

**ПРОГРАМА**  
вступного іспиту зі спеціальності  
**171 «Електроніка»**  
для вступників на навчання в аспірантурі

1. Фізичні основи функціонування елементів твердотільної електроніки. Основні визначення. Зонна структура напівпровідників. Статистика електронів і дірок у напівпровідниках. Визначення положення рівня Фермі. Провідність напівпровідників. Струми в напівпровідниках. Нерівноважні носії. Рівняння неперервності.

2. Електронно-дірковий р-n-перехід. Розподіл вільних носіїв у р-n-переході. Електричне поле та ширина ОПЗ. Компоненти струму і квазірівні Фермі. Вольт-амперна характеристика. Ємність р-n-переходу.

3. Контакт метал – напівпровідник. Зонна діаграма. Розподіл електричного поля і потенціалу. Вольт-амперна характеристика бар'єру Шоттки. Гетеропереходи.

4. Ефект поля. Зонна діаграма приповерхневої області. Заряд в області просторового заряду. Поверхневі стани.

5. Напівпровідникові діоди. Визначення та класифікація. Діоди на основі р-n-переходів. Еквівалентна схема діода. Характеристичні опори. Перехідні процеси в напівпровідникових діодах. Технологія виготовлення планарного діода. Діод з бар'єром Шоттки. Генерація та рекомбінація носіїв заряду в діодах. Опір бази діода. Температурні залежності. Експлуатаційні характеристики діодів. SPICE моделювання характеристик діодів. Тунельний пробій. Лавинний пробій. Стабілітрони. Варікапи. Тунельний діод. ВАХ тунельного діода. Використання тунельних діодів в автогенераторах коливань.

6. Біполярні транзистори. Класифікація. Умовні позначення. Фізичні процеси і зонна діаграма. Струми в біполярному транзисторі. Схема із спільною базою. Коефіцієнт інжекції. Коефіцієнт перенесення. Диференціальний опір емітерного переходу. ВАХ транзистора в схемі із спільною базою. Схема із спільним емітером. Схема із спільним колектором. Модель Еберса-Молла. Параметри транзистора як чотирьополосника. Система z-параметрів. Система u-параметрів. Система h-параметрів. Частотні і імпульсні властивості біполярних транзисторів. Еквівалентна схема на високих частотах. Частотна залежність комплексного коефіцієнта перенесення. Частотна залежність коефіцієнта підсилення  $\beta$ .

7. Складені транзистори. Ефект відтиснення струму емітера. Інтегральні структури біполярних транзисторів. Біполярні транзистори з гетеропереходами. Біполярні транзистори сенсорної електроніки.

8. Елементи на тиристорних структурах. Визначення, класифікація, структури. Вольт-амперна характеристика діодного тиристора. Феноменологічний опис ВАХ динистора. Режими роботи. Залежність коефіцієнта передачі  $\alpha$  від струму. Залежність коефіцієнта помноження M від напруги VG. Тріністор. Феноменологічний опис ВАХ тріністора. Симетричні тріністори. Схеми керування тиристорами.

9. Польові МДН транзистори. Визначення та класифікація. Структура елементарного МДН транзистора. Основи функціонування МДН транзистора. Характеристики МДН транзистора в області плавного каналу. Характеристики МДН транзистора в області відсічення. Живлення та типові ВАХ МДН транзисторів. Ефект модуляції довжини каналу. Вплив на ВАХ напруги підкладки МДН транзистора. Основні малосигнальні параметри МДН параметрів. Еквівалентна схема МДН транзистора. Методи визначення параметрів МДН транзистора. SPICE моделі МДН транзистора. Нанорозмірні ефекти в МДН транзисторах. Підпорогові характеристики МДН транзистора

10. Елементна база на МДН структурах. Конструктивно-технологічний базис замосуміщеного затвору. Конструктивно-технологічний базис з подвійною дифузією. Конструктивно-технологічний базис КМДН структур. Конструктивно-технологічний базис на основі V-подібних структур з вертикальною інтеграцією. МДН структури надвисокочастотних інтегральних схем. Тонкоплівкові МДН структури. Іонно-селективні польові транзистори. Потужні МДН транзистори. Потужні біполярні транзистори з ізольованим затвором.

11. Прилади з зарядовим зв'язком (ПЗЗ). Структура ПЗЗ матриці. Параметри та застосування ПЗЗ. Флеш пам'ять на МДН транзисторах. Режими функціонування флеш пам'яті. Схемно-структурна реалізація флеш пам'яті.
12. Польові транзистори з керуючим р-п переходом (ПТКП). Базова конструкція та принцип функціонування ПТКП. Конструктивний та параметричний аналіз ПТКП. Характеристики та параметри. ПТКПSPICE моделі ПТКП. Статичний індукційний транзистор. Польові транзистори з затвором Шоттки
13. Елементна база квантової електроніки. Світловиpromінювальні структури твердотільної електроніки. Оптичні переходи. Світлодіоди. Напівпровідникові лазери. Фотодіоди. Фототранзистори. Фотоелектрична генерації носіїв в МДН структурах. Використання фотоелектричних елементів.
14. Двовимірний електронний газ. Квантовий ефект Холла. Мемристор
15. Елементна база та структури сучасних великих та надвеликих інтегральних схем.
16. Вимоги до електронних вузлів та схем. Безпека, гальванічне розділювання, надійність, заводостійкість, енергоощадність
17. Сигнальні підсилювачі. Операційні, диференційні, струмові підсилювачі. Спеціальні типи підсилювачів – двоканальні підсилювачі, підсилювачі з аналоговим та цифровим керуванням. Особливості підсилення гранично малих рівнів сигналу, підсилювачі з модуляцією-демодуляцією сигналу, підсилювачі з періодичною корекцією дрейфу
18. Частотні перетворювачі. Таймери. Інтегральні схеми спеціального оброблення сигналу. Аналогове перетворення сигналу. Компресія да декомпресія сигналу, схеми логарифмування та антилогарифмування.
19. Інтегральні схеми аналогових перемножувачів – основа побудови сучасних багатофункціональних схем оброблення сигналу.
20. Інтегральні стабілізатори режимів живлення. Джерела опорної напруги на принципі формування напруги, чисельно рівній ширині забороненої зони кремнію. Гальванічне розв'язування в джерелах живлення. Забезпечення вимог до джерел живлення сучасної електроніки, мікропотужні та низьковольтні джерела.
21. Цифро-аналогове та аналого-цифрове перетворення сигналу, особливості ЦАП та АЦП в сучасних системах. Дельта-сигма перетворювачі. Інтегральні схеми ЦАП та АЦП електроніки спеціального призначення.
22. Інтегральні схеми цифрової техніки Особливості цифрових схем різних типів – мікропотужних, швидкодіючих, драйверних тощо.
23. Сигнальні мікропроцесори, їх призначення та особливості застосування. Схеми швидкого Фур'є – перетворення, їх призначення, зокрема, для мовного розпізнавання в реальному масштабі часу.
24. Заводостійкі методи оброблення сигналу, синхродетектування, САТ – методи, методи придушення шумів та інтегральні схеми для їх реалізації.
25. Програмовані логічні інтегральні схеми (ПЛІС). Цифрові, аналогові та змішані ПЛІС.
26. Системи на кристалі (SoC). Процес проектування SoC. Бібліотеки ІР блоків. Засоби відладки.
27. Мікроконвертери Analog Devices. Структура та особливості програмного керування мікроконвертерами. Керуючі регістри.
28. Сигнальні перетворювачі сенсорної електроніки. Особливості схемної реалізації сигнальних перетворювачів сенсорів температури, магнітного поля, тензо- та пьезоперетворювачів, хімічних та біохімічних сенсорів.
29. Органічні напівпровідникові матеріали. Пристрої на основі органічних матеріалів.
30. Механізми перенесення носіїв заряду в органічних напівпровідниках.
31. Фотоелектрична чутливість органічних напівпровідників.
32. Сенсорні властивості органічних напівпровідників.
33. Органічні сонячні фотоелементи та їх базові структури.
34. Фізика функціонування органічних сонячних фотоелементів.
35. Органічні сонячні фотоелементи із планарним гетеропереходом.
36. Органічні сонячні фотоелементи із об'ємним гетеропереходом.

37. Основні параметри та характеристики органічних сонячних фотоелементів.
38. Органічні матеріали для сонячних фотоелементів.
39. Тандемні сонячні фотоелементи. Комірки Гретцеля.
40. Пристрої запам'ятовування інформації на основі органічних напівпровідникових матеріалів.
41. Типи електронних елементів пам'яті.
42. Базові конструкції органічних пристроїв запам'ятовування інформації.
43. Фізичні процеси в органічних елементах пам'яті резистивного типу.
44. Органічні сенсори моніторингу навколишнього середовища.
45. Класифікація сенсорів газу.
46. Основні параметри та характеристики органічних сенсорів моніторингу навколишнього середовища.
47. Технологічні особливості формування тонких органічних напівпровідникових плівок.
48. Транзистори на основі органічних напівпровідників.
49. Поняття та параметри математичної моделі об'єкта проектування
50. Поняття та основні задачі аналізу в процесі проектування пристроїв електронної техніки.
51. Поняття та основні задачі синтезу в процесі проектування пристроїв електронної техніки.
52. Поняття та основні задачі оптимізації в процесі проектування пристроїв електронної техніки.
53. Основні етапи процесу проектування пристроїв електронної техніки
54. Задачі системотехнічного проектування пристроїв електронної техніки
55. Задачі схемотехнічного проектування пристроїв електронної техніки
56. Задачі конструкторського проектування пристроїв електронної техніки
57. Задачі технологічного проектування пристроїв електронної техніки

## ЛІТЕРАТУРА

1. Фізичні основи електронної техніки: Підручник / З.Ю. Готра, І.Є. Лопатинський, Б.А. Лукіянець, З.М. Микитюк, І.В. Петрович – Львів: Видавництво „Бескид Біт”, 2004. – 880 с.
2. З.Ю.Готра «Технологія електронної техніки» в двох томах, Видавництво НУ «Львівська політехніка», Львів, 2010, Т.1. – 888с., Т.2. – 884 с.
3. В.Вуйцік, З.Ю.Готра, О.З.Готра, В.В.Григор'єв, В.Каліта, О.М.Мельник, Є.Потецькі «Мікроелектронні сенсори фізичних величин», за ред.З.Ю.Готри, в 3 томах/том 2, - Львів: Ліга-Прес, 2003 – 595 с.
4. Готра З.Ю.Рідкокристалічна електроніка: Монографія/За ред. проф. Готри.- Львів: Видавництво «Апріорі», 2010. – 532с.
5. За редакцією З.Ю.Готри. Фізичні основи електронної техніки: Львів «Бескид Біт», 2004. – 879с.
6. Пахомов Л.Г., Леонов Е.С. Пленочные структуры на основе органических полупроводников. Учебно-методический материал по программе повышения квалификации «Физико-химические основы нанотехнологий». Нижний Новгород, 2007, 79 с.
7. Tommie W. Kelley, Paul F. Baude, Chris Gerlach, David E. Ender, Dawn Muyres, Michael A. Haase, Dennis E. Vogel, and Steven D. Theiss, Recent Progress in Organic Electronics: Materials, Devices, and Processes // Chem. Mater. 2004, 16, P. 4413-4422
8. Marisol Reyes-Reyes, David L. Carroll, Werner Blau, and Román López-Sandoval, Materials and Devices for Organic Electronics // Journal of Nanotechnology, Volume 2011, Article ID 589241, 2 pages, 2011.

9. Hae Jung Son , Bridget Carsten , In Hwan Jung and Luping Yu, Overcoming efficiency challenges in organic solar cells: rational development of conjugated polymers // *Energy Environ. Sci.*, 2012,5, 8158-8170
10. Готра З.Ю. Вивчення бар'єрних структур на основі тонких плівок фталоціаніну нікелю при взаємодії з газовим середовищем аміаку/ З.Ю. Готра , В.В. Черпак, П.Й. Стахіра, О.І. Кунтий, А.А. Закутаєв, Д.Ю. Волинюк, В.М. Цимбалістий // *Вісник Національного університету «Львівська політехніка», «Електроніка».* – 2008. – №19. – С. 37-41.
11. Наталя Костів “Дослідження електричних параметрів органічного напівпровідника фталоціаніну нікелю NiPc для використання його в тонкоплівкових польових транзисторах” науково-публіцистичний часопис “Технічні вісті” 2010/1(31), 2(32), ст.44-46.
12. О.І. Kuntiyi, Z.Yu. Hotra, P.Y. Stakhira, V.V. Cherpak, O.I. Bilan, Ye.V. Okhremchuk, L.Yu. Voznyak, N.V. Kostiv, V.Ya. Kulyk. Electrochemical depositions of palladium on indium tin oxide-coated glass and their possible application in organic electronics technology // *Micro and Nano Letters.* – 2011. – Vol.6. – pp. 592-595.
13. Д.Ю. Паращук, А.И.Кокорин «Современные фотоэлектрические и фотохимические методы преобразования солнечной энергии», *Рос.хим.ж.(Ж.Рос.хим.об-ва им.Д.И.Менделеева)*, т.111, № 6, 2008, ст.107-117.
14. И.П.Норенков. Основы автоматизированного проектирования. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2006. – 447 с.
15. Сухарев А.В., Золотов А.И. Модели и процедуры оптимизации в автоматизации проектирования: Учеб. пособие. СПб.: СЗТУ, 2001 - 165 с.
16. Овчинников В.А. Алгоритмизация комбинаторно-оптимизационных задач при проектировании ЭВМ и систем. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2001 – 265 с.
17. Автоматизация проектирования радиоэлектронных средств / О. В. Алексеев, А. А. Головков, И. Ю. Пивоваров, Г. Г. Чавка; Под ред. О. В. Алексеева. - М.: «Высш. шк.», 2000. - 334 с.
18. Корячко В.П., Курейчик В.М., Норенков И.П. Теоретические основы САПР.: Энергоатомиздат, 1987. – 400 с.
19. Разевиг В. Д. Система проектирования цифровых устройств OrCAD. - М.: «Солон-Р», 2000. – 458 с.
20. Стешенко В. Б. ACCEL EDA. Технология проектирования печатных плат. - М.: «Нолидж», 2000. – 386 с.
21. Дружинін А. О. Твердотільна електроніка. Фізичні основи і властивості напівпровідникових приладів: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом "Електроніка", "Мікро- та наноелектрон." / Нац. ун-т "Львів. політехніка". – Л.: Вид-во Нац. ун-ту "Львів. політехніка", 2009. – 328 с.
22. Гуртов В. А. “Твердотельная электроника”. Учебный посібник. С.-Петербург. 2005. 405 с.
23. Нанoeлектроніка. Науково-навчальне видання. За ред. З.Ю.Готри. – Львів: Ліга-Прес, 2009. – 344 с.
24. Мікросхемотехніка. Підручник за редакцією З.Ю.Готри / Гельжинський І.І, Голяка Р.Л., Готра З.Ю, Марусенкова Т.А. – Львів: Ліга-Прес. - 2015. – 492 с.
25. Схемотехніка електронних систем: підруч. для студ. техн. спец. вищ. навч. загл. : [ у 3 кн.]. Кн. 2: Цифрова схемотехніка/ Бойко В. І., Гуржій А. М., Жуйков В. Я..– 2-ге вид., допов. і переробл.– К.: Вища шк., 2004.– 423 с.
26. Бабич М. П. Комп'ютерна схемотехніка: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Бабич М. П., Жуков І. А.– К.: МК-Прес, 2004.– 412 с.
27. Капустій Б. О. Схемотехніка аналогових та цифрових мікросхем: навч. посіб. для студ. радіоелектрон. спец. вищ. закл. освіти України / Капустій Б. О., Кіселичник Д. М., Віхоть В. І.; Нац. ун-т "Львів. політехніка".– Л.: Вид-во Нац. ун-ту "Львів. політехніка", 2001.– 93 с.
28. Лукашук Л. О. Схемотехніка логічних та послідовнісних схем: навч. посіб.– Л.: Вид-во Нац. ун-ту "Львів. політехніка", 2004.– 116 с.

29. Рицар Б. Є., Цифрова техніка: навч. посіб. для радіотехн. спец / Львів. політехн. ін-т. – К: НМК, 1991. – 371 с
30. Аналогова мікросхемотехніка вимірювальних та сенсорних пристроїв / за ред. Готри З., Голяки Р. - Львів: Вид. Державного університету "Львівська політехніка", 1999. - 364 с.
31. Немудров В., Мартин Г. Системы на кристалле. Проектирование и развитие. - Техносфера. - 2004. - 208 с.