

МЕТА ВСТУПНОГО ІСПИТУ ДО АСПРАНТУРИ

Метою вступного іспиту до аспірантури є перевірка рівня теоретичних знань і практичних навичок вступників у галузі мікро- та наносистемної техніки, можливостей використання знань й застосування навичок у науковому дослідженні та у практичній діяльності, можливостей творчого опрацювання наукової інформації із застосуванням розуміння міждисциплінарного підходу та можливостей творчого мислення щодо пошуку вирішення існуючих проблем. У програмі вступного іспиту до аспірантури відображені основні вимоги до підготовки осіб, що вступають до аспірантури за спеціальністю 153 Мікро- та наносистемна техніка.

1. ЗМІСТ ВСТУПНОГО ІСПИТУ ДО АСПРАНТУРИ

Вступні випробування проводяться за рішенням екзаменаційної комісії з використанням білетів. Для підготовки відповіді використовують екзаменаційні листки, що зберігаються в особовій справі вступника.

З програмами вступних випробувань, переліком питань, порядком проведення вступних випробувань за спеціальністю 153 Мікро- та наносистемна техніка, вступники мають змогу ознайомитися на офіційному сайті ДНУ.

Рівень знань вступників оцінюється екзаменаційною комісією за стобальною системою. Результати проведення вступного випробування оформляються протоколом, в якому фіксуються екзаменаційні питання. На кожного вступника ведеться окремий протокол.

Протоколи прийому вступних випробувань після затвердження зберігаються в особовій справі вступника.

Вступний іспит до аспірантури для здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 153 Мікро- та наносистемна техніка складається з питань за наступними розділами:

1. Методологія та організація наукових досліджень.
2. Фізика напівпровідників та діелектриків.
3. Електронні, оптичні та магнітні явища в твердих тілах.
4. Теорія електричних та електронних кіл.
5. Енергетична, вакуумна та плазмова електроніка.
6. Квантова електроніка.
7. Мікроконтролерні пристрої.
8. Мікроелектроніка НВЧ.
9. Цифрова та аналогова електроніка.
10. Наноматеріали та нанотехнології.

2. ПИТАННЯ, ЩО ЗАПРОПОНОВАНІ ДЛЯ ВСТУПНИКІВ ДО АСПРАНТУРИ ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 105 ПРИКЛАДНА ФІЗИКА ТА НАНОМАТЕРІАЛИ, ОНП ПРИКЛАДНА ФІЗИКА ТА НАНОМАТЕРІАЛИ В 2020 р.

2.1. МЕТОДОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.

Наука й наукові дослідження в сучасному світі. Фундаментальні наукові дослідження в галузі прикладної фізики та наноматеріалів. Сутність наукової теорії: принцип та категорії. Методи емпіричного дослідження: спостереження, вимірювання, експеримент. Метод як інструмент для вирішення головного завдання науки. Поняття «методологія» та два основних значення. Три рівні загальнонаукових методів дослідження. Методи теоретичного пізнання:

формалізацію, аксіоматичний метод, гіпотетико-дедуктивний метод і сходження від абстрактного до конкретного. Загальні методи і прийоми дослідження: аналіз, синтез, абстрагування, ідеалізація, узагальнення, індукція, дедукція. Загально логічні методи і прийоми дослідження: аналогія, моделювання, системний підхід, імовірнісні (статистичні) методи.

2.2. ФІЗИКА НАПІВПРОВІДНИКІВ ТА ДІЕЛЕКТРИКІВ

Будова кристалів. Трансляційна симетрія. Елементарна комірка. Решітки Браве. Індeksi Міллера. Поширення хвиль в періодичних структурах. Закон Вульфа-Брега. Дефекти в кристалах. Точкові дефекти та їх утворення. Типи хімічного зв'язку в кристалах. Сили зв'язку у твердому тілі. Описання енергетичного стану кристалів за допомогою газу квазічастинок. Приклади квазічастинок. Фонони, магнони, екситони, плазмони та ін. Електрони в металі як квазічастинки. Квазіімпульс. Закон дисперсії. Теорема Блоха. Густина станів. Статистика газу квазічастинок. Коливання кристалічної решітки. Акустична та оптична вітки коливань. Теплоємність решітки. Дебайвська частота. Електронні стани в кристалах. Одноелектронна модель. Наближення слабо і сильнoзв'язаних електронів. Зонна схема та типи твердих тіл. Вироджений електронний газ. Електронна теплоємність, поверхність Фермі. Ефективна маса. Електрони та дірки. Положення Фермі-рівня в неvirоджених напівпровідниках. Явища в контактах. Потенціальні бар'єри. Контактна різниця потенціалів. Бар'єр Шотки. Струми обмежені просторовим зарядом. Поляризація та ефективне поле у діелектриках. Електрострикція і п'єзоелектрика. Піроелектрики і сегнетоелектрики. Електричний гістерезис. Фізичні властивості сегнетоелектриків в області фазових переходів.

2.3. ЕЛЕКТРОННІ, ОПТИЧНІ ТА МАГНІТНІ ЯВИЩА В ТВЕРДИХ ТІЛАХ.

Кінетичні рівняння. Електро- та теплопровідність. Тривалість релаксування. Механізми розсіювання електронів. Розсіювання на домішках і дефектах. Іонна провідність кристалів. Суперіонна провідність. Магнітоопір та ефект Холла. Квантовий ефект Холла. Напівпровідники. Електронна структура. Доміпсові рівні. Донори та акцептори, р-п-переходи. Ефект Гана. Фотопровідність. Рекомбінація та релаксація нерівноважних носіїв заряду. Теплоємність. Температурна залежність теплоємності. Моделі Ейнштейна та Дебая. Класифікація та основні властивості магнетиків. Атомний магнетизм та магнітні властивості слабкомагнітних речовин. Діамагнетизм системи слабо взаємодіючих атомів і молекул. Діамагнетизм парамагнетизм твердих тіл. Природа феромагнетизму. Домени. Магнітний гістерезис. Антиферомагнетизм і феромагнетизм. Механізми поглинання фотонів. Поглинання вільними носіями. Решітчатe поглинання. Поглинання зв'язаними носіями. Міжзонні прямі та непрямі переходи.

2.4. ТЕОРІЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТА ЕЛЕКТРОННИХ КІЛ.

Закон Ома. Рівняння Кирхгофа для постійного та змінного струмів. Послідовний коливальний контур. Резонанс напруг. Паралельний коливальний контур. Резонанс струму. Зв'язані контури. Резонанс в індуктивно зв'язаних контурах. Електричні фільтри, їх характеристики та параметри. Чотириполусники, їх характеристики та параметри. Перехідні процеси в RC, RL, RLC- колах. Методи перетворення електричних кіл. Методи розрахування складних електричних кіл. Метод сигнальних графів. Операторний метод аналізу перехідних процесів. Спектральний метод аналізу перехідних процесів.

2.5. ЕНЕРГЕТИЧНА, ВАКУУМНА ТА ПЛАЗМОВА ЕЛЕКТРОНІКА.

Акумулятори. Паливні елементи. Робота трансформатору. Вентилі. Випрямлячі. Множники напруги. Фільтри. Фільтри на базі резистору, резонансні фільтри, індуктивні фільтри, ємнісний фільтр. Робота випрямлячів на навантаження. Активні фільтри.

Параметричні стабілізатори напруги. Стабілізатори напруги з емітерним повторювачем. Перетворювачі однокатні. Перетворювачі двокатні. Потенційний бар'єр на поверхні напівпровідника, робота виходу. Термоелектронна емісія і її закони. Термоелектронна емісія при наявності електричного поля (ефект Шоттки). Електростатична (автоелектронна) емісія. Фотоелектронна емісія і її закони. Характеристика і параметри фотоелектронної емісії. Вторинна електронна емісія. Рух електрона в однорідному електричному полі (прискорюючи, гальмуюче, поперечне електричне поле). Рух у неоднорідному електричному полі (фокусування і розсіювання електронного потоку). Електростатичні лінзи. Рух електрона в однорідному магнітному полі. Магнітні лінзи. Вплив об'ємного заряду на проходження електричного струму у двоелектродних системах. Порушення й іонізація атомів газу. Види електричного розряду в газі. Термічне вакуумне наповнення. Термічне окислення кремнію. Іонне легування. Фізичні основи. Оптична та рентгенівська літографія. Отримання кристалів із розплавів. Метод Чохральського. Кристалізаційні процеси очистки матеріалів. Процеси розділення та очистки. Адсорбційні процеси. Технологія склоподібних матеріалів. Технологія дифузійного легування. Катодне розпилення, фізичне та реактивне.

2.6. КВАНТОВА ЕЛЕКТРОНІКА

Явище ЕПР з точки зору квантової та хвильової теорій. Зв'язок явища ЕПР з ефектом Зеемана. Тонка структура спектрів ЕПР. Надтонка структура спектрів ЕПР. Супернадтонка структура спектрів ЕПР. Форма лінії Гауса. Форма лінії Лоренса. Населеність спінових рівнів. Спонтанні та індуковані переходи в системі спінових рівнів. Спін-гратова та спін-спінова релаксації. Механізми спін-гратової релаксації. Явище ЯМР з точки зору квантової та хвильової теорій. ЯМР в рідинах та в твердому тілі. Явища ЯКР. Поняття сильного та слабого магнітного поля. Рівні Ландау. Циклотронний резонанс. Люмінесценція, екситонна люмінесценція. Різноманітності механізмів люмінесценції та екситонної люмінесценції в твердому тілі. Закони збереження імпульсу та енергії при збудженні та випромінюванні. Примусене випромінювання. Співвідношення Ейнштейна. Від'ємний коефіцієнт поглинання та від'ємні температури. Напівпровідниковий лазер на p-n переході. Твердотільні лазери на кристалах рубіну. НВЧ-генератор на молекулах NH_3 . Нелінійні явища в оптичному діапазоні: оптичне випромінювання світла та генерація вищих гармонік нелінійним середовищем; вимушене комбінаційне розсіювання та розсіювання Мандельштама-Бріллюена, порушення закону Ейнштейна щодо червоної межі фотоефекта. Фізичні принципи побудови модуляторів лазерного випромінювання: ефекти Керра, Погкельса, Фарадея та пружнооптичний ефект. Дифракція Бреґґа та Рамана-Ната. Зовнішній фотоефект. Типи фотокатодів. Внутрішній фотоефект: фоторезистори, фотодіоди, фототранзистори, фототиристори. Їх характеристики та параметри. Оптрони, їх характеристики та параметри, практичне застосування оптронів.

2.7. МІКРОКОНТРОЛЕРНІ ПРИСТРОЇ

Загальні відомості про підсилювачі та їх класифікація. Основні параметри і характеристики підсилювачів. Основні режими (класи) роботи підсилювачів. Кола зміщення підсилюючих каскадів. Температурна стабілізація підсилювачів. Каскад попереднього підсилення на біполярному транзисторі з спільним емітером. Підсилюючий каскад з спільним колектором (емітерний повторювач). Підсилюючий каскад з спільною базою. Каскад попереднього підсилення на польовому транзисторі з спільним витоком. Підсилюючий каскад з спільним стоком. Зворотні зв'язки в підсилювачах. Однокатний трансформаторний підсилювач потужності. Безтрансформаторні вихідні каскади підсилення. Загальні відомості про операційні підсилювачі (ОП). Інвертуючий підсилювач на ОП. Неінвертуючий підсилювач на ОП. Функції та елементи логіки. Мажоритарний елемент « ≥ 2 », двоходовий елемент «Суматор по mod2». Функції та елементи логіки. Елемент «заборона», елемент заперечення кон'юнкції. Функції та елементи логіки. Елемент інвертор, елементи кон'юнктор, диз'юнктор. Основні поняття цифрової схемотехніки. Представлення інформації фізичними сигналами. Послідовні

та паралельні регістри. Призначення та принцип роботи регістру зсуву і регістрової пам'яті. Як отримати досконалу диз'юнктивну нормальну форму з таблиці істинності? Вісім форм її представлення. Закони алгебри логіки. Асинхронні тригери. Асинхронний RS-тригер на елементах І-НЕ. Принцип його роботи, тимчасові діаграми. Мінімізація функцій алгебри логіки. Метод Квайна. Здійснити мінімізацію функції $Y = \overline{abc} \vee \overline{abc} \vee \overline{abc} \vee \overline{abc} \vee \overline{abc} \vee \overline{abc}$. Побудувати комбінаційну схему в операторній формі АБО-НЕ/АБО-НЕ Асинхронні тригери. Наведіть комбінаційні схеми і поясніть принцип роботи тригера D – типу, тригера T – типу. Наведіть схеми і поясніть роботу JK-тригера. Синхронні тригери. Тимчасові діаграми, принцип роботи. Перетворити схему синхронного RS-тригера на синхронний D-тригер. Пояснити принцип роботи. Цифрові лічильники. Асинхронні лічильники, їх схеми та принцип роботи. Наведіть схеми лічильника з коефіцієнтом перерахунку 6. Перетворювачі кодів (ПК). Дешифратори. Шифратори. Суматори. Принцип роботи. Схеми суматорів. Мультиплексори. Принцип роботи. Схеми та умовне позначення. Поясніть, як на основі ІС- мультиплексорів «8–1» спроектувати мультиплексор на 16 входів. Архітектура мікроЕОМ. Схема найпростішої мікроЕОМ Загальна структура й основні функції мікропроцесора. Класифікація мікропроцесорів і мікропроцесорних пристроїв. Групи команд. Основні режими роботи мікропроцесорних пристроїв. Основні режими роботи мікропроцесорних пристроїв. Принцип програмного керування об'єктом. Способи адресації джерел і приймачів інформації. Машинний цикл. Способи побудови процесора. Структура мікропроцесорного пристрою. Формування керуючих сигналів. Циклічність роботи мікропроцесора. Слово стану. Шинна організація мікропроцесорних пристроїв. Архітектура. Введення і виведення даних по перериваннях. Схема керування МП у режимі переривань. Схема організації введення і виведення даних за перериванням. Контролери прямого доступу до пам'яті. Організація звертання до пам'яті і зовнішніх пристроїв. Розподіл простору адрес пам'яті. Програмне введення і виведення даних. Схема підключення АЦП к МП. Програмований зв'язний адаптер. Програмований інтервальний таймер. Програмований контролер переривань. Програмований паралельний адаптор. Секціоновані мікропроцесори з мікропрограмним керуванням. Структурна схема мікропроцесора. Формат команд. Способи адресації команд і схеми їхнього виконання. Розподіл команд мікропроцесора залежно від призначення. Формування зв'язку з периферійними пристроями з використанням цифрових функціональних вузлів.

2.8. МІКРОЕЛЕКТРОНІКА НВЧ

Монолітні та гібридні інтегральні схеми НВЧ. Планарні (смужкові) лінії передачі. Пасивні елементи інтегральних схем НВЧ. Резонатори інтегральних схем НВЧ. Частотні фільтри НВЧ на планарних лініях передачі. Подільники та суматори потужності. Спрямовані відгалужувачі на планарних лініях передачі. Пристрої для керування амплітудою і фазою сигналу. Смужкові не взаємні феритові пристрої. Перетворювачі частоти на смужкових лініях передачі. Мікросмужкові транзисторні підсилювачі НВЧ. Генераторні діоди НВЧ.

2.9. ЦИФРОВА ТА АНАЛОГОВА ЕЛЕКТРОНІКА.

Інтегральні перетворення Фур'є, Лапласа та z-перетворення: означення, основні властивості та використання при моделюванні електронних схем. Підсилювачі низької частоти. Зворотні зв'язки в підсилювачах. Диференціальні підсилювальні каскади. Вихідні каскади підсилення, характеристики та параметри. Операційні підсилювачі. Функціональні пристрої на операційних підсилювачах. Генерація коливань. Баланс амплітуд, баланс фаз. Генератори. RC- генератори з поворотом фази. Детектування сигналів. Детектори. Логічні елементи та схеми. Послідовні логічні пристрої. Комбінаційні логічні пристрої. Типові функціональні вузли цифрових комбінаційних логічних пристроїв. Перетворювачі кодів. Дешифратори. Цифрові компаратори. RS, D, T, JK-тригери. Регістри, лічильники. Дискретизація неперервних сигналів. Фур'є-

перетворення дискретних сигналів. Алгоритми швидкого перетворення Фур'є. Z-перетворення та його основні властивості. Найважливіші характеристики цифрових фільтрів. Рекурсивні та нерекурсивні фільтри. Методи синтезу цифрових фільтрів з нескінченною імпульсною характеристикою. Метод білінійного Z-перетворення. Методи синтезу цифрових фільтрів з кінцевою імпульсною характеристикою.

2.10. НАНОМАТЕРІАЛИ ТА НАНОТЕХНОЛОГІЇ

Класифікація квантоворозмірних структур (квантові точки, дроти, плівки, поодинокі квантові ями та надграти). Загальні характеристики квантоворозмірних структур. Класифікація напівпровідникових надграт. Зміна залежності густини квантових станів в квантоворозмірних структурах в порівнянні з об'ємним твердим тілом. Зміни зонних схем напівпровідників та металів в квантоворозмірних структурах в порівнянні з об'ємним твердим тілом. Енергія, імпульс та хвильова функція для електронів в поодинокій квантовій ямі. Технології, що використовуються для створення квантоворозмірних структур. Нові технологічні досягнення та фізичні явища, що спостерігаються в квантоворозмірних структурах. Фотоелектричні прилади на базі пірі структур на коваріаційних напівпровідникових надграт. Випромінюючи квантоворозмірні структури: світлодіоди, лазери. Випромінюючи квантоворозмірні структури білого світла. Сучасні типи транзисторів на базі квантоворозмірних структур. Фізичні властивості поруватого Si. Елементи самоорганізації, що спостерігаються в квантоворозмірних структурах. Діагностика квантоворозмірних структур: рентгено-дифракційний аналіз, мас-спектральний аналіз, атомно-силова мікроскопія, ексітонна та люмінесцентна спектроскопія, зондова скануюча мікроскопія. Квантоворозмірні вуглецеві структури: графен, графан, фулерен.

3. КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ВІДПОВІДЕЙ

Кожна відповідь на питання оцінюється за 100 - бальною шкалою:

60-63: бали виставляються вступникові в аспірантуру, який демонструє неадекватне розуміння умов завдання, неправильно вибирає шляхи їх вирішення, володіє тільки початковими знаннями

64-74: бали виставляються вступникові в аспірантуру, який демонструє знання в обмеженому обсязі, не знає значної частини програмного матеріалу, основних понять з питань мікро- та наноелектроніки, допускає істотні помилки при відповіді на питання, неспроможний виконати практичні завдання.

75-81: бали виставляються вступникові в аспірантуру, який знає лише основний матеріал, але не засвоїв його окремих деталей, допускає недоліки у його практичному застосуванні, відчуває труднощі при інтерпретації окремих складових предметних розділів, обмежений в аналізі та узагальненні явищ, користується в відповідях лише матеріалами конспекту лекцій.

82-89: бали виставляються вступникові в аспірантуру, який добре володіє програмним матеріалом, грамотно і по суті викладає його, не допускає істотних недоліків у відповідях на запитання практичного характеру, здійснює грамотні експертні висновки. У відповідях користується основною літературою, підручниками, посібниками.

90-100: бали виставляються вступникові в аспірантуру, який в повному обсязі володіє програмним матеріалом, вичерпано, послідовно, грамотно й логічно його викладає. У відповідях вступника до аспірантури добре пов'язана теорія та практика. При цьому вступник не зазнає труднощів з відповіддю на питання прикладного характеру, правильно використовує існуючу законодавчу та нормативну базу, показує обізнаність у матеріалі, викладеному в рекомендованих літературних джерелах.

4. ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гапонов О.В. Методологія та організація наукових досліджень. Навчальний посібник. Дніпропетровськ. Інновація. 2014. – 59 с.
2. Комлацкий, Логинов, Комлацкий: Планирование и организация научных исследований. Учебное пособие : Феникс, 2014.
3. Основы научных исследований / Б.И. Герасимов, В.В. Дробышева, Н.В. Злобина и др. - М.: Форум: НИЦ Инфра-М, 2013. - 272 с.
4. Основы исследовательской деятельности: уч. пособие / С.А. Петрова, И.А. Ясинская. М.: ФОРУМ, 2010. – 208 с.
5. Кожухар В.М. Основы научных исследований: учебное пособие / В.М. Кожухар. - М. Издательско-торговая корпорация «Дашков и К». 2010. – 2016 с.
6. Ю.І. Волощук. Сигнали та процеси у радіотехніці. - Харків: Сміт. - 2003. - т. 1.-580 с.
7. Міщанин, О.В. Коваленко, С.О. Омельченко. Методи перетворення сигналів. Практикум. Дн-вськ, Арт-Прес, 2008. - 323 с.
8. Шавьолкін О.О. Енергетична електроніка: навч. посібник / О.О. Шавьолкін. – К. : КНУТД, 2017. – 396 с.
9. Шавьолкін О.О. Силові напівпровідникові перетворювачі енергії : навч. посібник / О.О. Шавьолкін. – Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2015. – 403 с.
10. Гончаров Ю.П. Перетворювальна техніка : підр. Ч. 2 / Ю.П. Гончаров, О.В. Будьонний, В.Г. Морозов та ін. – Х. : Фоліо, 2000. – 360 с.
11. Б.О. Полежаев, В.Р. Колбунов, Т.А. Прокоф'єв, В.О. Макаров. Емісійна електроніка. – Дніпропетровськ: ДНУ, 2005. — 28 с.
12. Б.О. Полежаев, В.Р. Колбунов, Т.А. Прокоф'єв, В.Є. Груздов. Вакуумна електроніка. 1 частина. – Дніпропетровськ: ДНУ, 2005. — 51 с.
13. Б.О. Полежаев, В.Р. Колбунов, Т.А. Прокоф'єв, В.Є. Груздов. Вакуумна електроніка. 2 частина. – Дніпропетровськ: ДНУ, 2005. — 51 с.
14. Галат О.Б. Вакуумна та плазмова електроніка: навчальний посібник. - Х.: Компанія СМІТ, 2008. - 184 с.
15. Буланій М. Ф., Коваленко О. В., Омельченко С. О., Штамбур І. В., Якунін О. Я. Підручник. Резонансні явища. Дн-ськ, АРТ-ПРЕС, 2006.
16. Коваленко О. В., Буланій М. Ф., Омельченко С. О., Штамбур І. В. Спеціальний лабораторний практикум з курсу «Квантова електроніка». ДНУ, 2002.
17. Погорелов В.Є. Фізичні основи квантової електроніки: Підручник. – К.: Київ. ун-т, 2007. – 133 с.
18. Колесник Ю.І., Кіпенський А.В. Елементи та пристрої квантової електроніки: Навч. посібник. – Х.: НТУ «ХП», 2016. – 320 с.
29. Вертц Дж., Болтон Дж. Теория и практические приложения метода ЕПР М., Мир, 1975.
20. Ж.Ж. Клэр. Введение в интегральную оптику. М. Сов. Радио, 1980.
21. Курбатов Л.И. Оптоэлектроника видимого и ИК диапазонов спектра. М. М ФТИ, 1999.
22. В.С. Голубков, Н.Н. Евтихийев, В.Ф. Пануловский. Интегральная оптика в информационной технике. М. Энергоиздат, 1985.
23. К.В. Шалимова. Физика полупроводников. М. Энергия. 1979.
24. Яриев А. Введение в оптическую электронику. М. Вш. школа. 1983.
25. Суэмацу. Основы оптоэлектроники. М. Мир. 1988.
26. М.Ф. Буланій, О.В. Коваленко, В.І. Клименко. Методичні вказівки до практикуму з оптоелектроніки. ДНУ, 2002.
27. А.Н. Матвеев. Оптика. М. Высш. школа, 1985.

28. Л. А. Косяченко. Основи інтегральної та волоконної оптики. Чернівці, Рута, 2008.
29. Тонкошкур О.С., Гомілко І.В. Проектування мікроконтролерних пристроїв. Практикум: навчальний посібник. Дніпро, 2019 - 100 с.
30. І.В. Гомілко, О.С. Тонкошкур, О.В. Коваленко. Застосування мікроконтролерів. Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: «Видавництво ДНУ», 2013 р. – 428 с.
31. О.С. Тонкошкур, І.В. Гомілко, О.В. Коваленко. Мікроконтролерні пристрої. Навчальний посібник. Мікроконтролерні пристрої. Дніпропетровськ: «Видавництво ДНУ», 2011. – 264 с.
32. О.С. Тонкошкур, В.У. Ігнаткін, І.В. Гомілко. Цифрові пристрої та мікропроцесори. Мікроконтролери. Навчальний посібник. Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2008 – 208 с.
33. Дробахін, О. О. Техніка та напівпровідникова електроніка НВЧ: Навч. посібник / О. О. Дробахін, С. В. Плаксін, В. Д. Рябчій, Д. Ю. Салтиков. – Д.: ДНУ, 2018. – 341 с.
34. Бондаренко І.М. Мікроелектроніка НВЧ. Ч.1. Елементи та пристрої НВЧ-тракту: Навч. посібник для студентів ВНЗ. – Х.: ХНУРЕ. – 2017. – 152 с.
35. Бондаренко І.М. Мікроелектроніка НВЧ. Ч.2. Напівпровідникові елементи та пристрої НВЧ: Навч. посібник для студентів ЗВО. – Х.: ХНУРЕ, 2019. – 172 с.
36. Основи мікрохвильової електроніки: Навч. посіб. / В. І. Молчанов, Ю. М. Поплавко. – К.: НТУУ «КПІ», 2010. – 348 с.
37. Болеста І.Н. Фізика твердого тіла. – Вид. центр ЛНУ, 2003. - 410 с.
38. Бойчук В.І. Основи теорії твердого тіла. – Дрогобич. – Коло, 2010. – 264 с.
39. Поплавко Ю.М. Фізика твердого тіла. – К.: Вид-во Політехніка. – 2017. – 415 с.
40. М.Г. Находкін, Ф.Ф. Сиров. Елементи функціональної електроніки. Київ, УкрІНТІ, 2002. – 323 с.
41. О. В. Коваленко, О. В. Вашерук, В. Г. Письменний, В. Є. Гроздов, Цифрова схемотехніка, Дніпропетровськ, видавництво ДНУ, 2015. – 166 с.
42. О.В. Коваленко, О.В. Вашерук, В. Г. Письменний, В. Є. Гроздов. Аналогова схемотехніка, Дніпропетровськ, видавництво ДНУ, 2015. – 371 с.
43. Коваленко О. В., Колбунов В. Р., Тонкошкур О. С., Тищенко В. В. Монографія. Керамічні, склоподібні та квантоворозмірні напівпровідникові структури на основі оксидів і халькогенідів металів. Дніпропетровськ. Видавництво ДНУ, 2013.
44. Д. М. Заячук. Нанотехнології наноструктури. Львів. Львівська політехніка, 2009.
45. А. В. Шпак, Ю. А. Куницький, В. Л. Карбовський Кластери і наноструктурні матеріали. Київ, Академперіодика, 2001.
46. Н. Находкін, Д. Шека. Фізичні основи мікро- та наноелектроніки. Київ. КНУ, 2005.
47. Находкін Н, Сизов Ф. Елементи функціональної електроніки. Київ. УкрІНТЕЛ, 2002.
48. Шпак А, Куницький Ю., Коротченко О., Смик С. Квантові низькорозмірні системи. Київ. Академперіодика, 2003.
49. А. А. Щука. Наноелектроника. Москва. Бином. Лаборатория знаний, 2012.
50. Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигури. Наноматериалы. Г. Г. Шишкин, М. Агеев. Наноелектроника, элементы, приборы, устройства. Москва, бином. Лаборатория знаний, 2010.
51. Н. Херман. Полупроводниковые сверхрешётки. М. Мир, 1989.
52. Ч. Пул, Мл. Ф. Оузнс. Мир материалов и технологий. Нанотехнологии 2-е изд. М. Техносфера, 2006.
53. Драгунов В, Неизвестный И, Гридич В. Основы нанoeлектроники. М. Лотос, 2006.
54. Чаплыгин Ю. Нанотехнологии в электронике. М. Техносфера, 2005.