

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова приймальної комісії ХНУРЕ

Ігор РУБАН

«25» 12 2023 р.



ПРОГРАМА

ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ

для вступу на третій (освітньо-науковий) рівень вищої освіти  
у 2024 році

Спеціальність 171 Електроніка

Протокол засідання приймальної комісії від «25» грудня 2023 р. № 131

Голова фахової комісії

  
(підпис)

Ігор БОНДАРЕНКО

Зав. відділом аспірантури  
та докторантури

  
(підпис)

Валентина КИРІЙ

Відповідальний секретар  
приймальної комісії

  
(підпис)

Аркадій ШІГУРОВ

Харків 2023

Розроблено фаховою комісією зі спеціальності 171 Електроніка.

Голова комісії: Ігор БОНДАРЕНКО, д.ф.-м.н., проф., зав. каф. МЕЕПШ.

Члени комісії: Олександр ГРИЦУНОВ, д.ф.-м.н., проф., проф. каф. МЕЕПШ;

Олексій ПАЩЕНКО, к. ф.-м.н., доц., доц. каф. МЕЕПШ.

# 1 ТЕМАТИКА ПИТАНЬ ТА РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

## I. ФІЗИЧНІ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОНІКИ

1. Зонна структура діелектриків, провідників, власних напівпровідників, напівпровідників з домішками.
2. Статистика електронів та дірок. Рівноважні та нерівноважні носії заряду. Струми в напівпровідниках. Рівняння неперервності.
3. Електронно-дірковий ( $p-n$ ) перехід. Структура і фізичні процеси в  $p-n$  переході. Контакт метал-напівпровідник. Гетеропереходи.
4. Явища на межі твердого тіла з вакуумом. Емісія заряджених часток.
5. Рух заряджених часток в електричних та магнітних полях.

## II. ЕЛЕМЕНТНИЙ БАЗИС ТВЕРДОТІЛЬНОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ

1. Напівпровідникові діоди. Характеристики і параметри напівпровідникових діодів. Різновиди напівпровідникових діодів.
2. Біполярні транзистори (БТ). Структура і основні фізичні процеси в БТ. Характеристики і параметри БТ. Схеми включення БТ. Види БТ.
3. Польові транзистори (ПТ). Структури «метал-діелектрик-напівпровідник» (МДН). Основні фізичні процеси в ПТ. Характеристики і параметри ПТ. Види ПТ.
4. Силові напівпровідникові прилади. Тиристори. Силові БТ і ПТ, їх порівняльні характеристики.
5. Оптиелектронні прилади. Фізичні основи функціонування та характеристики світлодіодів, фоторезисторів, фотодіодів, фототранзисторів, оптронів.
6. Фотоперетворювачі. Фотовольтаїчний ефект в кристалічних та аморфних напівпровідниках,  $p-i-n$ -структурах та гетеропереходах. ККД сучасних фотоперетворювачів.
7. Термоелектричні та інші перетворювачі енергії. Ефект Зеебека. Перспективні напрямки розвитку «зеленої» енергетики.

## III. ОСНОВИ АНАЛОГОВОЇ ТА ЦИФРОВОЇ СХЕМОТЕХНІКИ

1. Базові елементи аналогової та цифрової схемотехніки. Лінійні підсилювачі сигналів, операційні підсилювачі, генератори, ключі, тригери, мультівібратори, блокінг-генератори.
2. Схемотехніка логічних комбінаційних схем. Суматори, перетворювачі кодів, дешифратори, мультиплексори й демультіплексори.
3. Схемотехніка цифрових схем з пам'яттю. Двійкові лічильники, регістри, кільцеві й універсальні лічильники.
4. Аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі.

5. Силова схемотехніка. Випрямлячі, інвертори, стабілізатори, фільтри, перетворювачі напруги.

#### **IV. ЦИФРОВА ОБРОБКА СИГНАЛІВ ТА ЗОБРАЖЕНЬ**

1. Гармонійний та спектральний аналіз аналогових та цифрових сигналів. Узагальнений ряд Фур'є. Перетворення Фур'є та його властивості. Теорема Шеннона (Котельникова).

2. Амплітудна, частотна та фазова модуляції. Спектри АМ-, ЧМ- та ФМ-сигналів.

3. Цифрова фільтрація сигналів. Узагальнений алгоритм цифрової фільтрації. Параметри та характеристики цифрових фільтрів. Види фільтрів. Конструкції рекурсивних та нерекурсивних фільтрів.

4. Сучасні методи обробки зображень та комп'ютерного розпізнавання образів.

#### **VI. ІНТЕГРАЛЬНІ МІКРОСХЕМИ ТА МІКРОПРОЦЕСОРИ**

1. Особливості структур транзисторів інтегральних схем. МДН-транзистори інтегральних схем. Різновиди МДН-транзисторних структур. Прилади з зарядовим зв'язком. Тонкоплівкові транзистори.

2. Логічні елементи на біполярних транзисторах. Основні параметри. Транзисторно-транзисторна логіка. Емітерно-зв'язана логіка. Логічні елементи з інжекційним живленням.

3. Логічні елементи на польових транзисторах. Логічні елементи на  $n$ -канальних транзисторах. Логічні елементи на комплементарних транзисторах.

4. Функціональний і інтегрально-груповий принципи компонування мікросхем з різним ступенем інтеграції. Типові конструкції гібридних інтегральних схем (ГІС). Великі інтегральні схеми (ВІС). Напівпровідникові ВІС пам'яті.

5. Класифікація та елементна база мікропроцесорів. Способи програмування і організація управління. Швидкодія мікропроцесорів. Мікропроцесори з фіксованим набором команд і розрядністю. Мікропроцесори з мікропрограмним керуванням та нарощуваною розрядністю. МікроЕОМ і мікропроцесорні комплекси ВІС.

6. Основні різновиди структур базових матричних кристалів (БМК). Бібліотека функціональних елементів. Схемотехніка і побудова БМК на біполярних і МОМ-транзисторах.

7. Принципи організації та схемотехнічні можливості програмованих логічних інтегральних схем (ПЛІС). Способи програмування і параметри ПЛІС. Побудова на ПЛІС комбінаційних схем і мікропрограмних пристроїв керування.

#### **VIII. ВАКУУМНА ЕЛЕКТРОНІКА ТА МІКРОЕЛЕКТРОНІКА НВЧ**

1. Основні принципи дії вакуумних і газорозрядних електронних пристроїв. Методи формування та керування потоками заряджених часток. Прискорювачі часток.

2. Електронно-вакуумні прилади НВЧ. Принцип дії приладів О-типу та М-типу. Підсилення та генерація НВЧ. Застосування потужних НВЧ полів.

3. Пасивні мікроелектронні НВЧ елементи, вузли та пристрої. Мікрострічкові лінії, резонансні структури, спрямовані відгалужувачі, пристрої управління фазою та амплітудою, фільтри, антенні системи.

4. Напівпровідникові прилади мікроелектроніки НВЧ. Тунельні діоди, лавинно-прольотні діоди, діоди Ганна.

5. Інтегральні схеми НВЧ: гібридні, напівпровідникові, на основі гетероструктур.

## **XI. ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРОННИХ ТА МІКРОЕЛЕКТРОННИХ ПРИСТРОЇВ**

1. Загальна характеристика і основні принципи планарної технології. Отримання окисних шарів кремнію. Фотолітографія в шарах  $\text{SiO}_2$ . Локальна дифузія легуючих домішок в напівпровідник. Епітаксія. Іонне легування.

2. Фізичні основи і техніка термічного вакуумного наплення. Розпилення іонним бомбардуванням.

3. Контрольні операції у виробництві інтегральних мікросхем. Фізико-технічні методи оцінки якості ІМС. Надійність ІМС. Випробування готових ІМС.

4. Параметри термічної електронно-променевої обробки матеріалів. Процеси створення елементів ІМС методом електронно-променевого локального легування напівпровідників. Можливості керування концентраційним профілем, легуючої домішки при електронно-променевій обробці.

5. Напівпровідникові матеріали для елементної бази нового покоління. Застосування GaAs, InP для надвеликих ІМС, переваги і недоліки їх у порівнянні з кремнієм. Технології створення структур на основі  $\text{A}^{\text{III}}\text{B}^{\text{V}}$ .

6. Процеси товстоплівкової та тонкоплівкової технологій.

7. Технологічні процеси збирання електронних модулів. Автоматизація монтажно-складального обладнання мікроелектроніки.

## **XII. КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ЕЛЕКТРОНІЦІ**

1. Математичні принципи комп'ютерного проектування та моделювання електронних пристроїв, систем і процесів в них. Методи та алгоритми.

2. Типові пакети програм комп'ютерного моделювання та проектування в електроніці (OrCAD, P-CAD, Electronics WorkBench, Microwave Office, HFSS та ін.). Їхні можливості, напрямки застосування, ступінь взаємної узгодженості та унікальність.

3. Комп'ютерна обробка цифрових сигналів. Пакет прикладних програм MATLAB.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:

1. Твердотільна електроніка: Підручник / О.В. Борисов, Ю.І. Якименко – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 484 с.
2. 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.
3. Олександр Л.В. Основи мікроелектроніки. Конспект лекцій / Л.В. Олександр. – Суми: СумДУ, 2011. – 139 с.
4. Бондаренко І.М., Бородин О.В., Карнаушенко В.П. Сучасна компонентна база електронних систем: Навч. посібник – Харків: ХНУРЕ. 2020. – 268 с.
5. Бондаренко І.М., Бородин О.В., Галат О.Б., Карнаушенко В.П. Твердотільна електроніка: Навч. посібник. – Харків: ХНУРЕ. 2020. – 236 с.
6. Білинський Й.Й., Ратушний П.М., Мельничук А.О. Цифрова схемотехніка. Частина 2. Електронні пристрої і системи: Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 171 с.
7. Мікропроцесорна техніка: Підручник / В.Я. Жуйков, Т.О. Терещенко, Ю.С. Ямненко, А.В. Заграничний. – Київ: НТУУ «КПІ», 2016. – 440 с.
8. Бондаренко І.М. Мікроелектроніка НВЧ: Навч. посібник. – Харків: ХНУРЕ. // Ч. 1. Елементи та пристрої НВЧ-тракту. – 2017. – 152 с. // Ч. 2. Напівпровідникові елементи та пристрої НВЧ. – 2019. – 171 с.
9. Сакало С.М. Мікроелектронні пристрої надвисоких частот. Навч. посібник. – Харків: ХНУРЕ, 2001. – 120 с.
10. Бондаренко І.М., Бородин О.В., Карнаушенко В.П. Проектування напівпровідникових приладів та інтегральних схем: Навч. посібник для студентів ЗВО. – Харків: ХНУРЕ. – 2019. – 176 с.
11. Основи виробництва електронних апаратів / Невлюдов І.Ш. – Харків: ТОВ «Компанія СМІТ», 2005. – 598 с.
12. Сучасні волоконно-оптичні системи передавання / Невлюдов І.Ш., Омаров М.А., Цимбал О.М., Цехмістро Р.І. – Харків: ХНУРЕ, 2009. – 216 с.
13. Семенець В.В., Невлюдов І.Ш., Палагін В.А. Введення в мікросистемну техніку та нанотехнології. – Харків: ТОВ «Компанія СМІТ», 2011. – 416 с.
14. Бондаренко І.М., Бородин О.В., Грицунов О.В., Карнаушенко В.П. Системи автоматизованого проектування мікросистем: Навч. посібник – Харків: ХНУРЕ. 2021. – 144 с.
15. Моделювання в електроніці: Навч. посібник / Огородник К.В., Книш Б.П., Ратушний П.М., Лазарєв О.О. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 116 с.
16. Аврунін О.Г. «Основи мови VHDL для проектування цифрових пристроїв на ПЛІС»: навч. посібник / О.Г. Аврунін, Т.В. Носова, В.В. Семенець. – Харків: ХНУРЕ, 2018. – 196 с.

## **2 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ВСТУПНИКА ПРИ ПРОВЕДЕННІ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ**

Екзаменаційний білет складається з трьох питань. Відповідь на кожне питання оцінюється за 100-бальною шкалою:

– 96-100 балів: вступник продемонстрував всебічні, систематизовані та глибокі знання матеріалу, повністю розкривши та обґрунтувавши відповідь на питання екзаменаційного білета;

– 90-95 балів: вступник продемонстрував систематизовані та глибокі знання матеріалу, зазначивши взаємозв'язок основних понять, розкривши та обґрунтувавши відповідь на питання екзаменаційного білета;

– 75-89 балів: вступник продемонстрував повне знання матеріалу, загалом розкривши питання екзаменаційного білета, при цьому наведена відповідь потребує деяких додаткових роз'яснень, уточнень, доповнень, обґрунтувань тощо;

– 66-74 балів: вступник продемонстрував знання основного матеріалу та базових понять, загалом розкривши питання екзаменаційного білета, при цьому наведена відповідь потребує деяких суттєвих додаткових роз'яснень, уточнень, доповнень, обґрунтувань тощо;

– 60-65 балів: вступник продемонстрував знання основ матеріалу в мінімальному обсязі, недостатньо повно розкривши питання екзаменаційного білета, при цьому наведена відповідь потребує суттєвих додаткових роз'яснень, уточнень, доповнень, обґрунтувань тощо;

– 1-59 балів: вступник продемонстрував недостатні знання матеріалу, припустивши значну кількість принципкових помилок у відповіді на питання екзаменаційного білета.

Оцінка за кожне питання виставляється комісією на основі письмової відповіді вступника та усної співбесіди з цього питання, за необхідності. Відповідь на кожне питання екзаменаційного білета зараховується за умови отримання за неї не нижче 60 балів.

Загальна оцінка визначається як середнє арифметичне оцінок, отриманих за кожне питання екзаменаційного білета.

Фахова комісія проставляє загальну оцінку за шкалою 60-100 балів або ухвалює рішення про негативну оцінку зі вступного випробування («незадовільно», «не склав»).