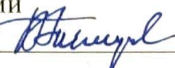


**Національний технічний університет Україна  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

ЗАТВЕРДЖУЮ:  
Голова Предметної комісії  
Гарант освітньої програми  
Володимир ТИМОФЄЄВ 

« 22 » « лютого » 2021 р.

ПОГОДЖЕНО:  
Проректор з навчальної роботи  
Мельниченко А. 

« 24 » « лютого » 2021 р.



**ПРОГРАМА  
ДОДАТКОВОГО ВСТУПНОГО ІСПИТУ  
для здобуття наукового ступеня доктор філософії  
за спеціальністю 153Мікро- та наносистемна техніка**

*Програму рекомендовано вченою радою факультету електроніки*

## Зміст

1. Загальні відомості.....	3
2. Теми, що виносяться на екзаменаційне випробування.....	3
3. Навчально-методичні матеріали.....	7
4. Рейтингова система оцінювання вступного випробування .....	9
5. Приклад екзаменаційного білету.....	10

# I. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Прийом на підготовку за третім (освітньо-науковим) рівнем вищої освіти для здобуття наукового ступеня «доктор філософії» за спеціальністю «Мікро- та наносистемна техніка» відбувається згідно з Правилами прийому до КПШ ім.Ігоря Сікорського.

Вступний іспит на навчання для здобуття наукового ступеня доктор філософії спеціальності 155 «Мікро- та наносистемна техніка» проводиться для тих вступників, які мають ступень магістра (спеціаліста).

Екзаменаційний білет вступного іспиту містить перелік питань, відповіді на які потребують уміння застосовувати знання програмного матеріалу відповідних дисциплін. Екзаменаційний білет містить чотири теоретичні питання.

Тривалість підготовки вступника до відповіді – 2 академічні години.

## II. ТЕМИ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ВСТУПНЕ ВИПРОБУВАННЯ

### II.1 МАТЕРІАЛИ І КОМПОНЕНТИ МІКРО-ТА НАНОСИСТЕМНОЇ ТЕХНІКИ

#### II.1.1. МАТЕРІАЛИ

##### II.1.1.1. Провідники

Властивості металів. Теорія електропровідності металів, питома електропровідність.

Теплопровідність металів і її зв'язок із електропровідністю. Теплоємність металів, електронна і граткова теплоємність.

Залежність електропровідності від температури та інших факторів.

Види металевих сплавів, їх електрофізичні властивості та особливості застосування.

Електропровідність в тонких провідникових плівках.

Особливості електропровідності на високих частотах.

Контактні явища в металах, вплив середовища на металеві матеріали.

Класифікація провідникових матеріалів. Основні параметри провідникових матеріалів.

Метали і сплави високої провідності.

Сплави високого електричного опору, сплави для термопар.

Неметалеві провідникові матеріали. Кермети, контактоли, оксидні провідникові матеріали. Резистивні і провідникові пасти.

##### II.1.1.2. Напівпровідники

Електропровідність напівпровідників, домішки в напівпровідниках і види носіїв заряду. Власна і домішкова провідність.

Температурні залежності концентрації і рухливості носіїв заряду в напівпровідниках. Залежність питомої електропровідності від температури і її практичне значення.

Генерація і рекомбінація нерівноважних носіїв заряду. Фотопровідність.

Люмінесценція – види і використання. Основні типи люмінофорів, приклади застосування напівпровідникових матеріалів-люмінофорів.

Деякі фізичні ефекти в напівпровідниках, що мають важливе прикладне значення: термоелектричні явища; вплив сильного електричного поля на електропровідність.

Параметри та характеристики напівпровідникових матеріалів.

Класифікація напівпровідникових матеріалів, основні групи напівпровідникових матеріалів. Оксидні напівпровідники.

Прості напівпровідники – германій і кремній.

Огляд властивостей напівпровідникових сполук типу  $A^{III}B^V$ .  
Властивості і використання напівпровідникових сполук типу  $A^{II}B^{VI}$ .  
Огляд властивостей напівпровідникових матеріалів складу  $A^{IV}B^{VI}$ .

### **II.1.1.3. Діелектрики**

Загальні фізико-хімічні властивості діелектричних матеріалів.

Поляризація діелектриків. Відмінності явищ електропровідності і поляризації. Резонансні і релаксаційні механізми поляризації.

Види поляризації. Діелектрична проникність і її залежність від зовнішніх факторів для різних видів поляризації.

Електропровідність діелектриків. Питомий опір: об'ємний і поверхневий. Залежність електропровідності від зовнішніх факторів.

Діелектричні втрати, види діелектричних втрат. Векторна діаграма струмів (напруг) для схем заміщення діелектрика, кут діелектричних втрат.

Залежності тангенса кута діелектричних втрат і розсіяної потужності від температури, частоти.

Явище електричного пробоя у діелектрику, види пробоя у твердих діелектриках. Пробивна напруга і пробивна напруженість.

Загальна класифікація діелектричних матеріалів. Пасивні діелектричні матеріали, основні групи діелектричних матеріалів.

Неорганічні діелектричні матеріали: слюда, кераміка, скло і сітали.

Органічні полімерні матеріали. Термопластичні і термореактивні полімери, зв'язок будови полімерів з їх основними властивостями.

Активні діелектрики (діелектрики з керованими властивостями), загальна класифікація. Основні властивості і використання п'єзоелектриків.

Піроелектрики і сегнетоелектрики; класифікація, основні фізико-технічні властивості і можливості використання таких матеріалів.

Електрети, рідинні кристали: види і застосування.

### **II.1.1.4. Магнітні матеріали**

Основні уявлення про природу магнетизму. Магнітна проникність і магнітна сприйнятливність. Класифікація матеріалів за величиною магнітної сприйнятливності.

Феромагнітні матеріали. Явище магнітної упорядкованості. Вплив обмінної взаємодії. Магнітна анізотропія.

Особливості процесів намагнічування і розмагнічування феромагнетиків. Основна крива намагнічування.

Вплив температури на магнітні властивості матеріалів. Температури Нееля і Кюрі. Явище магнітострикції при намагнічуванні та нагріванні.

Феромагнетики та ферити, властивості та особливості використання.

Магнітні втрати, види магнітних втрат. Поверхневий ефект.

Параметри магнітних матеріалів і способи їхнього визначення.

Класифікація магнітних матеріалів. Види магнітном'яких матеріалів.

Магнітнотверді матеріали. Матеріали для магнітного запису.

Магнітні матеріали спеціального призначення

## **II.1.2. КОМПОНЕНТИ**

### **II.1.2.1. Резистори**

Загальна будова. Конструкції резисторів та матеріали для їх виготовлення.

Класифікація резисторів. Особливості застосування резисторів.

Основні технічні характеристики резисторів, еквівалентна схема заміщення.

Маркування та умовні графічні позначення резисторів в електричних схемах. Ряди номінальних електричних опорів та величини допусків.

Резистори спеціального призначення, основні характеристики і застосування.

Напівпровідникові пасивні компоненти – лінійні та нелінійні резистори та датчики.

#### **П.1.2.2. Конденсатори**

Загальна будова. Конструкції конденсаторів та матеріали для їх виготовлення.

Класифікація конденсаторів. Особливості застосування конденсаторів різних типів.

Основні технічні характеристики конденсаторів, еквівалентна схема заміщення на низьких і високих частотах.

Маркування та умовні графічні позначення конденсаторів в електричних схемах.

Нелінійні конденсатори (варіконди), основні характеристики та використання.

#### **П.1.2.3. Індуктивні компоненти**

Загальна будова котушки індуктивності. Принцип роботи й основні властивості.

Види конструкцій та основні матеріали, розрахунок величини індуктивності.

Високочастотні дроселі, особливості конструкції та використання.

Основні технічні характеристики індуктивності, еквівалентна схема заміщення та частотна характеристика котушки індуктивності.

Види класифікації; маркування та умовні графічні позначення індуктивних компонентів.

Електромагнітні трансформатори, загальна будова, основні параметри.

Деталі і напівфабрикати для створення електромагнітних дроселів і трансформаторів.

#### **П.1.2.4. Функціональні компоненти**

Поняття "функціональний компонент", класифікація компонентів за фізичним принципом роботи.

Акустоелектронні прилади, класифікація. Характеристики та використання деяких видів акустоелектронних компонентів.

Інші компоненти та елементи функціональної електроніки (піроелектричні датчики, рідинні кристали, датчики Хола та ін.).

#### **П.1.2.5. Комутаційні друковані плати**

Загальні відомості про комутаційні плати. Комутаційні друковані плати традиційного монтажу. Комбіновані та багатошарові комутаційні плати.

Основні конструкційні матеріали та захисні матеріали для плат.

Припаї та інші матеріали для пайки та монтажу компонентів на комутаційну плату.

Проблема використання свинцю та інших токсичних речовин у виробі електроніки.

## **П.2 ОБЧИСЛЮВАЛЬНА МАТЕМАТИКА І ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ**

### **П.2.1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ МЕТОДІВ. ПОХИБКИ ОБЧИСЛЕНЬ**

Поняття про обчислювальний експеримент. Вимоги до обчислювальних методів.

Джерела і класифікація похибок обчислювального експерименту.

Формати зберігання дійсних чисел в обчислювальних системах. Похибка округлення. Обчислювальна похибка обчислення значення функції.

### **II.2.2. НАБЛИЖЕННЯ ФУНКЦІЙ.**

Постановка задачі інтерполяції функцій. Інтерполяційні формули Лагранжа та Ньютона. Особливості поліноміальної інтерполяції.

Кусково-лінійна інтерполяція. Інтерполяція сплайнами.

Постановка задачі апроксимації функцій. Лінійна задача про середньоквадратичне наближення функції.

Нелінійна задача про середньоквадратичне наближення функції. Рівномірне наближення функції.

### **II.2.3. ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ ЛІНІЙНОЇ АЛГЕБРИ**

Основні визначення лінійної алгебри. Норми векторів і матриць. Унітарність векторів і матриць. Основні унітарні перетворення: перетворення Хаусхолдера, матриця обертання Якобі.

Похибка розв'язання систем лінійних рівнянь (СЛАР). Поняття обумовленості матриці. Регуляризація СЛАР з погано обумовленими матрицями.

Методи факторизації (розкладання матриць) розв'язання систем лінійних рівнянь (розкладання Холецького, LU-, QR- факторизації).

Методи розв'язання часткової проблеми власних значень.

### **II.2.4. ЧИСЕЛЬНІ МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗАННЯ НЕЛІНІЙНИХ РІВНЯНЬ**

Постановка задачі чисельного розв'язання нелінійних рівнянь. Метод бісекції розв'язання нелінійного рівняння. Метод простої ітерації розв'язання нелінійного рівняння з одним невідомим.

Метод Ньютона розв'язання системи нелінійних рівнянь. Метод січних розв'язання нелінійних рівнянь.

Глобально збіжні модифікації методу Ньютона розв'язання системи нелінійних рівнянь.

### **II.2.5. ЧИСЕЛЬНЕ ІНТЕГРУВАННЯ ФУНКЦІЙ**

Постановка задачі чисельного інтегрування функцій. Квадратурні формули Ньютона-Котеса.

Апостеріорна оцінка похибки квадратурної формули, правила Рунге. Загальна похибка чисельного інтегрування. Поняття про адаптивні квадратурні методи.

Квадратурні формули Чебишова та Гауса.

Інтегрування функцій кількох змінних. Метод Монте-Карло чисельного інтегрування функцій.

### **II.2.6. ЧИСЕЛЬНЕ ІНТЕГРУВАННЯ ЗВИЧАЙНИХ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ**

Постановка задачі чисельного інтегрування звичайних диференціальних рівнянь. Метод Ейлера розв'язання задачі Коші.

Методи Рунге-Кутта розв'язання задачі Коші.

Багатокрокові методи розв'язання задачі Коші. Методи Адамса.

Апостеріорна оцінка похибки задачі Коші. Автоматичний вибір кроку інтегрування.

Поняття жорстких диференціальних рівнянь. Методи рішення жорстких диференціальних рівнянь. Методи Гіра.

Метод скінченних різниць розв'язання крайових задач.

Проекційні методи розв'язання крайових задач.

Метод скінченних елементів розв'язання крайових задач.

## II.2.7. ЧИСЕЛЬНЕ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ОПТИМІЗАЦІЇ

Постановка задач оптимізації. Методи одновимірного пошуку. Методи багатовимірного пошуку.

Градiєнтні методи безумовної оптимізації.

Метод Ньютона розв'язання задачі безумовної оптимізації. Методи змінної метрики.

Методи розв'язання задач умовної оптимізації.

## III. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ

### До розділу I

#### Основна література

1. Надкерничий С. П. Матеріали і компоненти електроніки: Програма та методичні вказівки до вивчення навчальної дисципліни. –К.:НТУУ«КПІ» «Політехніка», 2010. - 64с.
2. Надкерничий С. П. Матеріали і компоненти електроніки. Практикум. – К.: НТУУ «КПІ», URL: <http://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/423/4/9-10-407.pdf>. 2010. – 78 с.
3. Швець Є.Я., Червоний І.Ф., Головка Ю.В. Матеріали і компоненти електроніки: навчальний посібник – Запоріжжя, ЗДІА, 2011. – 278 с.
4. Пасынков В. В., Сорокин В. С. Материалыэлектроннойтехники. -СПб.: Лань, 2003. - 368с.
5. Петров К.С. Радиоматериалы, радиокомпоненты, электроника. –СПб.: Питер, 2003. - 528с.

#### Додаткова література

1. Леонтьев, В. О., Бевз С.В., Видмиш А.В. Електротехнічні матеріали: навчальний посібник– Вінниця : ВНТУ, 2013. – 122 с.
2. Василенко І.І., Широков В.В., Василенко Ю.І. Конструкційні та електротехнічні матеріали. Навчальний посібник.- Львів: Магнолія, 2008. – 242 с.
3. Медведев А. Печатныеплаты. Конструкции и материалы. -М.:Техносфера, 2005. - 304с.
4. Нестеренко К.Цветовая и кодовая маркировка электронных компонентов. –М.: Солон, 2006. –146с.
5. Петров К. С. Пассивные компоненты радиоэлектронной аппаратуры. СПб.: Санкт-Петербургский ГУТ, URL: <http://dvo.sut.ru/libr/eqp/031/index.htm> 2006.

### До розділу II

#### Основна література

1. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы.– М.: Наука, 1987.– 600 с.
2. Березин И.С., Жидков Н.П. Методы вычислений (в 2-х тт.).– М.: Наука, 1966.– 640 с.
3. Боглаев Ю.П. Вычислительная математика и программирование.– М.: Высшая школа,1990. –540 с. –ISBN 5-06-00623-9.
4. Воробьева Г.Н., Данилова А.Н. Практикум по вычислительной математике.– М.: Высшая школа, 1990.
5. Денис Дж., Шнабель Р. Численные методы безусловной оптимизации и решения нелинейных уравнений. – М.: Мир, 1988. – 440 с. – ISBN 5-03-001102-1.
6. Молчанов И.Н. Машинные методы решения прикладных задач. Алгебра, приближение функций.– Киев: Наукова думка, 1987.– 288 с.
7. Молчанов И.Н. Машинные методы решения прикладных задач. Дифференциальные уравнения.– Киев: Наукова думка, 1988.– 344 с.
8. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы.– М.: Наука,1989.— 432 с.

9. Прокопенко Ю.В., Татарчук Д.Д., Казміренко В.А. Обчислювальна математика: Навч. Посібник.–К.: ІВЦ „Видавництво «Політехніка»”, 2013.–224 с.

*Додаткова література*

1. Справочник по специальным функциям с формулами, графиками и математическими таблицами.: Под редакцией М.Абрамовица и И.Стигана. – М.: Наука, 1979. – 832 с.
2. Амосов А. А., Дубинский Ю. А., Копченова Н. В. Вычислительные методы для инженеров.– М.: Высшая школа, 1994.– 544 с. – ISBN 5-06-000625-5.
3. Бабенко К.И. Основы численного анализа.– М.:Наука,1986.
4. Вержбицкий В.М. Численные методы. Линейная алгебра и нелинейные уравнения. – М.:Высшая школа, 2000.– 266 с. – ISBN 5-06-003654-5.
5. Воеводин В.В. Численные методы алгебры. Теория и алгоритмы. – М.:Гос. издат. физ.-мат. литературы, 1966.– 248 с.
6. Волков А. Е. Численные методы. – М.: Наука, 1982. – 248 с.
7. Гавурин М.К. Лекции по методам вычислений. – М.:Наука,1971.
8. Гловацкая А. П. Методы и алгоритмы вычислительной математики. – М.: Радио и связь, 1999. – 408 с. – ISBN 5-256-01458-7.
9. Григоренко Я.М., Панкратова Н.Д. Обчислювальні методи в задачах прикладної математики: Навч. посібник. –К.:Либідь, 1995. – 280 с.– ISBN 5-325-00486-7.
10. Демидович Б. П., Марон И. А. Основы вычислительной математики. – М.: Наука, 1970. – 665 с.
11. Евдокимов А.Г. Минимизация функций. Харьков: Издательское объединение «Вища школа», 1977. – 160 с.
12. Калиткин Н.Н. Численные методы. – М.:Наука.1978.
13. Копченова Н.В., Марон И.А. Вычислительная математика в примерах и задачах. – М.:Наука,1978.
14. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике. – М.:Наука,1974.
15. Краскевич В.Е., Зеленский К.Х., Гречко В.И. Численные методы в инженерных исследованиях. К.: Вища школа, 1986.
16. Крылов В. И., Бобков В. Б., Монастырный П. И. Вычислительные методы: В 2 т. – М.: Наука, 1977. – 339 с.
17. Кук Д., Бейз Г. Компьютерная математика. – М.:Наука,1990.
18. Кунин С. Вычислительная физика. – М.: Мир, 1991.
19. Ляшко И.И., Макаров В.Л., Скоробогатько А.А. Методы вычислений. – К.: Вища школа,1977.
20. Марчук Г.И. Методы вычислительной математики. – М.:Наука,1989.
21. Ортега Дж., Рейнболдт В. Итерационные методы решения нелинейных систем уравнений со многими неизвестными. – М.: Мир, 1975. – 560 с.
22. Плис А.И., Сливина Н.А. Лабораторный практикум по высшей математике.– М.: Высшая школа, 1983.
23. Пресс У., Фланнери Б., Тьюкольский С. и др. Численные рецепты. – М.:Мир,1990.
24. Рябенкий В.С. Введение в вычислительную математику: Учебное пособие: Для вузов.– М.: Физматгиз, 1994.– 336с.
25. Румшинский Л.З. Вычислительный лабораторный практикум. – М.: Физматгиз, 1963.
26. Самарский А.А. Введение в численные методы.– М.: Наука,1987.
27. Федоренко Р.П. Введение в вычислительную физику: Учебное пособие: Для вузов.– М.: Изд-во Моск. физ.-техн. ин-та, 1994.–528с.
28. Фадеев Д.К., Фадеева В.Н. Вычислительные методы линейной алгебры. – М.:Гос. издат. физ.-мат. литературы, 1960. – 656 с.
29. Форсайт Дж., Малькольм М., Моулдер К. Машинные методы математических вычислений. – М.: Мир, 1980. – 279 с.



30. Хаусхолдер А.С. Основы численного анализа. – М.:ИЛ,1986.
31. Хемминг Р.В. Численные методы для научных работников и инженеров. – М.: Гос. издат. физ.-мат. литературы, 1972. – 400 с.
32. Черкасова М.П. Сборник задач по численным методам. – Минск: Высшая школа,1967.
33. Шуп Т. Е. Решение инженерных задач на ЭВМ. – М.: Мир, 1990. – 235 с.

#### **IV. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ**

Іспит складається з письмової роботи.

Письмова робота виконується 90 хв. і включає 4 завдання.

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

Кількість балів	Оцінка
60 ... 100	Зараховано
0 ... 59	Незараховано

Шкала оцінювання результатів виконання кожного завдання – 25 балів.

Оцінка за письмову відповідь визначається з урахуванням відповідності основним і додатковим критеріям. Максимальна кількість – 10 балів.

Оцінювання письмової відповіді здійснюється за такою шкалою:

23 ... 25 балів	Вірна та вичерпна відповідь з усіма необхідними рисунками, формулами тощо.
18 ... 22 балів	Відповідь вірна але містить кілька незначних помилок (неточність у виконанні рисунків, формулюванні основних понять тощо).
12 ... 17 балів	Відповідь вірна, але неповна (відсутні необхідні рисунки, формули тощо) або містить декілька несуттєвих помилок.
7... 11 балів	Відповідь неповна, містить суттєві, але непринципові помилки.
1 ... 5 балів	Відповідь містить принципові помилки.
0 балів	Відповідь відсутня.

Питання, із яких складаються білети, потребують демонстрації рівня теоретичних знань та спроможності їх використання при розв'язанні практичних завдань. Тому протягом вступного випробування забороняється використання будь-якої довідкової та навчально-методичної літератури та електронних засобів (мобільні телефони, ноутбуки, планшети тощо).

## У. ПРИКЛАД ЕКЗАМЕНАЦІЙНОГО БІЛЕТУ

Форма № Н-5.05

### Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

(повне найменування вищого навчального закладу)  
Освітній ступінь доктор філософії  
Спеціальність 153 Мікро- тананосистемна техніка  
(назва)  
Навчальна дисципліна Вступний іспит

#### ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № \_

1. Питання №1
2. Питання №2
3. Питання №3
4. Питання №4

Затверджено

Гарант освітньої програми

\_\_\_\_\_ Володимир ТИМОФЄЄВ

Київ 2021

#### РОЗРОБНИКИ:

*Тимофєєв Володимир Іванович, д.т.н., професор, завідувач кафедри електронної інженерії КПІ ім. Ігоря Сікорського*

*Борисов Олександр Васильович, к.т.н., професор, професор кафедри мікроелектроніки КПІ ім. Ігоря Сікорського*

*Прокопенко Юрій Васильович, д.т.н., доцент, професор електронної інженерії КПІ ім. Ігоря Сікорського*

*Орлов Анатолій Тимофійович, к.т.н., професор, в.о. завідувача кафедри мікроелектроніки КПІ ім. Ігоря Сікорського*

#### Програму рекомендовано:

Вченою радою

факультету електроніки

Голова вченої ради

\_\_\_\_\_ Валерій ЖУЙКОВ

протокол № 02/2021  
від «22» лютого 2021 р.