



Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій

Методичні вказівки

до виконання курсових робіт з дисципліни
«Інтегральна і функціональна мікроелектроніка»
здобувачів вищої освіти **другого (магістерського) рівня**
спеціальності 171 «Електроніка»
освітньо-наукової програми
«Електронні інформаційні системи»
очної, заочної та дистанційної форм здобуття вищої освіти



Суми
Сумський державний університет
2023

Методичні вказівки до виконання курсових робіт
здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня /
укладач Л.В. Однорець. – Суми: Сумський державний
університет, 2023. – 18 с.

Кафедра електроніки, загальної та прикладної фізики
факультету електроніки та інформаційних технологій

ВСТУП

Відповідно Стандарту вищої освіти України, затвердженого Наказом МОН України від 30.04.2020 р. № 580 для спеціальності 171 «Електроніка», навчальна дисципліна «Інтегральна і функціональна мікроелектроніка» і курсова робота з даної дисципліни забезпечує такі **програмні результати навчання**:

ПРН4. Розробляти маловідходні, енергозберігаючі та екологічно чисті технології з урахуванням вимог безпеки життєдіяльності людей, раціонального використання сировинних, енергетичних та інших видів ресурсів.

ПРН12. Узагальнювати сучасні наукові знання в галузі електроніки та застосовувати їх для розв'язання складних науково-технічних задач, доведення отриманих рішень до рівня конкурентоспроможних розробок, втілення результатів у бізнес-проектах.

ПРН16. Досліджувати електронні процеси та властивості функціональних нанорозмірних матеріалів мікро- і сенсорної електроніки з використанням сучасних програмних засобів моделювання та автоматизації розрахунків, проведення наукових експериментів з комп'ютерною обробкою і аналізом даних.

ПРН17. Проектувати, оцінювати та впроваджувати у виробництво електронні, сенсорні, волоконно-оптичні прилади і системи та програмне забезпечення для них з урахуванням вимог надійності, економічності, екологічності та енергозбереження.

Курсова робота магістра – це самостійне навчально-наукове дослідження студента, яке виконується з певного курсу або з окремих його розділів.

Основні завдання для курсових робіт магістра за **освітньо-науковим ступенем** підготовки – продемонструвати здатність розв'язування спеціалізованих задач та вирішування практичних проблем професійної діяльності в галузі електроніки та/або в процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій у галузі електроніки; здатність до розв'язування задач розроблення, аналізування, розрахунку,

моделювання електронних інформаційних компонентів, пристроїв і систем різного призначення; здатність презентувати результати фахівцям і нефахівцям, обґрунтовувати висновки з тематики, яка стосується питань і перспектив розвитку інтегральної та функціональної електроніки.

Курсова робота у комплексі із навчальною дисципліною «Інтегральна і функціональна мікроелектроніка» забезпечує **програми (загальні і фахові компетентності).**

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК4. Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні.

ЗК5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Фахові компетентності зі спеціальності та за ОНП:

СК1. Здатність оцінювати рівень існуючих технологій електронної промисловості у галузі професійної діяльності, ефективність технічних рішень.

СК2. Здатність планувати і реалізовувати інноваційні проекти у сфері електроніки, захищати права на інтелектуальну власність.

СК3. Здатність до системного розв'язання задач розробки, аналізу, розрахунку, моделювання електронних компонентів, пристроїв і систем різного призначення.

СК6. Здатність відшуковувати необхідну інформацію за допомогою сучасних інформаційних ресурсів, аналізувати та оцінювати її.

СК7. Здатність до розв'язання задач обробки та відображення інформації в сучасних електронних пристроях і системах.

СК9. Здатність враховувати в конструкторсько-технологічних, інженерних та науково-технічних рішеннях вимог щодо безпеки життєдіяльності, захисту інтелектуальної власності, енергоефективності та екологічності.

СК10. Здатність презентувати результати досліджень фахівцям і нефахівцям, вести дискусію і аргументувати власну позицію.

СК11. Здатність планувати і здійснювати дослідження з використанням сучасних експериментальних методів та інструментів і методів комп'ютерного моделювання, аналізувати результати досліджень, обґрунтовувати висновки і рекомендації.

СК12. Здатність до застосування комплексних знань сучасних методів формування і дослідження властивостей наноматеріалів при проектуванні, програмуванні та обслуговуванні електронних і сенсорних приладів та систем, комп'ютерних мереж, волоконно-оптичних систем зв'язку.

СК13. Здатність до створення, налагодження і супроводження програмного забезпечення із застосуванням сучасних комп'ютерних технологій та інструментальних засобів розробки програм для електронних інформаційних систем.

Базова тематика курсових робіт

Тема 1: Фізичні процеси в мікроелектронних структурах метал-напівпровідник: діоди Ганна

Тема 2: Конструкція та фізичні основи функціонування напівпровідникових діодів як елементів електронних систем

Тема 3: Принципи функціонування та технологічно-конструктивні особливості оптоелектронних приладів

Тема 4: Конструктивно-технологічні основи функціонування волоконно-оптичних систем зв'язку

Тема 5: Вплив фізичних полів на параметри і характеристики волоконно-оптичних ліній зв'язку

Тема 6: Фізичні основи, принцип дії та параметри фотоелектронних приладів

Тема 7: Фізичні принципи роботи та конструкція світловипромінювальних діодів як елементів оптоелектронних систем

Тема 8: Принципи функціонування і конструкція електронних пристроїв відображення інформації

Тема 9: Фізичні основи функціонування та робочі параметри оптронів

Тема 10: Діодні лазери в електроніці та медицині

Тема 11: Фізичні та конструктивно-технологічні особливості приладів магнітоелектроніки

Тема 12: Фізичні основи роботи та принцип функціонування датчиків Холла

Тема 13: Фізичні принципи роботи і конструктивно-технологічні особливості приладів на основі тунельного ефекту

Тема 14: Робочі характеристики біполярних транзисторів та фізичні процеси в них

Тема 15: Фізичні принципи функціонування та робочі характеристики польових транзисторів

Тема 16: Фізичні принципи роботи та конструкція стабілітронів

Тема 17: Фізико-технічні основи функціонування тиристорів.

Тема 18: Принципи роботи та технологічно-конструктивні особливості приладів хемотроніки.

Тема 19: Фізико-технічні основи функціонування діодних лазерів.

Тема 20: Елементи гнучкої електроніки.

Теми 21-25: Теми, запропоновані здобувачами.

Під час підготовки курсових робіт здобувач вищої освіти зобов'язаний додержуватися принципів **академічної доброчесності** згідно з Положенням про академічну доброчесність та етику академічних взаємовідносин у Сумському державному університеті та Кодексом академічної доброчесності Сумського державного університету. Курсова робота не повинна містити академічного плагіату, фабрикації та фальсифікації.

ЗАГАЛЬНІ НАСТАНОВИ ЩОДО ВИКОНАННЯ ТА ВИМОГИ ДО СТРУКТУРИ І ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВИХ РОБІТ

Після вибору тематики курсової роботи із етм, запропонованих викладачем або запропонованих здобувачем самостійно, здобувач працює згідно з календарним планом та силабусом до відповідного освітнього компонента. У календарному плані зазначені етапи й терміни виконання курсових робіт. У силабусі ОКБ «Інтегральна і функціональна імкroeлектроніка» освітньо-наукової програми «Електронні інформаційні системи» наведена інформація про освітній компонент та методи й критерії оцінювання. Після закінчення роботи над курсовою роботою магістра здобувач направляє її керівникові, а після перевірки керівником згідно з регламентом здобувач представляє доповідь (до 15 хвилин) із презентацією. Після доповіді керівник оцінює курсову роботу.

Доповідь за результатами виконання курсових робіт здійснюють державною мовою. Курсова робота може бути виконана в паперовому та/або електронному вигляді відповідно до рішення випускової кафедри.

Курсова робота повинна мати такі основні структурні елементи:

- титульний аркуш (згідно з додатками А, Б);
- зміст (згідно з додатком Е);
- основну частину;
- список використаних джерел;
- додатки (за необхідності).

Вимоги до структурних елементів

Титульний аркуш оформлюють за формою, наведеною в додатку А для очної форми здобуття вищої освіти.

Зміст роботи містить найменування та номер початкових сторінок вступу всіх розділів, підрозділів, пунктів, висновків, використаних джерел, додатків. Зміст повинен відображати суть проблеми, її складність та логіку дослідження. Назви розділів і

підрозділів повинні бути стислими й зрозумілими, літературно грамотними, тісно пов'язаними з назвою роботи, проте не повторювати її. Приклад оформлення змісту наведено в додатку Б.

Основна частина роботи містить вступ, розділи (що розкривають основний зміст роботи відповідно до переліку питань, наведених в індивідуальному завданні) та висновки.

У **вступі** подають загальну характеристику роботи, а саме: обґрунтування вибору теми роботи, її актуальності; визначення предмета та об'єкта дослідження; мету й завдання дослідження відповідно до предмета та об'єкта дослідження; методи дослідження; наукову новизну одержаних результатів; апробацію матеріалів роботи та їх оприлюднення в наукових виданнях (за наявності зазначають опубліковані тези, статті здобувача); структуру та обсяг роботи (анонсують структуру роботи, зазначають її загальний обсяг тощо); за наявності у вступі можна також зазначити, в межах яких програм, наукових тематик і грантів, госпрозрахункових договорів виконували кваліфікаційну роботу із зазначенням номерів державної реєстрації науково-дослідних робіт та найменуванням організації, де виконували роботу; практичне значення одержаних результатів (за наявності подають відомості про використання результатів досліджень або рекомендації щодо їх практичного застосування тощо).

Оригінальна частина складається з одного (за необхідністю двох) розділу. Кожний розділ починають із нової сторінки, заголовки друкують великими літерами. Розділи поділяють на підрозділи, які також поділяють на пункти. Заголовки другого й третього рівнів друкують малими літерами.

Перший розділ курсових робіт магістра являє собою літературний огляд, у якому здобувач конкретизує завдання й актуальні проблеми за обраною темою, оцінює результати досліджень закордонних та вітчизняних учених із конкретизацією основних способів і методів їх досягнення.

Другий розділ курсових робіт магістра може бути присвячений методиці й техніці проведення експериментальних

досліджень, вимірювань, моделювання або розрахунків. У розділі описують методики експериментальних досліджень, експериментальне обладнання, методики вимірювання, моделювання, прогнозування або розрахунку параметрів і характеристик. У ньому також можуть бути наведені результати досліджень, вимірювань, моделювання, розрахунків або розробок здобувача з їх аналізуванням та обговоренням, порівнянням, за необхідності, з власними попередніми результатами досліджень, опублікованими в наукових статтях і тезах доповідей на конференціях, результатами інших авторів, висвітленням актуальності й новизни проведених досліджень. Крім того, для здобувачів освітньо-наукової підготовки передбачається дослідження процесів в електронних компонентах, пристроях і системах та властивостей матеріалів мікро- й наноелектроніки з використанням сучасних експериментальних методів та обладнання, методів комп'ютерного моделювання, здійснення оброблення й аналізування результатів експериментів і розрахунків.

У розділах роботи повинен бути вичерпно й повно викладений зміст власних досліджень здобувача.

Висновки роботи повинні бути сформульовані відповідно до змісту роботи, а також містити формулювання розв'язаної наукової проблеми згідно з поставленою метою й актуальністю роботи та одержаними експериментальними результатами. Кількість висновків – приблизно три-чотири. Висновки повинні містити такі слова: «Показано, що...», «Одержано...»,

«Установлено, що...», які необхідно пояснити.

Список використаних джерел. Під час написання роботи здобувач зобов'язаний давати посилання на літературні джерела та матеріали, використані в його роботі. Такі посилання дають змогу знайти відповідні джерела й перевірити правильність цитування. Посилання на літературні джерела в тексті наводять відповідно до номера бібліографічного списку. Номер джерела записують у квадратних дужках. У літературному огляді посилання обов'язково проставляють у тексті, в підписах до рисунків і заголовках до таблиць. Використані джерела наводять мовою оригіналу

(українською, англійською та ін.).

Закінчена курсова робота повинна містити на титульному аркуші підписи здобувача вищої освіти та керівника, а також результати оцінювання роботи і дату.

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВИХ РОБІТ

Загальні вимоги

Текст роботи оформлюють на папері формату А4 обсягом до 30 сторінок стандартного тексту, включаючи рисунки й таблиці. Набір тексту здійснюють із використанням текстового редактора Word, використовуючи шрифти типу Times New Roman 14 із полуторним міжрядковим інтервалом. Текст необхідно розмішувати залишаючи поля аркуша таких розмірів: ліве – 25 мм, праве – 10 мм, верхнє та нижнє – 20 мм.

Текст основної частини роботи поділяють на розділи, підрозділи та пункти (за необхідності). Заголовки структурних частин «ЗМІСТ», «ВСТУП», «ВИСНОВКИ», «СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ»

друкують великими літерами симетрично до набору жирним шрифтом. Заголовки підрозділів друкують малими літерами (крім першої великої) з абзацного відступу. Крапку в кінці заголовка не ставлять. Якщо заголовок складається з двох або більше речень, їх розділяють крапками. Заголовки пунктів друкують малими літерами (крім першої великої) з абзацного відступу в розрядці в підбір до тексту. Всі заголовки друкують жирним шрифтом та відокремлюють окремим рядком.

Кожну структурну частину роботи потрібно починати з нової сторінки.

Рисунки й таблиці, що займають площу більше ніж 1/3 сторінки, необхідно виносити на окремі сторінки й такі сторінки до загального обсягу основного тексту не враховувати.

Нумерація

Сторінки роботи нумерують арабськими цифрами без крапки у верхньому правому куті аркуша. Нумерацію починають із титульного аркуша. На титульному аркуші, завданні, змісті та рефераті номер сторінки не проставляють. Додатки не нумерують і до загальної кількості сторінок не вносять.

Номер розділу проставляють після слова «**РОЗДІЛ**», після номера не ставлять крапку, потім друкують заголовок розділу з нового рядка великими літерами симетрично до набору жирним шрифтом.

Приклад:

РОЗДІЛ 1 ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОЧИХ ПАРАМЕТРІВ І ХАРАКТЕРИСТИК ЛАЗЕРНИХ СИСТЕМ

Підрозділи нумерують у межах кожного розділу. Номер підрозділу складається з номера розділу та порядкового номера підрозділу, між якими ставлять крапку. У кінці номера підрозділу повинна стояти крапка, наприклад: «2.3.» (третій підрозділ другого розділу). Потім у тому самому рядку наводять заголовок підрозділу.

Пункти нумерують у межах кожного підрозділу. Номер пункту складається з порядкових номерів розділу, підрозділу, пункту, між якими ставлять крапку. У кінці номера повинна стояти крапка, наприклад: «1.3.2.» (другий пункт третього підрозділу першого розділу). Потім у тому самому рядку наводять заголовок пункту.

Номер рисунка повинен складатися з номера розділу та порядкового номера рисунка, між якими ставлять крапку (наприклад: Рисунок 1.1 (перший рисунок першого розділу). Назву рисунка друкують по ширині з абзацного відступу та великої літери. Якщо рисунок запозичений із джерела літератури, то необхідно зазначити номер джерела у квадратних дужках після назви рисунка. У разі використання в роботі графіків з інших джерел, до яких внесені технічні корективи (редагування рисунка відповідно до вимог)

(наприклад, переклад підписів з англійської мови українською і т. ін.), необхідно вказувати, що ці залежності адаптовані з відповідного джерела літератури. **Адаптація** (від лат. adaptatio – пристосування). У кінці підпису до рисунка крапку не ставлять.

Приклад:

Рисунок 1.1 – Елементи конструкції резистора інтегрованих мікросхем: 1 – чутливий елемент – резистивна смужка; 2 – контакти-виводи [1]

Рисунок 1.4 – Дифракційні картини від плівки Fe(20)/Pd(20)/П: отриманої за температури 300 К (а); відпаленої до температури 780 К (б). Адаптовано з праці [3]

Таблиці нумерують послідовно в межах розділу. Номер таблиці повинен складатися з номера розділу та порядкового номера таблиці, між якими ставлять крапку, наприклад: Таблиця 1.2 (друга таблиця першого розділу). У разі перенесення таблиці на іншу сторінку пишуть слова «Продовження таблиці 1.2» без назви таблиці й друкують їх справа з абзацного відступу.

Назву таблиці друкують по ширині рядка з великої літери й розміщують над таблицею з абзацного відступу. В кінці назви таблиці крапку не ставлять.

Приклад:

Таблиця 1.2 – Результати розрахунку параметрів елементів гнучкої електроніки

Формули та рівняння в тексті роботи (якщо їх більше ніж одна) нумерують у межах розділу подвійною нумерацією. Номер формули (рівняння) складається з номера розділу та порядкового номера формули (рівняння) в цьому розділі, розділених крапкою. Номери формул (рівнянь) зазначають у круглих дужках біля правого поля аркуша на рівні формули (рівняння), (наприклад, (3.1) – перша формула третього розділу) і номер присвоюють лише тим формулам (рівнянням), на які буде далі посилання.

Під час оформлення формул і рівнянь необхідно дотримуватися таких правил:

- формули та рівняння потрібно відділяти від тексту в окремий рядок і розміщувати посередині рядка. Вище й нижче від кожної формули та рівняння залишають по одному вільному рядку;

- позначення фізичних величин у тексті, формулах та рівняннях необхідно виділяти курсивом;

- якщо формула або рівняння не вміщуються в один рядок, вони повинні бути перенесені після знака рівності (=) або після знаків плюс (+), мінус (–) і множення (х). У цьому разі повторюють знак на початку наступного рядка;

- посилання на формули в тексті роботи подають у круглих дужках;

- пояснення значень символів та числових коефіцієнтів, що входять до формули або рівняння, потрібно подавати безпосередньо під формулою або рівнянням у тій самій послідовності, в якій вони подані у формулі (рівнянні), але за винятком тих, про які вже згадувалось у тексті вище. Значення кожного символу потрібно подавати через крапку з комою з абзацу та нового рядка, наприклад:

$$2d_{hkl} \sin \theta = n\lambda, \quad (1.1)$$

де d_{hkl} – міжплощинна відстань (hkl – індекси Міллера);

θ – кут відбиття;

n – порядок відбиття хвилі;

λ – довжина хвилі.

Після розшифрування символів з абзацу продовжують текст (вільний рядок не залишають).

Правила оформлення списку використаних джерел

Джерела розміщують одне за одним у порядку появи посилань у тексті роботи, де зазначають у квадратних дужках номер джерела.

Книга

Прізвище та ініціали авторів. Назва книги. Місто : Видавництво, рік. Загальна кількість сторінок.

Наприклад:

Однодворець Л. В., Пазуха І. М. Матеріали і компоненти функціональної електроніки : навчальний посібник. Суми : Сумський державний університет, 2020. 196 с.

Журнальна стаття

Прізвище І. П/б авторів. Назва статті // Назва журналу. Видавництво, рік. Том, номер. Сторінки.

Наприклад:

Protsenko I. Yu. On the possibility of applying the principle of physical quantities additivity of multicomponent metallic materials // *Journal of Nano- and Electronic Physics*. Sumy State University, 2023. Vol. 15, № 5. P. 05011-1–05011-3.

Матеріали конференції

Прізвище І. П/б авторів. Назва статті // Назва конференції. Видавництво, рік. Сторінки.

Наприклад:

Odnodvoretz L., Shabelnyk Yu., Cheshko I. The influence of temperature on the processes of spin-dependent electron scattering in metal film alloys // Book of abstract of the 2023 IEEE 13th International Conference “Nanomaterials: Applications & Properties”. IEEE, 2023. P. 07nmm-68.

Теза доповіді

Прізвище І. П/б авторів. Назва тези / Назва конференції. Місто : Видавництво, рік. Сторінки.

Наприклад:

Костян М. О., Однодворець Л. В., Лободюк О. С. Діоди Шотткі як швидкодіючі компоненти електронних систем / Матеріали та програма Міжнародної наукової конференції молодих учених «Фізика, електроніка, електротехніка» ФЕЕ::2023 (Суми, 24–28 квітня 2023 року). Суми : СумДУ, 2023. С. 53.

Автореферат дисертації

Прізвище та ініціали автора. Назва дисертації : автореф. дис. ... канд. фіз.-мат. наук : спец. шифр – назва спеціальності. Місто, рік. Кількість сторінок.

Наприклад:

Коваленко О. А. Фізичні процеси в спіропіранах як елементах молетроніки : автореф. дис. ... канд. фіз.-мат. наук : спец. 01.04.01 – фізика приладів, елементів і систем. Суми, 2021. 22 с.

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ПРЕЗЕНТАЦІЇ ДО КУРСОВОЇ РОБОТИ

Загальні вимоги

Кількість та зміст слайдів для презентування курсових робіт визначає науковий керівник у завданні.

Перший слайд повинен містити емблеми Сумського державного університету, факультету, кафедри електроніки, загальної та прикладної фізики. Інформація на слайді повинна відповідати титульному аркушу курсових робіт. Другий слайд повинен містити мету та актуальність роботи.

Наступні слайди – відповідно до завдання роботи.

Слайд «ВИСНОВКИ» повинен відповідати висновкам, наведеним у тексті курсових робіт.

Якщо результати курсових робіт були опубліковані в наукових журналах або матеріалах конференцій, то наступний слайд повинен містити цю інформацію.

На слайдах обов'язково повинна бути нумерація в правому нижньому куті. Інформація, розміщена на слайдах, повинна мати лаконічний характер, але слайд має бути достатньо інформативним, не пустим та не перевантаженим кількістю рисунків, графіків і таблиць. У презентації рисунки й таблиці повинні мати наскрізну нумерацію. Рисунки літературного огляду роботи в презентації повинні містити посилання на літературу, наведену внизу слайда.

ДОДАТОК А
(довідковий)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра електроніки, загальної та прикладної фізики

КУРСОВА РОБОТА

навчальної дисципліни «Інтегральна і функціональна
мікроелектроніка»
освітньо-наукової програми «Електронні інформаційні системи»
на тему « _____»

Здобувача (-ки) групи _____
(шифр групи) (прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис) (Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

Суми – 202____

ДОДАТОК Б
(довідковий)

ЗМІСТ

	С.
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. НАЗВА ПЕРШОГО РОЗДІЛУ	6
1.1. Назва підрозділу	6
1.1.1. Назва пункту... ..	7
1.1.2. Назва пункту... ..	8
1.2. Назва підрозділу	9
1.2.1. Назва пункту... ..	10
1.2.2. Назва пункту... ..	12
РОЗДІЛ 2. НАЗВА ДРУГОГО РОЗДІЛУ	13
2.1. Назва підрозділу	14
2.2. Назва підрозділу	19
РОЗДІЛ 3. НАЗВА ТРЕТЬОГО РОЗДІЛУ	24
3.1. Назва підрозділу	25
3.1.1. Назва пункту... ..	26
3.1.2. Назва пункту... ..	27
3.2. Назва підрозділу	28
3.2.1. Назва пункту... ..	29
3.2.2. Назва пункту... ..	30
ВИСНОВКИ	31
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	32
ДОДАТКИ	34