

ПРОГРАМА
вступного іспиту зі спеціальності
172 «Телекомунікації та радіотехніка»
для вступників на навчання в аспірантурі

I. Телекомунікаційні системи та мережі

1. Основні поняття теорії сигналів.

Класифікація сигналів та їх математичний опис. Детерміновані сигнали. Випадкові сигнали. Неперервні та дискретні сигнали.

2. Модульовані сигнали.

Поняття про модуляцію. Види модуляції. Модуляція та демодуляція (детектування) неперервного гармонічного коливання.

3. Радіовимірювання.

Поняття вимірювання. Одиниці вимірювання. Класифікація вимірювань. Засоби вимірювань. Вимірювання струмів і напруг. Вимірювання опору, індуктивності, ємності.

4. Пристрої генерування та формування радіосигналів.

Класифікація пристроїв генерування та формування радіосигналів та їх основні характеристики. Приклади структурних схем передавальних пристроїв. Основні компоненти передавальних пристроїв.

5. Пристрої приймання і обробки сигналів.

Класифікація приймачів та їх основні характеристики. Приклади структурних схем приймачів. Основні компоненти приймачів. Автоматичне регулювання підсилення в приймачах.

6. Аналогові електронні пристрої.

Типи підсилювачів. Характеристики підсилювачів. Підсилювачі з від'ємним зворотнім зв'язком. Операційні підсилювачі та їх застосування.

7. Цифрові пристрої.

Основні характеристики та параметри логічних елементів. Пристрої кодування та перетворення цифрової інформації. Послідовнісні пристрої. Запам'ятовувальні пристрої.

8. Мікропроцесори та ЕОМ.

Структурна схема мікропроцесора. Структура ЕОМ. Характеристики ЕОМ.

Застосування мікропроцесорів та ЕОМ в радіотехнічних системах.

9. Телевізійні системи.

Узагальнена схема телевізійної системи. Класифікація телевізійних систем. Системи мовного кольорового телебачення.

10.ІКМ.

Дискретизація. Квантування. Кодування. Формування ІКМ-сигналу. Часовий спектр ІКМ-сигналів. Ієрархія швидкостей передачі і ІКМ-систем. Взаємодія з іншими системами.

11.Лінії зв'язу.

Завадозахищеність і взаємні впливи в направляючих системах.

12.Синхронна цифрова ієрархія SDH - SONET.

Ієрархія та принцип побудови SDH - SONET. Мультиплексування потоків і швидкості передачі. Взаємодія з іншими стандартами передачі.

13.Оптичне волокно.

Види ОВ. Основні характеристики і параметри ОВ. Розрахунок довжини регенераційної ділянки. Дисперсія в ОВ. Порівняння з іншими середовищами передачі.

14.Повністю оптичні мережі (AON).

Структура та методи AON. Основні елементи AON. Оптична комутація в AON. Технології WDM, DWDM. Перспективи використання.

15.Системи масового обслуговування.

Процеси розмноження-загибелі. Система М/М/1. Системи з втратами. Системи з очікуванням. Пріоритетне обслуговування.

16.Технологія АТМ.

Структура і протоколи. АТМ-комутатори. Управління і захист від перевантажень в АТМ-мережах. Перспективи розвитку і впровадження.

17.Мобільний і радіозв'язок.

Основні принципи побудови мобільного зв'язку. Стандарт NMT-450. Стандарт GSM-900/1800. Основи стандарту CDMA. Системи мобільного зв'язку третього покоління.

18. Основи захисту інформації.

Загрози безпеці і цілісності даних. Основні принципи захисту інформації. Апаратні засоби захисту. Програмні засоби захисту. Захист інформації в мережевих ОС. Захист інформації в комп'ютерних мережах. Віддалені атаки в Internet.

19. Всесвітня комп'ютерна мережа Internet.

Основні принципи побудови мереж Internet. Способи об'єднання комп'ютерів в мережу. Система адрес та імен. Засоби Internet.

20. Локальні комп'ютерні мережі.

Базова модель взаємодії відкритих систем OSI. Топології локальних комп'ютерних мереж. Активне і пасивне обладнання локальних комп'ютерних мереж.

21. Протоколи локальних і глобальних комп'ютерних мереж.

Стек протоколів TCP/IP. Типи і діапазони IP-адрес. Стек IPX/SPX. Взаємодія мереж з вказаними протоколами.

22. Мережі NGN.

Архітектура мереж NGN. Транспортні мережі NGN. Мережі доступу NGN. Послуги мереж наступного покоління.

II. Радіотехнічні пристрої та засоби телекомунікацій

23. Аналогова мікросхемотехніка.

Особливості аналогових інтегральних схем. Основні аналогові функції. Елементи схемотехніки аналогових інтегральних схем. Еталони напруги та струму. Складені транзистори. Елементарні підсилювальні каскади. Каскоди. Диференціальний каскад. Каскади зсуву потенціальних рівнів. Вхідні каскади. Вихідні каскади.

24. Інтегральні підсилювачі слабких сигналів.

Класифікація, основні параметри та характеристики підсилювачів. Стабільність параметрів підсилювача та способи її забезпечення. Операційні підсилювачі, їх параметри та характеристики, способи вмикання. Корекція

частотних характеристик операційного підсилювача. Малосигнальна модель ідеалізованого ОП. Функціональні вузли на основі ОП.

25. Підсилювачі потужності.

Основні параметри та принципи побудови підсилювачів потужності. Графо-аналітичний розрахунок ПП. Безтрансформаторні ПП.

26. Автогенератори гармонічних коливань.

Основні поняття про автогенератори та принципи їх побудови. RC-автогенератори гармонічних коливань. LC - автогенератори. Автогенератори з внутрішнім зворотним зв'язком. Стабільність частоти автогенераторів. Параметричні генератори гармонічних коливань.

27. Імпульсні пристрої на інтегральних мікросхемах.

Загальна характеристика імпульсних пристроїв. Параметри імпульсних сигналів. Формувачі імпульсів. Релаксаційні генератори прямокутних імпульсів. Релаксаційні генератори пилоподібних імпульсів напруги. Імпульсні пристрої на тунельних діодах.

28. Перетворювачі спектру на інтегральних мікросхемах.

Основні принципи побудови перетворювачів спектру. Помножувачі частоти. Перетворювачі частоти. Амплітудні модулятори. Кутова модуляція. Амплітудні детектори. Детектування коливань із кутовою модуляцією.

29. Основні поняття цифрової мікросхемотехніки.

Принципи формування цифрових сигналів. Структурна схема тракту цифрової обробки інформації. Математичний апарат цифрової мікросхемотехніки.

30. Елементна база цифрових мікросхем.

Класифікація, основні характеристики та параметри цифрових мікросхем. Електронні ключі. Базові логічні елементи інтегральних мікросхем. Інтегральні тригери. Особливості елементної бази великих інтегральних мікросхем. Математичні моделі ЦП.

31. Цифрові мікросхеми комбінаційного типу.

Перетворювачі кодів. Комутатори. Компаратори. Суматори. Програмовані логічні матриці.

32.Цифрові мікросхеми послідовнісного типу.

Регістри. Лічильники. Генератори чисел.

33.Напівпровідникові мікросхеми пам'яті.

Класифікація і основні параметри мікросхем пам'яті. Мікросхеми ОЗП.

Мікросхеми ПЗП.

34.Пристрої цифрової обробки сигналів.

Аналого-цифрові перетворювачі. Цифро-аналогові перетворювачі.
Цифрові фільтри.

35.Мікропроцесори і мікро-ЕОМ.

Класифікація та елементна база мікропроцесорів. Мікропроцесори з апаратним керуванням. Мікропроцесори з мікропрограмним керуванням та нарощуваною розрядністю. Мікро-ЕОМ.

36.Основні поняття теорії сигналів.

Роль сигналів у процесах обміну інформацією. Класифікація та способи математичного описання сигналів.

37.Детерміновані сигнали, їх математичні моделі та характеристики.

Математичні моделі детермінованих сигналів у часовій царині. Частотне (спектральне) описання детермінованих сигналів. Операторне зображення детермінованих сигналів. Властивості спектрів детермінованих сигналів. Основні поняття про векторне зображення сигналів.

38.Випадкові сигнали, їх математичні моделі та характеристики.

Випадкові процеси та одномірні закони розподілу ймовірностей. Функції розподілу ймовірностей вищих порядків. Стаціонарні та ергодичні випадкові процеси. Енергетичний спектр випадкового процесу.

39.Модульовані сигнали, їх математичні моделі та характеристики.

Основні поняття про модуляцію. Види модуляції. Модуляція неперервного гармонічного коливання. Модуляція імпульсних коливань.

40.Дискретні сигнали.

Дискретизація аналогових сигналів. Квантування неперервних сигналів за рівнем. Основні поняття про інформаційні моделі сигналів. Кількість інформації та ентропія. Основні поняття про кодування сигналів.

III. Радіотехнічні та телевізійні системи

41. Основи теорії сигналів.

Енергетичні характеристики сигналів. Кореляційні характеристики детермінованих сигналів. Спектральний опис детермінованих сигналів. Математичні моделі АМ-сигналів. Спектральний опис АМ-сигналів. Основні характеристики та параметри сигналів з кутовою модуляцією. Спектральний опис ЧМ та ФМ сигналів. Модуляція імпульсних коливань. Перетворення неперервного сигналу в цифровий. Кількісна міра інформації для дискретних повідомлень.

42. Основи надійності радіоелектронних пристроїв.

Структура надійності радіоелектронних пристроїв. Щільність розподілу відмов. Ймовірність безвідмовної роботи. Інтенсивність відмов роботи. Теоретичні розподіли часу напрацювання до відмови. Показники надійності відновлювальних пристроїв. Підвищення надійності пристроїв шляхом резервування. Орієнтовна оцінка РЕП за інтенсивністю відмов елементів.

43. Телевізійні системи.

Узагальнена структурна схема телевізійної системи. Принцип побудови систем кольорового телебачення. Принципи формування і обробки сигналів у системі NTSC, PAL, SEKAM. Особливості формування і обробки сигналів у цифровому телебаченні. Чіткість телевізійного зображення. Пристрої відтворення телевізійних зображень.

44. Радіотехнічні системи.

Методи вимірювання кутових координат. РТС вимірювання швидкості. Пристрій вимірювання доплерівського зсуву. Частотний метод вимірювання віддалі. Кореляційний метод вимірювання швидкості.

IV. Оптиелектронні системи

45. Фізичні основи побудови оптиелектронних систем.

Визначення оптиелектроніки, її місце у науково-технічному просторі. Особливості оптиелектроніки як нового напрямку електронної техніки. Шкала електромагнітних хвиль та її область, що використовує оптиелектроніка. Фотон як носій інформації.

Загальні риси випромінювання та його поширення в середовищах. Просторова та часова когерентність. Оцінка частки когерентного та некогерентного (спонтанного) випромінювання.

Рівняння плоскої неоднорідної хвилі та оптичні сталі. Розповсюдження випромінювання в ідеальному діелектрику в наближенні гармонічних коливань. Поглинання та розсіяння оптичним середовищем. Фазова швидкість та дисперсійне рівняння. Матеріальна, часова та модова дисперсії.

Проходження випромінювання через межу поділу двох середовищ, основні співвідношення. Коефіцієнт відбивання і пропускання для середовища без поглинання. Вплив скінченної провідності середовища на коефіцієнт його відбивання. Повне внутрішнє відбивання та визначення критичного кута.

Фізичні принципи побудови модуляторів випромінювання. Механічні, електро- та магнітооптичні модулятори, їх основні характеристики. Фазова модуляція випромінювання. Принцип голографії. Схеми отримання голограм різного типу.

46. Елементна база оптиелектронних систем.

Фотоприймачі. Основні принципи побудови фотоприймачів на основі внутрішнього та зовнішнього фотоефекту. Обмеження швидкодії фотоприймача часом переносу носіїв струму. Основні параметри фотоприймачів. Обмеження за чутливістю та пороговими характеристиками. Еквівалентна потужність шумів фотоприймача. Основні типи напівпровідникових приймачів. Фоторезистори. Фотодіоди на основі германію і кремнію, інших сполук. Основні принципи та переваги побудови

фотоприймачів на квантово-розмірних структурах.

Джерела випромінювання. Нерівноважне випромінювання та явище люмінесценції. Ймовірність випромінювальної рекомбінації та її зв'язок з зонною структурою напівпровідника. Класифікація інжекційних джерел випромінювання. Базові структури світлодіодів (СД). Зовнішня квантова ефективність світлодіодів. Основні характеристики СД – вольтамперні, спектральні, температурні та часові. Особливості включення СД в кола постійного та змінного струму.

Основи лазерної техніки. Спонтанне та вимушене випромінювання. Коефіцієнти Ейнштейна. Форма лінії, причина розширення ліній. Коефіцієнт підсилення активного середовища. Інверсна заселеність. Класифікація та основні параметри лазерів: поляризація, спектр випромінювання, розбіжність лазерного пучка, енергія і потужність випромінювання. Газові лазери. Твердотільні лазери. Рідинні лазери. Напівпровідникові інжекційні лазери. Принцип дії інжекційного лазера. Класифікація інжекційних лазерів.

Генерація гармонік лазерного випромінювання. Розрахунок енергетичних і часових характеристик випромінювання лазерів.

Визначення інтегральної оптики та її елементна база. Типи мікрохвелеводів в інтегральній оптиці. Хвелеводні моди. Нормована товщина хвелевода та його нормований показник заломлення. Пристрої вводу/виводу випромінювання у хвелевід. Оптоелектронні інтегральні схеми.

47. Основи оптоелектронної системотехніки.

Оптоелектронні системи зв'язку і передавання інформації. Аналогові методи передавання інформації по оптичному каналу. Модуляція інтенсивності; частотна і фазово-імпульсна модуляції. Цифрові методи передавання інформації. Методи кодування та основні параметри цифрових систем зв'язку.

Волоконна оптика. Типи оптичних волокон та їх характеристики. Побудова оптичного кабелю. Оптичні кабелі для передачі світла та зображення. Розширення імпульсу при проходженні його через волоконний світловод. Втрати оптичної потужності сигналу, ширина смуги пропускання, передавальна функція. Моди випромінювання. Методи вимірювання характеристик оптичних

волокон.

Основи проектування волоконно-оптичних ліній зв'язку. Передавальні та приймальні модулі. Структура та технічні характеристики волоконно-оптичних ліній зв'язку (ВОЛЗ). Вимоги до їх основних елементів. Особливості побудови і монтажу. Втрати при з'єднанні оптичних волокон. Застосування волоконно-оптичних ліній.

Оптична локація. Особливості методів і техніки оптичної локації. Структурна схема оптоелектронного локатора (ОЕЛ). Параметри локаційних сигналів і методи їх виявлення та обробки. Вимірювання параметрів з допомогою оптоелектронних локаторів. Методи вимірювання відстані, швидкості та кутових координат. Методи теорії статистичних оцінок.

Системи оптичної пам'яті. Методи реєстрації та зчитування оптичних сигналів з носіїв. Реверсивні та нереверсивні середовища. Основні параметри оптичних дисків пам'яті. Ємність, оперативна швидкість, роздільна здатність. Аналогові, цифрові та голографічні методи.

Оптоелектронні сенсори для вимірювання та газового складу, принципи побудови. Джерела світла і фотоприймачі для ліній поглинання різних газів. Оптоелектронні сенсори, чутливі до електричного та магнітного полів. Ефекти Фарадея і Поккельса. Оптоелектронні сенсори зображення.

Оптоелектронні системи та пристрої відображення інформації. Електрооптичні ефекти в рідких кристалах і їх використання в пристроях відображення інформації. Засоби відображення інформації на тонкоплівкових електролюмінісцентних структурах: фізико-технологічні основи, електрооптичні характеристики, особливості керування. Газорозрядні пристрої відображення інформації. Світлодіодні індикатори і табло на їх основі. Характеристики світлодіодних кольорових та повнокольорових екранів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

I. Телекомунікаційні системи та мережі

1. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов по спец. "Радиотехника" - М.: Высш. шк. 1988. - 488 с.
2. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов. М.: Радио и связь, 1986. - 512 с.
3. Радиопередающие устройства: Учебник для вузов / Л.А. Белов, М.В. Благовещенский, В.М. Богачев и др.; Под ред. М.В. Благовещенского, Г.М. Уткина. - М.: Радио и связь, 1982. - 408 с.
4. Каганов В.Й. Транзисторные радиопередатчики. Изд. 2-е, перераб. и доп. - М., "Энергия", 1976.- 448 с., с ил.
5. Каганов В.И. СВЧ полупроводниковые радиопередатчики. – М.: Радио и связь, 1981. - 400 с., с ил.
6. Проектирование радиоприемных устройств. Под ред. А.П. Сиверса. Учебное пособие для вузов. - М.: "Сов. радио", 1976. - 486 с.
7. Справочник по учебному проектированию приемно-усилительных устройств / М.К. Белкин, В.Т. Белинский, Ю.Л. Мазор, Р.М. Терещук. 2-е изд. - К.: Выща шк. Головное изд-во, 1988. - 472с, 316 ил. -Библиогр.: 129 назв.
8. Цифровая техника: Учеб. Пособие /В.Е. Рыцар. – К.: УМК ВО, 1991.- 372 с. – На укр. яз.
9. Прикладная теория цифровых автоматов / К.Г. Самофалов, А.М. Романович, В.Н. Валуйский и др.; Под ред. К.Г. Самофалова. - К.: Выща шк., 1987. - 375с.
- 10.Токхейм Р. Основы цифровой электроники. - М.: Мир, 1988. - 392 с.
- 11.Шило В.Л. Популярные цифровые микросхемы. - М.: Радио и связь, 1987.-352 с.
- 12.Кузьмин И.В., Кедрус В. А. Основы теории информации и кодирования. - К.: Высшая шк., 1986. - 238 с.
- 13.Є. Буров. Комп'ютерні мережі. - Львів: БаК, 1999. - 468 с.
- 14.Б.В. Гнеденко. И.Н. Коваленко. Введение в теорию массового

- обслуживания.-2 изд., перераб. и доп. - М.: Наука. Гл. Ред. физ.-мат.лит. – 1987. - 336с.
- 15.Р.Р. Убайдуллаев. Волоконно-оптические сети. - М.: Эко-Трендз, 2000. - 267 с.
- 16.Волоконно-оптическая техника: история, достижения, перспективы. Сборник статей под ред. Дмитриева С.А.; Слепова Н.Н. – М.: «Connect», 2000. – 376 с.
- 17.Н.Н. Слепов. Синхронная цифровая иерархия SDH. - Nokia Corp., 1999. – 282с.
- 18.В.И. Корнейчук. Оптические системы передачи. - К.: «Техніка», 1994. – 386 с.
- 19.Н.Н. Баева. Многоканальная электросвязь и РРЛ. Учебник для вузов. - М.: Радио и связь, 1988. – 312 с.
- 20.Сети и системы телекоммуникаций. У 4 томах. За редакцією М.В. Захарченко. - К.: "Техніка", 2000.
- 21.Климаш М.М., Пелішок В.О., Михайленіч П.М. Технології мереж мобільного зв'язку. – К.: «Освіта України» 2010. – 624с.
- 22.Телекомунікаційні та інформаційні мережі:Підручник для вищих навчальних закладів. /П.П. Воробієнко, Л.А. Нікітюк, П.І. Резніченко. – К.:САММІТ-КНИГА, 2010. – 640 с.:ил..
- 23.Сети следующего поколения NGN / под ред.. А.В.Рослякова. – М.:Эко-Трендз, 2008 – 424 с.:ил.
- 24.Климаш М.М. Теоретические основы телекоммуникационных сетей: монографія / Климаш М.М., Стрихалюк Б.М., Кайдан М.В. – Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. – 644 с.

II. Радіотехнічні пристрої та засоби телекомунікацій

- 25.Алексенко А. Г., Шагурин И.И. Микросхемотехника: Учебное пособие для вузов. - М.: Радио и связь, 1982. - 416с.
- 26.Агаханян Т.М. Интегральные микросхемы: Учебное пособие для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 464с.

27. Функциональные устройства на микросхемах / В.З.Найдеров, А.И.Голованов, З.Ф.Юсупов и др.; Под ред. В.З.Найдерова. - М.: Радио и связь, 1985. - 200с.
28. Каяцкас А. А. Основы радиоэлектроники: Учебное пособие для вузов. - М.: Высш. шк., 1988. - 464с.
29. Андреев В.С. Теория нелинейных электрических цепей: Учебное пособие для вузов. - М.: Радио и связь, 1982. - 280с.
30. Радиопередающие устройства: Учебник для вузов / Л.А.Белов, М.В.Благовещенский, В.М.Богачев и др.; Под ред. М.В.Благовещенского, Г.М.Уткина. - М.: Радио и связь, 1982. - 408с.
31. Микроэлектроника / В.М.Волков, А.А.Иванько, В.Ю. Лапий; Под ред. В.Ю.Лапия: Б-ка инженера - К.: Техника, 1983. - 263с.
32. Гольденберг Л.М. Импульсные устройства: Учебник для вузов. - М.: Радио и связь, 1981. - 224с.
33. Расчет электронных схем. Примеры и задачи: Учебное пособие для вузов / Г.И.Изъюрова, Г.В.Королев, В.А.Терехов и др. -М.: Высш. шк., 1987. - 335с.
34. Прикладная теория цифровых автоматов / К. Г.Самофалов, А.М.Романкевич, В.Н.Валуйский и др.; Под ред. К. Г. Самофалова. -К.: Выща шк., 1987. - 375 с.
35. Савельев П.В., Коняхин В.В. Функционально-логическое проектирование БИС. - М.: Высш. шк., 1990. - 155 с.
36. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. - М.: Мир. 1982. - 512 с.
37. Токхейм Р. Основы цифровой электроники. - М.: Мир, 1988. - 392 с.
38. Трачик В. Дискретные устройства автоматики / Пер. с пол. Е.Н.Мазуриной; Под ред. Д.А.Поспелова. - М.: Энергия, 1978. - 455 с.
39. Шило В. Л. Популярныe цифровые микросхемы. М.: Радио и связь, 1987. - 352 с.
40. Баскаков СИ. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов по спец."Радиотехника" М. :Высш.шк. 1988-488 с.

41. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов. М.: Радио и связь, 1986-512 с.
42. Градштейн И.С., Рыжик И.М. Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений. Изд. "Наука", М.: 1971-1108 с.
43. Зиновьев А.Л., Филиппов Л.И. Введение в теорию сигналов и цепей: Учеб. пособие для радиотехн. специальностей вузов. М.: Высш. школа, 1968-280 с.
44. Конторович М.И. Операционное исчисление и процессы в электрических цепях. Учебное пособие для вузов - М.: Сов. радио, 1975-320 с.
45. Кузьмин И.В., Кедров В.А. Основы теории информации и кодирования. - К.: Вища шк., 1986-238 с.
46. Назаров М. В., Кувшинов Б.И., Попов О.В. Теория передачи сигналов: Учебник для электротехнических институтов связи. М.: Связь, 1970. - 368 с.
47. Попов В.П. Основы теории цепей: Учебник для вузов спец. "Радиотехника" - М.: Высш.шк. -1985. - 496 с.
48. Радиотехнические цепи и сигналы: Учеб. пособие для вузов / Д.В.Васильев, М.Р.Витоль, Ю.Н.Горшенков и др.; Под ред. К.А.Самойло - М.: Радио и связь, 1982. -528 с.
49. Филипский Ю. К. Случайные сигналы в радиотехнике. - К.: Выща школа, 1986. -126 с.
50. Мандзій Б.А., Желяк Р.І. Основи аналогової мікросхемо-техніки: Навч. посібник для вузів - НМК"Тезаурус", ТОО"Форвард": Львів, 1993. - 185 с.
51. Мандзій Б.А., Капустій Б.О., Надобко О.В. Основи цифрової мікросхемотехніки: Навч. посібник для вузів. – Київ, НМК ВО: 1992. - 150 с.
52. Мандзій Б.А., Желяк Р.І. Основи теорії сигналів: Навч. посібник для вузів. – Львів, 1994. - 152 с.

III. Радіотехнічні та телевізійні системи

53. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов по спец."Радиотехника" М.: Высш.шк, 1988. -488 с.

- 54.Мандзій Б.А., Желяк Р.І. Основи теорії сигналів. ЛДКФ “Атлас”: Львів, 2001.- 152с.
- 55.Грицьків З.Д. Основи телебачення.
- 56.Л.А. Недоступ, М.Д. Кіселичник, Ю.Я. Бобало. Основи надійності радіоелектронних пристроїв. Львів: Видавництво держ. у-ту “Львівська політехніка”. - 1998. – 219 с.
- 57.Радиотехнические системы. Под редакцией проф. Ю.М. Казаринова. М.: “Высшая школа”, 1990. – 592 с.
- 58.Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов. М.: Радио и связь, 1986. -512 с.

IV. Оптоелектронні системи

- 59.Анисимова И.Д. Полупроводниковые фотоприемники. / И.Д. Анисимова, И.М. Викулин и др. – М.: Радио и связь, 1984. – 216 с.
- 60.Борн М. Основы оптики / М. Борн, Э. Вольф. – М.: Наука, 1973. – 720 с.
- 61.Волноводная оптоэлектроника / Под ред. Т. Тамира. – М.: Мир, 1991. – 575 с.
- 62.Волоконно-оптические системы передачи и кабели: справочник / И.И.Гроднев, А.Г. Мурадян. – М.: Радио и связь, 1993. – 265 с.
- 63.Гауэр Дж. Оптические системы связи / Дж. Гауэр. – М.: Радио и связь, 1989. – 504 с.
- 64.Гроднев И.И. Волоконно-оптические линии связи / И.И. Гроднев. – М.: Радио и связь, 1990. – 224 с.
- 65.Звелто О. Принципы лазеров / О. Звелто. – М.: Мир, 1990. – 560 с.
- 66.Козанне А. Оптика и связь: оптическая передача и обработка информации / А. Козанне, Ж. Флере, Г. Мэтр, М. Руссо. – М.: Мир, 1984. – 504 с.
- 67.Носов Ю.Р. Оптоэлектроника / Ю.Р. Носов. – М.: Радио и связь, 1989. – 360 с.
- 68.Скоморовский Ю.А. Передача сообщений по оптическим линиям связи / Ю.А. Скоморовский, В.А. Рожанский. – М.: Связь, 1974. – 198 с.
- 69.Справочник по волоконно-оптическим линиям связи / Л.М. Андрушко, В.А. Вознесенский, Б.В. Каток и др. – К.: Техника, 1988. – 239 с.

70. Унгер Х.-Г. Оптическая связь / Х.-Г. Унгер. – М.: Связь, 1979. – 264 с.
71. Шевцов Э.А. Фотоприемные устройства волоконно-оптических систем передачи / Э.А. Шевцов, М.Е. Белкин. – М.: Радио и связь, 1992. – 222 с.
72. Ярив А. Оптические волны в кристаллах / А. Ярив, П. Юх. – М.: Мир, 1987. – 616 с.
73. Saleh В.Е.А. Fundamentals of photonics / В.Е.А. Saleh, М.С. Teich. – New Jersey: John Wiley & Sons, 2007. – 1201 p.