різноманітними сучасними комунікаційними системами та каналами зв'язку, методами передавання даних та пропускнуою здатністю каналів зв'язку різних комунікаційних систем, що використовують різні середовища передавання даних. Важливим є вивчення фундаментальних засад передавання інформаційних сигналів їх загасання в різних середовищах – обмежених, необмежених, що поряд з іншими характеристиками (частоти мовлення, частотні смуги каналів) визначає швидкості передавання даних, відстані між ретрансляторами та ін. Ознайомлення з основами функціонування глобальної інформаційно-комунікаційної системи – мережі Інтернету, методами та технологіями Інтернет-доступу.

2. Програма курсу

Тема 1. Вступ. Основні поняття комунікаційних систем. Мета та ознайомлення з програмою курсу. Означення комунікаційних систем. Поява та основні етапи розвитку електронних комунікаційних систем. Короткий історичний огляд основних етапів розвитку комунікаційних систем: електрокабельних та систем на електромагнітних хвилях.

Тема 2. Загальні принципи побудови комунікаційних систем. Загальна структура комунікаційної та комунікаційно-інформаційної систем. Завдання приймача та передавача у комунікаційній системі. Можливі класифікації комунікаційних систем. Стандартизація у галузі комунікацій. Міжнародні організації розробники стандартів.

Тема 3. Короткий огляд комунікаційних систем (КС) необмеженого середовища передавання даних (СПД). Мікрохвильові КС наземного (МІТРС, МІТРС ВВЧ, Wimax) та космічного базування. Телерадіо КС, включаючи системи мобільного зв'язку мікрохвильового діапазону. Лазерні оптичні КС (FSO та космічного базування).

Тема 4. Комунікаційні системи (КС) обмеженого СПД. Основні обмежені СПД: міднокабельні дво- та чотирипроводові, коаксіальні та кабелі типу вита пара, оптоволоконні кабелі (ОВК). Реалізація ліній зв'язку КС та їх можливий поділ на канали зв'язку (КЗ). Канали зв'язку їх характеристики і класи – аналогові, цифрові. Канали зв'язку та режими їх роботи і передавання даних. Методи передавання даних: комутація каналів зв'язку, комутація повідомлень та комутація пакетів.

Тема 5. Розвиток кабельних телефонних комунікацій та основні їх стадії. Основні стадії розвитку провідно-кабельних телефонних мереж. Основні способи розділення на КЗ у провідно-кабельних телефонних мережах, їх основні компоненти та передавання групових сигналів. Цифрові мережі Integrated Service Digital Network (ISDN) їх будова та їх основні інтерфейси і швидкості передавання. Міжнародні ієрархії цифрових систем зв'язку, їх служби зв'язку електричних та оптичних систем.

Тема 6. Оптиковолоконний кабель (ОВК) як СПД комунікаційних систем. Фізичні основи реалізації поширення світлових сигналів в ОВК. Проблеми введення максимальної потужності в ОВК. Модальна дисторсія та розширення інформаційних сигналів в ОВК та можливості її уникнення.

Тема 7. Основні типи оптичних волокон (ОВ) та середовища для їх виготовлення. Багатомодові та одномодові ОВ: ступінчаті, градієнтні, W-подібні. Основні матеріальні середовища для одержання ОВ та основні механізми втрати потужності сигналів і їх швидкості загасання. Можливості зменшення модальної дисторсії при одержанні ОВК. Швидкості передавання та дальності зв'язку у ВОЛЗ. Джерела світла передавачів для ВОЛЗ та рівні їх потужності.

Тема 8. Цифрові системи міжнародних комунікацій на ОВК та їх взаємодія з електрокабельними цифровими службами, їх технології і ієрархії. Основні технології цифрових глоба-

льних мереж і їх агрегації (ієрархії). ВОЛЗ та технології SDH/SONET. Особливості формування кадрів STS та STM в синхронній ВОЛЗ (SONET) та максимальні швидкості передавання. Новітні гібридні FTTX-технології мереж Інтернет-доступу на ОВ та електрокабелях.

Тема 9. Особливості передавання в оптичних каналах зв'язку обмеженого та необмеженого СПД. Методи модуляції та формування оптичних сигналів. Тепловий та квантовий шум. Швидкості передавання даних по оптичному каналі зв'язку. Рівняння зв'язку для оптичних FSO-комунікаційних систем та особливість FSO-технології Інтернет-доступу.

Тема 10. Комунікаційні системи радіо-та телерадіомовлення. Переваги цифрового телерадіомовлення. Телерадіомовлення ефірними ДВЧ- та УВЧ-системами. Телерадіорозподільчі мережі ДВЧ- та УВЧ. Побудова та основні компоненти ДВЧ- та УВЧ-мереж: головні станції (ГС), радіотелепередавальні станції (РПС), ретранслятори (РТ) та бустери, радіорелейні лінії зв'язку (РРЛЗ). Переваги цифрового телерадіомовлення.

Тема 11. Поширення ЕМ-хвиль мікрохвильового діапазону та їх загасання. Дальність горизонту та його розрахунок. Вплив рельєфу поверхні Землі та атмосфери на поширення та загасання мікрохвиль. Рельєф поверхні та дальність зв'язку в мікрохвильовому та дециметровому діапазонах. Зона Френеля. Вплив атмосфери на поширення мікрохвиль і їх загасання зумовлене поглинанням молекулами води та кисню. Вплив атмосферних гідрометеорів (опадів дощу, снігу, туману).

Тема 12. Комунікаційні системи мікрохвильового діапазону Земля – ШСЗ. Еквівалентна довжина шляху мікрохвиль у стандартній навколосезній атмосфері та їх загасання на трасі Земля-Космос. Вплив тропо- та іоносфери на зв'язок Земля-Космос. Зміна напрямку поширення та вектора поляризації ЕМ-хвиль. Особливості супутникового телерадіомовлення. Зони мовлення: BSS та FSS, супутникове пряме телерадіомовлення (СПТМ).

Тема 13. Комунікаційні супутникові системи та супутникові системи Інтернет-доступу. Інтернет-доступ GEO-супутниковими системами першого покоління. Система DirecWAY. Інтернет-доступ з використанням наземної системи терміналів VSAT. Доступ потужними європейськими GEO-системами: одно- та двосторонній ASTRA- та Eutelsat-супутниковий Інтернет-доступ. Інтернет-доступ низькоорбітальними супутниковими системами: системою ШСЗ-LEO Iridium та Iridium NEXT.

Тема 14. Наземні мікрохвильові телерадіоінформаційні розподільчі мережі (МТРМ). Порівняння МТРМ з ДВЧ- та УВЧ-системами ефірного мовлення та їх переваги. Можливі класифікації МТРМ: за дальність/радіусом зони мовлення; за видами інформації що транслюється; видами зон обслуговування. Склад МТРМ та їх основні компоненти і вузли: загальна будова центральної станції (ЦС) МТРМ її основні складові компоненти та їх призначення

Тема 15. Розбудова мікрохвильових телерадіоінформаційних розподільчих мереж (МТРМ). Організація кругового, секторного та стільникового мовлення в МТРМ. Основні МТРМ: мікрохвильова інтегрована телерадіоінформаційна система (МІТРС), основні її параметри, порівняння МІТРС з МІТРС ВВЧ їх переваги, недоліки. Зарубіжні МТРМ: MMDS – багатоканальна багатоточкова розподільча система; LMDS – служба місцевої багатоточкової розсилки; MVDS – багатоточкова система розподілу телебачення. Порівняння MMDS, MVDS, LMDS їх основні властивості, переваги, недоліки.

Тема 16. Безпроводові WiMAX-технології та WMAN-мережі (безпроводові комунікаційні мережі масштабу мегаполісу). Принципи розбудови, структура, склад та режими роботи WiMAX-систем. Основні стандарти WiMAX-систем. Порівняння WiMAX з іншими безпроводовими системами (WiBro) та перспективи безпроводового Інтернет-доступу. Розгортання мереж WiMAX в Україні.

Тема 17. Безпроводові системами в стандарті цифрового європейського зв'язку. Стандарт DECT. Розвиток стандартів безпроводових локальних радіомереж (RLAN). RLAN стандарту IEEE

802.11 та її розвиток і трансформації. Методи передавання: FHSS та DSSS. Режими функціонування RLAN IEEE 802.11 та безпроводова система Wi-Fi Інтернет-доступу. Режими роботи та швидкості передавання даних Wi-Fi систем стандартів IEEE 802.11a/b/ n.

Тема 18. Розвиток систем мобільного стільникового зв'язку. Принцип дії систем стільникового зв'язку та їх основне обладнання. Системи мобільного зв'язку різних поколінь: стандарти їх розвиток та швидкості передавання. Стільниковий зв'язок в Україні. Новітні системи 3G-та 4G-мобільного зв'язку і Інтернет-доступ. Радіомережі Bluetooth, їх розвиток та основні специфікації. Розвиток портативних комп'ютерних мобільних систем, радіомодеми та Інтернет-доступ

Тема 19. Інтернет-доступ по мікрохвильових телерадіоінформаційних розподільчих мережах (МТРМ). Інтегрований підхід до побудови систем Інтернет-доступу з використанням МТРМ. Багаторівнева гібридна комунікаційна система передавання даних з елементами космічного базування. Розвиток мікрохвильових Інтернет-комунікацій та систем Інтернет-доступу. Перспективи розвитку Інтернет-технологій та комунікаційних систем розподілених та паралельних обчислень.

Тема 20. Інтернет-доступ комунікаційними мережами кабельного телебачення (МКТБ). Причини появи МКТБ. Основні елементи та структура МКТБ. Новітні технології Інтернет доступу з використанням МКТБ. Порівняння швидкостей передавання каналами МКТБ та технологіями xDSL.

Теми лабораторних занять

Завдання 1. Загальні принципи роботи комунікаційних систем. Інформаційна пропускна здатність каналу зв'язку: теореми Котельникова, Найквіста та формула Клода Шеннона. Перетворення аналогових сигналів у цифрові. Системи кодування інформаційних сигналів. Канали зв'язку комунікаційних систем та їх основні характеристики: часотна смуга пропускання, швидкість загасання сигналів, швидкість передавання даних.

Завдання 2. Загальні принципи передавання інформації. Передавання даних комунікаційними системами різної інформаційної ємності. Інформаційна пропускна здатність каналу зв'язку. Швидкості передавання даних деяких комунікаційних систем Трафік, пропускна здатність каналів зв'язку, час сеансу зв'язку. Кодування, трафік та час сеансу. Режими роботи каналів зв'язку та режими передавання даних. Методи передавання даних у комунікаційних системах.

- передавання даних по телефонних каналах зв'язку (аналогових, цифрових);
- по цифровій каналах (ISDN) з основними інтерфейсами;
- по телевізійних комунікаційних каналах (система PAL).

Завдання 3. Загасання інформаційних сигналів в електрокабельних комунікаційних системах. Скін-ефект у високочастотних електрокабельних комунікаційних системах і можливе його уникнення.

Завдання 4. Модемні електрокабельні комунікаційні системи і модемні електрокабельні технології Інтернет-доступу. Модемні електрокабельні комунікаційні системи КТЗЗК. Модемні електрокабельні комунікаційні DSL-системи.

Завдання 5. Особливості ВОЛЗ: числова апертура, модальна дисторсія, загасання інформаційних сигналів у ОВК.

Завдання 6. Комунікаційні системи на основі ВОЛЗ: рівні потужності сигналів, основні типи оптичних волокон їх фізичні та геометричні параметри. Гібридні комунікаційні системи FTTX.

Завдання 7. Рівняння зв'язку оптичних комунікаційні системи вільнопросторової оптики (FSO-системи). Частотні смуги випромінювання та швидкості передавання даних передавачами оптичного діапазону, реалізованими на напівпровідникових лазері та світлодіодні. Джерела світла передавачів та широкосмугові оптичні канали. Формула Клода Шеннона для швидкості передавання даних у цих каналах зв'язку.

Завдання 8. Особливості поширення дециметрових ЕМ-хвиль та дальність зв'язку.

Завдання 9. Вплив кривизни і рельєфу поверхні Землі та атмосфери на дальність зв'язку і загасання мікрохвиль.

Завдання 10. Комунікаційні системи мікрохвильового діапазону Земля-Космос та супутникове телерадіомовлення.

Методичне забезпечення

1. Галій П.В. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з курсу «Організація і проектування комунікаційних систем». Електронна версія.
2. Галій П.В. Навчальний посібник. з курсу «Організація і проектування комунікаційних систем». Електронна версія.
3. Галій П.В. Методичні рекомендації до лабораторного практикуму зі спецкурсу “Основи Інтернету” для студентів ф-ту електрон. Час. 1. – Львів. Вид. центр ЛНУ ім. Івана Франка. 2004,–47 с.

Основна та додаткова література

1. Олифер В., Олифер Н. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – Санкт-Петербург: Питер Ком, 1999.–672 с.
2. Буров С. Комп'ютерні мережі. – Львів: Бак, 2003.–568 с.
3. Нарытнык Т. Н., Бабак В. П., Ильченко М. Е., Кравчук С. А. Микроволновые технологии в телекоммуникационных системах. К.: Техніка, 2000.–297 с.
4. Спортак М., Паппас Ф., Рензинг Э. Высокопроизводительные сети. Энциклопедия пользователя. – К.: DiaSoft, 1998.–421 с.
5. Стікс Гарі. Триумф світла. Світ науки.–2001.–№ 3.–С. 66–71.
6. Столлингс Вильям. Компьютерные системы передачи данных. – Москва; СПб; Киев: “Вильямс”, 2002.– 670 с.
7. Кравчук С.О.Шонін В.О. Основи комп'ютерної техніки. Компоненти, системи, мережі. – Київ. ПОЛІТЕХНІКА, НТУУ “КПІ”, “Каравела”. 2005,–344 с.
8. Андрианов В. И., Соколов А. В. Средства мобильной связи – СПб.: БХВ-Петербург, 2001. – 256 с.
9. Бейли Д., Райт Э. Волоконная оптика. Теория и практика.. – М.: Кудиц-пресс, 2008. – 320 с.
10. Под ред. Н.А.Семенова Г.Г. Оптическая связь. –М.: Связь, 1999. – 264 с.
11. Парфенов Ю. А., Мирошников Д. Г. Последняя миля на медных кабелях. – М.: Эко-Трендз, 2001. – 224 с.
12. Величко В.В., Катунин Г.П., Шувалов В.П. Основы инфокоммуникационных технологий. – М.: Горячая Линия–Телеком, 2009. – 718 с
13. Вишневский М.В., Ляхов А.И., Портной С.Л., Шахнович И.В. Широкополосные беспроводные сети передачи информации. – М.: Техносфера, 2005. – 592 с.
14. Козак І. А. Телекомунікації в бізнесі: Навч. посіб. – К.: КНЕУ, 2004. – 367 с.
15. Шахнович И.В. Современные технологии беспроводной связи. М.: Техносфера, 2004. – 225 с.

Програму склав:

професор Галій П.В.