

Міністерство освіти і науки України
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

ЗАТВЕРДЖУЮ

голова Приймальної комісії

 проф. І.Є. Цепенда
«21» лютого 2022 р.



ПРОГРАМА

додаткового фахового вступного випробування «Електроніка» для зарахування на навчання з підготовки здобувачів третього рівня вищої освіти – доктора філософії спеціальності 171 Електроніка на основі ступеня магістра або спеціаліста при прийомі на навчання за іншою спеціальністю у 2022 році

.

Розглянуто та схвалено
на засіданні Приймальної комісії
Прикарпатського національного
університету імені Василя Стефаника”
Протокол №4 від 21 лютого 2022 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Метою додаткового вступного випробування з “Електроніки” є перевірка знань і відбір вступників для зарахування на навчання з **підготовки здобувачів третього рівня вищої освіти – доктора філософії спеціальності 171 Електроніка** на основі ступеня магістра або спеціаліста при прийомі на навчання за іншою спеціальністю до Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника” у 2022 році.

Програма містить основні питання з курсів "Фізика напівпровідників і діелектриків", "Фізика напівпровідникових приладів" та перелік рекомендованої літератури.

Наведений перелік питань, які виносяться на додаткове вступне випробування, дасть можливість вступнику систематизувати свої знання та допоможе зорієнтуватися, на які питання треба звернути увагу при підготовці до вступного випробування.

Орієнтовний перелік рекомендованої літератури сприятиме у пошуку і підборі джерел підготовки для вступного випробування.

Програмові вимоги вступних випробувань до аспірантури з підготовки здобувачів третього рівня вищої освіти – доктора філософії спеціальності 171 «Електроніка».

1. "Фізика напівпровідників, діелектриків і напівпровідникових приладів, основи інтегральної схемотехніки"

Природа хімічного зв'язку в напівпровідниках. Структура кристалів. Ідеальні і реальні кристали. Дефекти в кристалах. Властивості основних монокристалічних матеріалів мікроелектроніки.

Полікристалічні і аморфні напівпровідники. Зонна теорія твердого тіла. Енергетичні спектри електронів у металах, напівпровідниках, діелектриках. Зона провідності і валентна зона. Ефективна маса електрона. Власні та домішкові напівпровідники. Роль донорних та акцепторних домішок.

Електропровідність напівпровідників. Носії заряду в слабкому електричному полі. Взаємодія з фононами, домішковими атомами, дефектами. Рухливість електронів і дірок. Умова електронейтральності. Дифузія і дрейф носіїв заряду. Співвідношення Ейнштейна. Носії заряду в сильному електричному полі. Гарячі електрони. Лавинне помноження в напівпровідниках. Електричні домени і струмові шнури. Ефект Ганна.

Рівняння для густини електричного струму в напівпровідниках. Рівняння неперервності. Рівняння Пуассона.

Електронно-дірковий (р-п) перехід. Інжекція і екстракція неосновних носіїв заряду. Вольт-амперна характеристика р-п переходу. Струми носіїв заряду в р-п переході, квазірівні Фермі. Коефіцієнт інжекції. Генерація та

рекомбінація носіїв у р-п переході. Бар'єрна і дифузійна ємності. Пробій р-п переходу: тепловий, лавинний, тунельний.

Гетеропереходи. Контакт метал-напівпровідник. Омічний і випрямляючий переходи Шотткі.

Поверхневі стани. Структури метал-діелектрик-напівпровідник (МДН). Польовий ефект у МДН-структурах. Ємність МДН-структур.

Теплопровідність напівпровідників. Термоелектричні явища. Ефект Холла.

Поглинання випромінювання у напівпровідниках. Власне та домішкове поглинання випромінювання, поглинання екситонами та вільними носіями. Фотопровідність. Спектральні характеристики фотопровідності Інші види внутрішнього фотоефекту.

Ефекти випромінювання у напівпровідниках. Прямі та непрямі переходи носіїв заряду. Види люмінесценції: інжекційна, катодо-, фотолюмінесценція. Електролюмінесценція порошкових та плівкових напівпровідників. Основні матеріали оптоелектроніки: сполуки A^3B^5 і A^2B^6 .

Напівпровідникові діоди. Основні параметри і характеристики діодів, їх залежність від температури і режиму. Еквівалентні схеми. Імпульсні і частотні властивості діодів.

Випрямляючі та імпульсні діоди. Діоди з накопиченням заряду. Варіапи. Стабілітрони. Тунельні та обернені діоди. Лавинно-пролітні діоди. Діоди Шотткі. Діоди Ганна. Діоди для СВЧ.

Біполярні транзистори: Структура і принцип дії. Розподіл носіїв у областях транзисторів. Ефект Ерлі. Основні параметри і характеристики транзисторів, їх залежність від температури і режиму. Еквівалентні схеми і математичні моделі транзистора: моделі Еберса-Молла, Лінвілла, зарядова. Імпульсні і частотні властивості транзисторів. Робота транзисторів при високому рівні інжекції. Пробій транзистора і перекриття переходів. Шуми в транзисторах. СВЧ-транзистори.

Тиристори, принцип їх дії і класифікація. Основні параметри і характеристики.

Польові транзистори МДН, з р-п переходом і з бар'єром Шотткі. Принцип дії. Модуляція глибини каналу. Основні параметри і характеристики польових транзисторів. Еквівалентні схеми польових транзисторів. Частотні та імпульсні властивості польових транзисторів. Шуми польових транзисторів у діапазоні низьких частот і на СВЧ. МДН транзистори з індукованим та вбудованим каналами. МДОН-структури.

Інтегральні мікросхеми. Елементи ІС: транзистори, конденсатори, конденсатори в складі ІС. Класифікація ІС за конструктивно-технологічними та функціональними ознаками. Цифрові і аналогові ІС. Напівпровідникові ЗП і мікропроцесори. Біполярні ТТЛ, ЕСЛ і I^2L -схеми, МДН-ІС: з р- і п-каналами, К/МОН. Основні різновиди матричних ВІС і НВІС. Принципи побудови та системотехнічні можливості ПЛІС і ПЛМ.

Прилади з зарядовим зв'язком. Принцип дії. Основні параметри і області застосування.

Оптоелектронні прилади. Призначення і області застосування. Фотоприймачі: фотодіоди, фототранзистори, фоторезистори, лавинні фотодіоди. Основні параметри і характеристики: фоточутливість, виявна здатність, швидкодія. Сонячні батареї. Напівпровідникові випромінювачі: світлодіоди і лазери. Прилади для систем відображення інформації Оптрони і оптоелектронні інтегральні мікросхеми.

Схемотехнічне представлення інтегральних схем. Рівні представлення.

Основні типи інтегральних приладів в інтегральній схемотехніці. Їх переваги і недоліки. Поняття ступеня елементної і функціональної інтеграції. САПР- як інструмент створення інтегральних схем.

Класифікація мікросхем. Ознаки класифікації. Інтегральні провідники, контакти, міжз'єднання. Структури інтегральних перемичок і контактних площадок. Схеми захисту вхідних каскадів КМОН мікросхем від статичної електрики.

Базові логічні елементи на біполярних транзисторах. Базовий логічний пристрій. Представлення інформації у послідовному і паралельному кодах.

Таблиці істинності для базових логічних елементів І, І-НЕ, АБО, АБО-НЕ. Базові вентильні елементи, Їх умовне графічне позначення.

КМОН-інвертор і його АПХ. Вхідні і вихідні струми КМОН-інвертора. Принцип побудови логічних елементів типу «І» на КМОН-транзисторах. Принцип побудови логічних елементів типу «АБО» на КМОН-транзисторах. Принцип побудови логічних елементів типу «І», «АБО» на КМОН-транзисторах. Логічні елементи з трьома станами. Елемент з високим Z-станом на основі двонаправленого ключа.

Типова структура статичного оперативного запам'ятовуючого пристрою з одно- розрядною організацією пам'яті. 6-ти транзисторна статична комірка пам'яті на основі КМОН-транзисторів. Принцип побудови логічних елементів з трьома станами. Типова структура статичного оперативного запам'ятовуючого пристрою зі словарною організацією пам'яті.

Реалізувати електричну схему на КМОН-транзисторах, що виконує функцію: $Y = (a+v)*c$; $Y = \underline{(a+v)*c}$; $Y = a+v+c$; $Y = \underline{a+v+c}$; $Y = \underline{a*v*c}$; $Y = \underline{a*v*c}$; $Y = \underline{a+v*c}$; $Y = (a+v)*c$.

Література

1. С.Зи Физика полупроводниковых приборов. М., Мир., пер. с англ. 1989. в 2-х томах.
2. С.Зи Технология полупроводниковых приборов. М., Мир., пер. с англ. 1988. в 2-х томах.
3. У. Тнлл, Дж. Лаксон. Интегральные схемы. Материалы, приборы, изготовление: Пер. с англ. под ред. М.В. Гальперина. - М.: Мир, 1985. – 501 с.
4. А.И. Курносов, Б.В. Юдин. Технология производства полупроводниковых приборов и интегральных микросхем: Учеб. пособие для

вузов по спец. "Полупроводники и диэлектрики" и "Полупроводниковые приборы".- 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1986. – 368 с.

5. Р. Маллер, Т. Кейминс. Элементы интегральных микросхем: Пер. с англ. - М.: Мир, 1989. – 630 с.