

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

**ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОНІКИ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова Атестаційної комісії  
факультету електроніки

Декан  Валерій Жуйков

« 20 » « Січень » 2022 р.

М.П.

**ПРОГРАМА**

**комплексного фахового випробування**

для вступу на освітні програми підготовки магістра  
«Мікро- та наносистемна техніка», «Мікро- та наноелектроніка»,  
«Електронні мікро- і наносистеми та технології»,

**за спеціальністю 153 Мікро- та наносистемна техніка**

Програму рекомендовано:

кафедрою мікроелектроніки

Протокол № 14 від « 20 » січня 2022 р.

В.о. завідувача  Анатолій ОРЛОВ

кафедрою електронної інженерії

Протокол № 17 від « 19 » січня 2022 р.

Завідувач  Володимир ТИМОФЄЄВ

Київ – 2022

## ВСТУП

Прийом на підготовку фахівців освітньо-кваліфікаційних рівнів магістра на освітньо-наукову програму «Мікро- та наносистемна техніка» та освітньо-професійні програми «Мікро- та наноелектроніка», «Електронні мікро- і наносистеми та технології» за спеціальністю 153 «Мікро- та наносистемна техніка» відбувається згідно Правил прийому до Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Для проведення вступних випробувань та конкурсного відбору на навчання за освітніми програмами підготовки магістрів наказом ректора створюються атестаційні комісії факультетів/інститутів, підкомісії за відповідними спеціальностями та з іноземних мов, які є робочим органом Приймальної комісії університету. Головою атестаційної комісії є декан факультету (директор інституту), головами підкомісій за спеціальностями призначаються завідувачі відповідних випускових кафедр, а членами – провідні професори (доценти), викладачі кафедри (викладачі інших кафедр) та куратори навчальних груп.

Одним з завдань атестаційної комісії факультету є затвердження та, не пізніше ніж за три місяці до початку прийому документів на відповідну форму навчання, оприлюднення (на сайті факультету та інформаційних стендах) назви фахової навчальної дисципліни, з якої будуть проведені вступні випробування (назви навчальних дисциплін при проведенні комплексного випробування) та програми з фахових вступних випробувань.

Програма комплексного фахового випробування для вступу на освітню програму підготовки магістра за спеціальністю 153 «Мікро- та наносистемна техніка» визначає розділи навчальних дисциплін, які винесені на комплексне фахове випробування, перелік питань з кожного розділу, список рекомендованої літератури для самостійної підготовки студентів до комплексного фахового випробування, методику оцінки виконання завдань комплексного фахового випробування. Головним завданням програми є забезпечення можливості вступникам на навчання самостійно підготуватися до складання комплексного фахового випробування.

На комплексне фахове випробування для вступу на освітньо-наукову програму «Мікро- та наносистемна техніка» та освітньо-професійні програми «Мікро- та наноелектроніка», «Електронні мікро- і наносистеми та технології» за спеціальністю 153 «Мікро- та наносистемна техніка» винесено розділи таких навчальних дисциплін навчального плану підготовки бакалаврів за спеціальністю 153 «Мікро- та наносистемна техніка»:

- «Фізика електронних процесів»;
- «Технологічні основи електроніки»;
- «Напівпровідникова електроніка»;
- «Схемотехніка».

## **Методика проведення комплексного фахового випробування (КФВ).**

Методика та технологія виконання і оцінювання КФВ наступні.

При призначенні аудиторій для проведення КФВ необхідно забезпечити кожного студента окремим робочим місцем (за столом – один студент).

КФВ проводиться за письмовою формою.

У час, зазначений у графіку, член атестаційної підкомісії роздає студентам варіанти контрольних завдань КФВ та робочі аркуші, відповідає на можливі запитання студентів щодо змісту КФВ, вимог до їх виконання і критеріїв оцінки та фіксує час початку виконання роботи. На виконання завдань КФВ надається до 135 хвилин.

По мірі виконання робіт вступники здають члену атестаційної підкомісії виконані роботи і звільняють аудиторію. Член атестаційної підкомісії фіксує час закінчення виконання роботи.

Перевірка робіт вступників виконується членами атестаційної підкомісії в день проведення вступного випробування. Оцінювання робіт виконується у відповідності з критеріями оцінки, наведеними у програмі нижче. Результати конкурсних заходів атестаційні комісії оголошують у наступний день після проведення відповідних випробувань.

### **Загальні вимоги до екзаменаційних завдань КФВ.**

Екзаменаційне завдання КФВ – це перелік формалізованих питань, вирішення яких потребує уміння застосовувати інтегровані знання програмного матеріалу дисципліни. Екзаменаційне завдання містить чотири запитання (по одному з кожної дисципліни, які винесені на комплексне фахове випробування).

Екзаменаційні завдання повинні:

- охоплювати весь програмний матеріал навчальної дисципліни;
- мати кількість варіантів на 3-5 більше ніж кількість вступників, які одночасно виконують КФВ (але не менше 25 варіантів);
- мати однакову структуру (за кількістю питань), бути рівнозначної складності, а трудомісткість відповідати відведеному часу контролю (135 хвилин);
- за можливості зводити до мінімуму непродуктивні витрати часу на допоміжні операції, проміжні розрахунки та інше;
- використовувати відомі вступникам терміни, назви, позначення.

Усі екзаменаційні завдання КФВ повинні мати професійне (фахове) спрямування і вимагати від вступників не тільки відтворення знань окремих тем і розділів навчальних дисциплін, а і їх інтегрованого застосування. При виконанні КФВ вступники повинні продемонструвати як репродуктивні знання так і вміння використовувати набуті знання для вирішення практично спрямованих завдань.

# ОСНОВНИЙ ВИКЛАД

## Перелік питань з дисциплін, які винесені на комплексне фахове випробування

### 1. Питання з дисципліни «Фізика електронних процесів»

- 1.1. У чому сутність метода ефективної маси? Для яких станів його зручно застосовувати? Як визначити ефективну масу через закон дисперсії? Що означає анізотропія ефективної маси?
- 1.2. Які атоми є типовими донорами? Сформулюйте головну особливість донорних станів, звернувши увагу на енергетичний спектр (енергію іонізації) електронів і область їх просторової локалізації. Які типові значення енергії іонізації донорних атомів у найважливіших напівпровідниках?
- 1.3. Які атоми є типовими акцепторами? Сформулюйте головну особливість акцепторних станів, звернувши увагу на енергетичний спектр (енергію іонізації) електронів і область їх просторової локалізації. Які типові значення енергії іонізації акцепторних атомів у найважливіших напівпровідниках?
- 1.4. Як впливає концентрація домішки на енергетичний спектр електронів? Що таке і чому утворюється домішкова зона? За якого порядку концентрації домішки спостерігається виродження напівпровідника?
- 1.5. Яка фізична природа потенціального бар'єру біля поверхні твердого тіла? Якими параметрами прийнято характеризувати його висоту в металах і напівпровідниках?
- 1.6. Поясніть, чому електрони у повністю заповненій зоні не можуть створювати електричний струм, і вкажіть характерний зв'язок зонної структури твердих тіл з їх провідністю. Які типові механізми провідності у частково заповненій зоні провідності і частково вільній валентній зоні? Що таке рухливі носії заряду і які характерні параметри електронів і дірок?
- 1.7. На прикладі поведінки одного електрона в координатному і в  $k$ -просторі опишіть дрейфовий рух (одночастинкова модель) в електричному полі, звернувши увагу на роль зіткнень. Що таке рухливість електронів і питома електропровідність речовини і якими параметрами вона визначається? Що таке омічна ефективна маса?
- 1.8. Дайте визначення дифузії як макроскопічному процесу і вкажіть його внутрішню фізичну причину («рушійну силу»). Які особливості дифузії заряджених частинок? Які величини зв'язує співвідношення Ейнштейна, і за яких умов воно може бути застосоване?
- 1.9. Що таке закон діючих мас для електронно-діркового колективу і за яких умов він застосовний?
- 1.10. Поясніть залежність провідності металів від температури, використовуючи властивість виродженості електронного газу і особливості його

розсіювання.

- 1.11. Поясніть хід температурної залежності питомої електропровідності, а також рівня Фермі, для власних напівпровідників, пов'язавши її з процесами генерації носіїв і механізмами розсіювання. Зверніть увагу на її зв'язок з параметрами зонної структури.
- 1.12. Поясніть хід температурної залежності питомої електропровідності, а також рівня Фермі, для домішкових напівпровідників, пов'язавши її з процесами генерації носіїв і механізмами розсіювання. Зверніть увагу на її зв'язок з параметрами зонної структури.
- 1.13. Наведіть і поясніть зв'язок розподілу концентрації рівноважних носіїв і потенціального рельєфу, що створюється електричним полем (при цьому зручно скористатися моделлю викривлених зон).
- 1.14. Опишіть типовий вигляд залежності рухливості напівпровідників від температури та вкажіть переважаючий вид розсіювання за різних температур.
- 1.15. Опишіть характер перехідних дрейфових процесів, що виникають в однорідному провідному середовищі при включенні-виключенні електричного поля. Від чого залежить швидкість цих релаксаційних процесів?
- 1.16. Які електричні поля прийнято називати сильними? Перерахуйте ефекти, що спостерігаються в сильних полях, розділивши їх на дві характерні групи (які?).
- 1.17. З яким видом розсіювання пов'язане насичення дрейфової швидкості у ковалентних кристалах (Ge, Si)? У полях якої напруженості воно спостерігається? Який порядок значень швидкості насичення? У чому полягає суттєва відмінність механізмів насичення дрейфової швидкості в арсеніді галію від таких у ковалентних напівпровідниках? Наведіть типовий вигляд поле-швидкісної характеристики для GaAs і поясніть зв'язок міждолинних переходів з наявністю ділянки від'ємної диференціальної рухливості (провідності).
- 1.18. Що таке ефект Ганна і яка особливість закону дисперсії необхідна для його прояву? Поясніть, як утворюється домен сильного поля і від чого залежить частота його повторення.
- 1.19. У чому полягає макроскопічний прояв ефекту Зінера і яке його квантовомеханічне пояснення? За яких умов він спостерігається і які властивості електронів відповідальні за його прояв? Яка особливість електростатичного «пробою» зумовлює сферу його застосування?
- 1.20. Від яких параметрів зонної структури залежать розриви дна зони провідності та стелі валентної зони на межі контакту двох напівпровідників. Які типи гетеропереходів можливі в залежності від положення цих розривів? Наведіть приклади використання гетеропереходів для створення твердотільних компонентів.
- 1.21. Що таке лавинні процеси? Наведіть найпростішу модель лавинного

розмноження і утворення електронно-діркових лавин у напівпровідниках. Сформулюйте умову лавинного пробоя. Опишіть структуру найпростіших конструкцій, принцип дії і призначення лавинно-пролітних діодів (ЛПД).

- 1.22. Дайте визначення ефектові поля. Опишіть типовий вигляд залежності поверхневої провідності від поверхневого потенціалу для домішкових напівпровідників і вкажіть характерні області на цій кривій. Проілюструйте їх використання для створення польових транзисторів.
- 1.23. Опишіть рівноважний стан електронно-діркового переходу, звернувши увагу на роль контактного поля. Які процеси відбуваються при електричному зміщенні електронно-діркового переходу?
- 1.24. Опишіть вольт-амперну характеристику електронно-діркового переходу як результат порушення рівноважного стану. Опишіть поведінку носіїв за межами збідненої області. Як це пов'язано з властивостями світлодіодів?
- 1.25. Дайте порівняльну характеристику внутрішнього і зовнішнього фото ефектів і відповідних фотоприймачів за швидкістю, чутливістю, лінійністю світлової характеристики та граничною частотою.

## **2. Питання з дисципліни «Технологічні основи електроніки»**

- 2.1. Вимоги, що пред'являються до напівпровідникових матеріалів та мікроелектронної технології. Класифікація напівпровідникових матеріалів.
- 2.2. Мікроклімат та виробнича гігієна. Чиста кімната. Технологічні середовища.
- 2.3. Епітаксіально-планарна структура з прихованим  $n^+$  шаром та послідовність технологічних процесів її виготовлення.
- 2.4. Ізопланарна структура і послідовність технологічних процесів її формування.
- 2.5. Комплементарні структури на МДН-транзисторах і послідовність технологічних процесів їх формування.
- 2.6. Структури кремній на сапфірі, їх різновиди та послідовність технологічних операцій формування.
- 2.7. Типові технологічні маршрути виготовлення біполярних і МОН напівпровідникових мікросхем.
- 2.8. Підготовка напівпровідникових підкладок інтегральних мікросхем. Методи сухої та рідинної обробки пластин. Системи плазмохімічної обробки.
- 2.9. Методи формування електронно-діркових переходів. Метод вплавлення, дифузії, іонної імплантації, епітаксії.
- 2.10. Технологічні процеси нанесення речовини на підкладку. Вакуумне технологічне обладнання для нанесення тонких плівок. Термовакuumний метод осадження тонких плівок.
- 2.11. Технологічні процеси нанесення речовини на підкладку. Осадження тонких плівок методами іонного розпилення. Катодне розпилення. Іонно-плазмове розпилення.
- 2.12. Технологічні процеси нанесення речовини на підкладку. Магнетронне

розпилення. Фізичне та реактивне розпилення. Високочастотне розпилення.

- 2.13. Технологія одержання діелектричних шарів. Термічне окислення кремнію. Хімічні й електрохімічні методи нанесення діелектричних плівок з розчинів і газової фази.
- 2.14. Епітаксія. Особливості і різновиди епітаксіальних процесів. Осадження епітаксіальних шарів з парогазової фази. Особливості молекулярно-променевої епітаксії.
- 2.15. Рідинна епітаксія. Епітаксія з твердої фази. Лазерна епітаксія. Одержання і властивості приладів на епітаксіальних шарах арсеніду галію.
- 2.16. Літографічні процеси в технології мікроелектронних пристроїв. Основні фотохімічні процеси. Світлочутливі полімери і композиції.
- 2.17. Фоторезисти. Негативні фоторезисти. Позитивні фоторезисти. Особливості оптичної літографії, методи експонування.
- 2.18. Електронно-променева літографія. Рентгенівська літографія. Особливості іонно-променевої літографії.
- 2.19. Технологія тонкоплівкових інтегральних мікросхем. Загальна характеристика технологічного процесу. Методи нанесення тонких плівок металів. Контроль параметрів тонких плівок.
- 2.20. Механізм електропровідності плівок. Конструктивно-технологічні особливості створення мікроелектронних пристроїв на основі товстих плівок.
- 2.21. Особливості технології товстоплівкових мікросхем. Матеріали товстоплівкових мікросхем. Підкладки. Провідникові, резистивні пасти та діелектричні пасти. Трафарети. Трафаретний друк.
- 2.22. Методи збирання і герметизації. Виготовлення корпусів. Особливості виготовлення корпусів. Теплові характеристики корпусів.
- 2.23. Розділення пластин на модулі. Методи з'єднання кристалу з виводами корпусу (з'єднання проволокою, бездротовий монтаж, з'єднання на смужковому носії).
- 2.24. Методи монтажу кристалу та електронних компонентів. Методи мікрозварювання (термокомпресія, точкове-контактне, ультразвукове, зварювання). З'єднання полімерними клеями.
- 2.25. Технологія виготовлення плат друкованого монтажу. Технологічний процес збирання виробів на друкованих платах. Механізація і автоматизація процесів монтажу електронних компонентів.

### **3. Питання з дисципліни «Напівпровідникова електроніка»**

- 3.1. Вольт-амперна характеристика  $p$ - $n$ -переходу. Струми носіїв заряду у  $p$ - $n$ -переході. Інжекція та екстракція неосновних носіїв заряду. Коефіцієнт інжекції.
- 3.2. Генерація та рекомбінація носіїв у  $p$ - $n$ -переході. Бар'єрна та дифузійна ємність. Пробій  $p$ - $n$ -переходу: тепловий, лавинний, тунельний.
- 3.3. Гетеропереходи. Контакт метал-напівпровідник. Бар'єр Шоттки. Омічний

контакт.

- 3.4. Поверхневі стани. Структура метал-діелектрик-напівпровідник (МДН). Пільовий ефект в МДН - структурах. Ємність МДН - структур.
- 3.5. Випрямні та імпульсні діоди. Принцип дії. Основні параметри.
- 3.6. Напівпровідникові стабілітрони. Варикапи. Принцип дії. Основні параметри.
- 3.7. Тунельні діоди. Лавино-пролітні діоди. Діоди Ганна. Принцип дії. Основні параметри.
- 3.8. Біполярні транзистори. Структура та принцип дії. Розподіл носіїв по структурі транзистора. Ефект Ерлі.
- 3.9. Основні параметри та характеристики біполярних транзисторів, їх залежність від температури та режиму роботи.
- 3.10. Імпульсні та частотні властивості транзисторів. Робота транзистора при високому рівні інжекції. Пробій транзисторів та змикання переходів.
- 3.11. Особливості структури інтегрального біполярного транзистора. Способи ізоляції елементів в інтегральних схемах. Транзистор з комбінованою ізоляцією
- 3.12. Конструкції інтегральних біполярних транзисторів. Багатоємний транзистор. Транзистор з діодом Шоттки. Транзистори типу  $p-n-p$ .
- 3.13. Модель інтегрального біполярного транзистора. Паразитні зв'язки. Діодне включення біполярного транзистора. Основні параметри різних схем включення.
- 3.14. Параметри МДН-транзисторів, важливі в процесі розробки інтегральних схем. Еквівалентна схема всіх ємностей МДН- транзистора.
- 3.15. МДН-транзистори с  $n$  - каналами та самосумісним заслоном. Параметри та характеристики МДН-транзисторів з коротким каналом.
- 3.16. Напівпровідникові резистори. Плівкові резистори. Основні параметри та структури.
- 3.17. Дифузійні, МДН та плівкові конденсатори. Індуктивні елементи. Основні параметри та структури.
- 3.18. Транзисторна-транзисторна логіка. Базовий логічний елемент ТТЛ. Принцип дії у статичному режимі.
- 3.19. Емітерно-зв'язана логіка. Схема перемикача струму. Елемент малосигнальної емітерно-зв'язаної логіки. Основні параметри.
- 3.20. Інтегральна інжекційна логіка. Структура логічного елементу. Еквівалентна схема. Принцип дії. Основні параметри та характеристики.
- 3.21. Інвертор на  $n$  – канальних МДН – транзисторах. Перехідні процеси в інверторі. Основні параметри та характеристики.
- 3.22. Інвертор на комплементарних МДН – транзисторах. Порівняння з  $n$  – канальним інвертором.
- 3.23. Елементи пам'яті статичного типу на МДН-транзисторах. Базовий елемент пам'яті. Основні параметри.
- 3.24. Елементи пам'яті динамічного типу на МДН-транзисторах. Принцип дії. Різновиди.



3.25. Прилади із зарядовим зв'язком. Принцип дії та основні параметри. Різновиди.

#### 4. Питання з дисципліни «Схемотехніка»

- 4.1. Логічну функцію  $y = (x_3 + \bar{x}_4) \cdot (\bar{x}_1 + x_2) \cdot (\bar{x}_1 + \bar{x}_4)$  реалізувати у базисі Пірса.
- 4.2. Логічну функцію  $y = \overline{x_1 + x_2 + x_3 + x_1 + x_2 + x_3 + x_4}$  реалізувати у базисі Шефера.
- 4.3. Логічну функцію  $y = \overline{x_2 x_1 x_0 + x_2 x_0 + x_2 x_0}$  реалізувати в базисі 2І-НІ.
- 4.4. Логічну функцію  $y = \overline{x_2 x_1 x_0 + x_2 x_0 + x_1 x_3}$  реалізувати в базисі АБО-НІ.
- 4.5. Логічну функцію  $y = \overline{x_0 x_1 + x_2 x_3 + x_2 x_3 x_1}$  реалізувати в базисі І-АБО-НІ.
- 4.6. Синтезувати синхронний десятковий лічильник на D-тригерах.
- 4.7. Реалізувати на мультиплексорі з 4 інформаційними входами логічну функцію:  $y = \bar{x}_4 (\bar{x}_0 \bar{x}_1 + x_2 x_3) + x_4 (x_0 x_1 + \bar{x}_2 \bar{x}_3 + x_2 x_3)$
- 4.8. Побудувати регістр зсуву на 3 розряди на D-тригерах, побудувати його часові діаграми та, використовуючи цей регістр, побудувати лічильник Джонсона та таблицю відповідності для нього.
- 4.9. Побудувати лічильник-дільник частоти з  $K_{сч}=7$  на JK-тригерах та побудувати часові діаграми його роботи.
- 4.10. Побудувати синхронний двійковий лічильник на JK-тригерах на 4 розряди.
- 4.11. Побудувати повний суматор на логічних елементах АБО-НІ.
- 4.12. Побудувати повний віднімач на логічних елементах АБО-НІ.
- 4.13. Побудувати асинхронний двійковий лічильник з крізним переносом на D-тригерах з  $K_{сч} = 34$ .
- 4.14. Реалізувати на мультиплексорі з 4 інформаційними входами логічну функцію:  $Y = x_1 (\bar{x}_2 \oplus x_3) + x_4 (\bar{x}_1 \oplus x_2)$
- 4.15. Наведіть схему підсилювального каскаду на біполярному транзисторі із спільним емітером. Наведіть розрахунок схемної функції каскаду –  $K_u$  в смузі середніх частот.
- 4.16. Наведіть схему підсилювального каскаду на біполярному транзисторі із спільним емітером. Наведіть розрахунок схемної функції каскаду –  $R_{вих}$  в смузі середніх частот.
- 4.17. Наведіть схему підсилювального каскаду на біполярному транзисторі із спільним емітером. Наведіть розрахунок схемної функції каскаду –  $K_i$  в смузі середніх частот.
- 4.18. Наведіть схему підсилювального каскаду на біполярному транзисторі із спільною базою. Наведіть розрахунок схемної функції каскаду –  $K_u$  в смузі середніх частот.
- 4.19. Наведіть схему підсилювального каскаду на біполярному транзисторі із спільною базою. Наведіть розрахунок схемної функції каскаду –  $R_{вих}$  в смузі середніх частот.

- 4.20. Наведіть схему підсилювального каскаду на біполярному транзисторі із спільною базою. Наведіть розрахунок схемної функції каскаду –  $K_i$  в смузі середніх частот.
- 4.21. Наведіть схему підсилювального каскаду на польовому транзисторі із спільним витоком. Наведіть розрахунок схемної функції каскаду –  $K_u$  в смузі середніх частот.
- 4.22. Наведіть схему підсилювального каскаду на польовому транзисторі із спільним витоком. Наведіть розрахунок схемної функції каскаду –  $R_{вих}$  в смузі середніх частот.
- 4.23. Масштабні перетворювачі на операційному підсилювачі. Навести схеми та основні вирази для розрахунку.
- 4.24. Генератор гармонічних коливань на операційному підсилювачі із мостом Віна. Навести схему та основні вирази для розрахунку.
- 4.25. Фільтр верхніх частот 2-го порядку на операційному підсилювачі. Навести схему та основні вирази для розрахунку КЧХ, АЧХ та ФЧХ.

## ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

При виконанні екзаменаційних завдань КФВ заборонено використовувати будь-які допоміжні матеріали та електронні засоби (мобільні телефони, ноутбуки, планшети тощо).

### Критерії оцінювання виконання екзаменаційних завдань КФВ.

Критерії оцінки виконання завдань наступні.

Номер завдання	Максимальний бал	Типові помилки	Знижка балів, до
1	25	1.Вірна та вичерпна відповідь з усіма необхідними рисунками, формулами тощо.	1
		2. Відповідь вірна але містить кілька незначних помилок (неточність у виконанні рисунків, формулювання основних понять тощо).	4
		3 Відповідь вірна, але неповна (відсутні необхідні рисунки, формули тощо) або містить декілька несуттєвих помилок.	8
		4. Відповідь неповна, містить суттєві, але не принципові помилки.	12
		5. Відповідь містить принципові помилки.	16
		6. Відповідь відсутня	25
2	25	1.Вірна та вичерпна відповідь з усіма необхідними рисунками, формулами тощо.	1
		2. Відповідь вірна але містить кілька незначних помилок (неточність у виконанні рисунків, формулювання основних понять тощо).	4
		3 Відповідь вірна, але неповна (відсутні необхідні рисунки, формули тощо) або містить декілька несуттєвих помилок.	8
		4. Відповідь неповна, містить суттєві, але не принципові помилки.	12
		5. Відповідь містить принципові помилки.	16
		6. Відповідь відсутня	25
3	25	1.Вірна та вичерпна відповідь з усіма	1

		необхідними рисунками, формулами тощо.	
		2. Відповідь вірна але містить кілька незначних помилок (неточність у виконанні рисунків, формулювання основних понять тощо).	4
		3. Відповідь вірна, але неповна (відсутні необхідні рисунки, формули тощо) або містить декілька несуттєвих помилок.	8
		4. Відповідь неповна, містить суттєві, але не принципові помилки.	12
		5. Відповідь містить принципові помилки.	16
		6. Відповідь відсутня	25
4	25	1. Вірна та вичерпна відповідь з усіма необхідними рисунками, формулами тощо.	1
		2. Відповідь вірна але містить кілька незначних помилок (неточність у виконанні рисунків, формулювання основних понять тощо).	4
		3. Відповідь вірна, але неповна (відсутні необхідні рисунки, формули тощо) або містить декілька несуттєвих помилок.	8
		4. Відповідь неповна, містить суттєві, але не принципові помилки.	12
		5. Відповідь містить принципові помилки.	16
		6. Відповідь відсутня	25
Сума	100		

Максимальна кількість балів – 100, відповідно шкала оцінювання загальних результатів буде такою:

Сумарна кількість балів	Оцінка ECTS	Числовий еквівалент оцінки
95 – 100 балів	Відмінно	5
85 – 94 балів	Дуже добре	4,5
75 – 84 балів	Добре	4
65 – 74 балів	Задовільно	3,5
60 – 64 балів	Достатньо	3
0 – 59 балів	Незадовільно*	0

\*При отриманні оцінки Незадовільно вступник виключається з конкурсного відбору

«Правилами прийому до КПШ ім. Ігоря Сікорського в 2022 році» вимагається при обчисленні конкурсного бала застосування шкали оцінювання 100...200 балів (подібно до шкали оцінок ЄВІ, ЄФВВ та ТЗНК). Перерахунок конкурсних балів від 100-бальної шкали до 200-бальної шкали виконується відповідно до таблиці:

Таблиця відповідності оцінок РСО (60...100 балів) оцінкам 200-бальної шкали (100...200 балів)

шкала РСО	шкала 100...200	шкала РСО	шкала 100...200	шкала РСО	шкала 100...200	шкала РСО	шкала 100...200
60	100,0	70	125,0	80	150,0	90	175,0
61	102,5	71	127,5	81	152,5	91	177,5
62	105,0	72	130,0	82	155,0	92	180,0
63	107,5	73	132,5	83	157,5	93	182,5
64	110,0	74	135,0	84	160,0	94	185,0
65	112,5	75	137,5	85	162,5	95	187,5
66	115,0	76	140,0	86	165,0	96	190,0
67	117,5	77	142,5	87	167,5	97	192,5
68	120,0	78	145,0	88	170,0	98	195,0
69	122,5	79	147,5	89	172,5	99	197,5
						100	200,0

## **Приклад типового екзаменаційного завдання комплексного фахового випробування**

### **Питання 1. Фізика електронних процесів**

Що таке закон діючих мас для електронно-діркового колективу і за яких умов він застосовний?

### **Питання 2. Технологічні основи електроніки**

Методи збирання і герметизації. Виготовлення корпусів. Особливості виготовлення корпусів. Теплові характеристики корпусів.

### **Питання 3. Напівпровідникова електроніка**

Елементи пам'яті динамічного типу на МДН-транзисторах. Принцип дії. Різновиди.

### **Питання 4. Схемотехніка**

Побудувати синхронний двійковий лічильник на JK-тригерах на 4 розряди.

## **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

### **З дисципліни «Фізика електронних процесів»**

1. Фізика електронних процесів,,: [Електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальності 153 «Мікро- та наносистемна техніка» / В. О. Москалюк, В.І.Тимофєєв, Т.А.Саурова; Гриф надано Вченою радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 5 від 30.06.2020 р.). – Електронні текстові дані (1 файл: 7,21 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. –324 с.
2. Москалюк В.А., Синєкоп Ю.С., Кассинг Р. «Физика электронных процессов, часть I. Электронные состояния», учебн. пособие. – Киев, изд. УкрИНТЭИ, 2001. С 148.
3. Москалюк В.А., «Физика электронных процессов, часть II. Динамические процессы», учебн. пособие. – Киев, изд. «Аверс», 2004. С 186.
4. Москалюк В.О., «Фізика електронних процесів. Динамічні процеси», навч. посібник. – Київ, «Політехніка», 2004. С 180.
5. Герасимов С.М., Белоус М.В., Москалюк В.А. “Физические основы электронной техники”, учебн. пособие для вузов.– Киев, изд. “Вища школа”, 1981. С 368.
6. Москалюк В.А., Шовкун И.Д. “Генерация и рекомбинация подвижных носителей заряда”, текст лекций.–Киев, изд. КПИ, 1985. С 60.
7. Методические указания к разделу “Зонная теория твердых тел” по курсу “Физические основы электронной техники”, сост. Москалюк В.А.– Киев, изд. КПИ, 1980. С 52.
8. Москалюк В. О., Саурова Т. А., Федяй А. В., Шовкун І. Д. Лабораторний практикум з фізичної електроніки. Навчально-методичн. посібник, К., «Політехніка», 2009. С 96.

9. Москалюк В. А., Саурова Т. А., Федяй А. В., Шовкун И. Д. Лабораторный практикум по физической электронике. Учеб.-методич. пособие, К., НТУУ «КПИ», 2009. С 90.

### **З дисципліни «Технологічні основи електроніки»**

1. Свечников Г.С. Интегральная микроэлектроника. Ограничения и перспективы. – Одесса: Астропринт, 2010. – 474с.
2. Мачулянський О.В., Татарчук Д.Д. Методичний посібник – електронне видання з курсу „Моделювання технології та ІМС ” : – К.: НТУУ „КПІ”, 2009. – 32 с.
3. Вербицкий В. Г. Ионные нанотехнологии в электронике. К., МП Леся, 2002. – 376 с.
4. Готра З.Ю. Технологія електронної техніки. Навч. посібник у 2 т. — Львів: Видавництво Національного університету Львівська політехніка, 2010. — Т. 1. — 888 с.
5. Готра З.Ю. Технологія електронної техніки. Навч. посібник у 2 т. — Львів: Видавництво Національного університету Львівська політехніка, 2010. — Т. 2. — 884 с.
6. Коледов Л. А.Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок: Учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. — СПб.: Издательство «Лань», 2007.— 400 с.
7. Ефимов И. Е., Козырь И. Я.Основы микроэлектроники: Учебник. 3-е изд., стер. — СПб.: Издательство «Лань», 2008. — 384 с.
8. Новосядлий С.П. Фізико-технологічні основи субмікронної технології великих інтегральних схем. — І.Франківськ: Сімик, 2003. — 351 с.

### **З дисципліни «Твердотільна електроніка»**

1. Твердотільна електроніка : підручник / О. В. Борисов, Ю. І. Якименко ; за заг. ред. Ю. І. Якименка. – К. : НТУУ «КПІ», 2015. – 484 с.
2. Борисов О. В. Основи твердотільної електроніки: навч. посіб. / О. В. Борисов; за ред. Ю. І. Якименка. – К.: Освіта України, 2011. – 462 с.
3. Прохоров Е. Д. Твердотільна електроніка: Навч. посібник. — Х.: ХНУ ім. Каразіна, 2007. — 544 с.
4. Дружинін А. О. Твердотільна електроніка. Фізичні основи і властивості напівпровідникових приладів: Навч. посібник. — Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2009. — 332 с.
5. Прищепя М.М., Погребняк В.П. Мікроелектроніка. Частина 1. Елементи мікроелектроніки. – Київ: Вища школа, 2004. – 431с.
6. Васильєва Л.Д., Медведенко Б.І., Якименко Ю.І. Напівпровідникові прилади. – Київ: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2003. – 388с.
7. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники. - М.: Лаборатория базовых знаний, 2004.- 488 с.
8. Гусев В. А. Основы твердотельной электроники. — Севастополь: Изд-

во Сев.НТУ, 2004 — 635 с.

9. Пасынков В. В. Полупроводниковые приборы / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин — СПб.: Лань, 2002. — 480 с.

### З дисципліни «Схемотехніка»

1. В.М. Рябенський, В.Я. Жуйков, В.Д. Гулий. Цифрова схемотехніка. – Л.: Новий світ, 2000. – 735 с.
2. Бабіч Н.П., Жуков І.А., Основи цифрової схемотехніки, Київ, 2005. – 280 с.
3. Корнейчук В.И., Юрченко О.А., Пацюра И.В. Логические схемы цифровых устройств. – К.: СВІТ, 1996. – 94 с.
4. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника. – СПб. – Петербург 2001. – 528 с.
5. Фесечко В.О., Худякова Л.О., Сташкевич В.П.. Методичні вказівки до лабораторних робіт по курсу «Цифрова схемотехніка».–К.: КПІ2012.–69 с.
6. Зубчук В.И., Сигорский В.П., Шкуро А.Н. Справочник по цифровой схемотехнике. – К.: Техника, 1990. – 446 с.

### РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ

Москалюк Володимир Олександрович



к.т.н., професор, професор кафедри електронної інженерії

Діденко Юрій Вікторович,



к.т.н., доцент, доцент кафедри мікроелектроніки

Казміренко Віктор Анатолійович,



к.т.н., доцент, доцент кафедри електронної інженерії

Прокопенко Юрій Васильович,



д.т.н., доцент, професор кафедри електронної інженерії

Татарчук Дмитро Дмитрович,



д.т.н., доцент, професор кафедри мікроелектроніки