



**ТОП  
700**

СумДУ в рейтингу  
університетів світу  
QS WUR 2014/2015

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет



Кафедра прикладної фізики

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до оформлення контрольної роботи з дисципліни «Функціональна електроніка» зі спеціальності 7(8).05080201– електронні прилади та пристрої для студентів денної форми навчання

Суми  
Сумський державний університет  
2017

## **Правила оформлення роботи**

Під час написання контрольної роботи студент зобов'язаний робити посилання на літературні джерела та матеріали, які використовувалися в його роботі. Такі посилання дають можливість 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, у підписах до рисунків і в заголовках до таблиць. Літературні джерела наводяться мовою оригіналу (українською, російською, англійською та ін.).

Загальний обсяг контрольної роботи становить від 7 до 15 сторінок стандартного тексту, включаючи рисунки і таблиці (формат паперу А4 (210 x 297 мм)), кількість літературних джерел – не менше 5.

Набір тексту здійснюється з використанням текстового редактора Microsoft Word: шрифт типу Times New Roman розміром 14 з міжрядковим інтервалом 1,5. Текст роботи друкують, залишаючи поля таких розмірів: ліве – 25 мм, праве – 15 мм, верхнє та нижнє – 20 мм.

### **Оформлення рисунків**

Рисунки, графіки, схеми, діаграми необхідно розміщати в роботі безпосередньо після згадування про них у тексті вперше, на всі ілюстрації повинні бути посилання в роботі. За необхідності під ілюстрацією розміщують пояснювальні дані (підрисунковий текст). Рисунки необхідно нумерувати арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах розділу наприклад: рис. 1.1, вони повинні мати назву, що розміщується під рисунком. Якщо рисунок складається із декількох позицій, то їх необхідно нумерувати за алфавітом, при цьому літери можна ставити у верхньому правому куті, або по центру під рисунком. Шрифт на рисунках повинен мати розміри основного тексту. Якщо рисунок взятий із публікації, то на неї необхідно в кінці підпису до рисунка поставити посилання на літературу в квадратних дужках.

Наприклад:

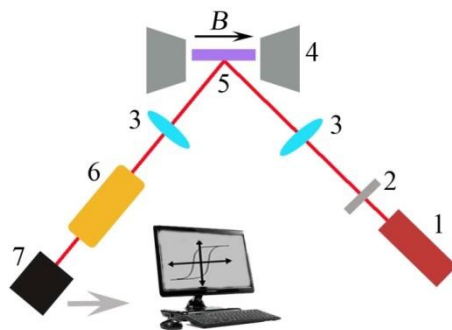


Рис. 1.1. Схематичне зображення установки для вимірювання МОКЕ: 1 – лазер; 2 – поляризатор; 3 – фокусуючі лінзи; 4 – електромагніт; 5 – зразок; 6 – модулятор Фарадея; 7 – детектор, який передає сигнал до комп'ютера



Рис. 1.2. Кристалічні решітки неупорядкованої ГЦК (а) та упорядкованої ГЦТ (б) фаз сплаву FePd [1]

## Таблиці

Таблиці нумерують послідовно в межах розділу. У правому верхньому куті над відповідним заголовком таблиці розміщують напис «Таблиця» із зазначенням її номера. Номер таблиці повинен складатися з номера розділу і порядкового номера таблиці, між якими ставиться крапка, наприклад: «Таблиця 1.2» (друга таблиця першого розділу). При перенесенні таблиці на іншу сторінку слово «Таблиця» і її номер зазначають один раз справа перед першою частиною таблиці, над іншими частинами пишуть слова «Продовж. табл. 1.2». Назву таблиці наводять жирним шрифтом і розміщують посередині рядка (міжрядковий інтервал 1,0). Якщо таблиця складається із багатьох рядків, міжрядковий інтервал та шрифт можна зменшити, бажано, щоб таблиця знаходилася на одному аркуші. Таблиця розміщується після її згадування в тексті.

Наприклад:

Таблиця 1.1

**Результати розрахунку коефіцієнта тензочутливості**

| Плівка | $\mu$ |     |     |     |     |
|--------|-------|-----|-----|-----|-----|
|        | I     | II  | III | IV  | V   |
| Cu(75) | 4,5   | 3,7 | 3,8 | 3,2 | 3,1 |

Рисунки й таблиці, які займають площу більше 1/3 сторінки, необхідно виносити на окремі сторінки і такі сторінки в загальний обсяг основного тексту не враховувати.

**Формули і рівняння**

Формули та рівняння в тексті роботи (якщо їх більше одного) нумерують у межах розділу подвійною нумерацією. Номер формули (рівняння) складається з номера розділу та порядкового номера формули (рівняння) у цьому розділі, розділених крапкою. Номери формул (рівнянь) пишуться в круглих дужках біля правого поля аркуша на рівні формули (рівняння), наприклад: (3.1) – перша формула третього розділу. Номер присвоюється лише тим формулам (рівнянням), які використовуються в тексті роботи.

При оформленні формул і рівнянь необхідно дотримуватися таких правил:

- формули і рівняння потрібно розмішувати посередині рядка та виділяти від тексту, так що вище й нижче кожної формули і рівняння залишається по одному вільному (пустому) рядку;
- якщо формула або рівняння не вміщаються в один рядок, вони повинні бути перенесені після знака рівності (=) або після знаків плюс (+), мінус (–), множення (x) і ділення (:). При цьому повторюють знак на початку наступного рядка, крім знака ділення (:);
- пояснення значень символів і числових коефіцієнтів, що входять у формулу або рівняння, потрібно проводити безпосередньо під формулою або рівнянням у тій самій послідовності, у якій вони подані у формулі (рівнянні), але за винятком тих, про які вже згадувалось у тексті вище. Перший рядок пояснення починають зі слів «де» без абзацу, значення кожного символу потрібно подавати через крапку з комою з абзацу та нового рядка, наприклад:

$$a_{hkl} = d_{hkl} \sqrt{h^2 + k^2 + l^2}, \quad (3.1)$$

де  $h, k, l$  – індекси Міллера.

Усі символи в тексті пишуться курсивом, після яких йде текст роботи з абзацу (вільний рядок не залишається).

## **Посилання та правила оформлення списку використаних джерел**

Бібліографічний опис джерел складають відповідно до чинних стандартів з бібліотечної та видавничої справи. Зокрема потрібну інформацію можна одержати із таких міждержавних і державних стандартів: ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 «Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання (ГОСТ 7.1–2003, IDT)», ДСТУ 3582–97 «Інформація та документація. Скорочення слів в українській мові в бібліографічному описі. Загальні вимоги та правила», ГОСТ 7.12–93 «СИБИД. Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила», ГОСТ 7.11–78 «СИБИД. Сокращение слов и словосочетаний на иностранных европейских языках в библиографическом описании».

Джерела розміщують один за одним у порядку появи посилань у тексті роботи, де зазначають у квадратних дужках номер джерела. За використання іноземних публікацій, що відповідають тематиці роботи, студент отримує додаткові бали.

Повне копіювання не лише цілих блоків тексту, а й окремих фраз із наявних публікацій без посилання на джерело не дозволяється.

Не можна відривати ініціали від прізвища, для цього використовуйте «нерозривний пробіл», який ставиться поєднанням клавіш «Ctrl+Shift+Пробіл».

## ***Книга***

Якщо в публікації 1–3 автори, то на першу позицію виноситься прізвище та ініціали першого автора, а якщо в публікації 4 і більше авторів, то на першу позицію не виноситься прізвище та ініціали автора.

*Якщо один – три автори:*

Прізвище та ініціали **першого** автора. Назва книги / Ініціали та прізвища **усіх** авторів. – Місто (повністю) : Видавництво, рік. – загальна кількість сторінок.

*Наприклад:*

1. Кучис Е. В. Гальваномагнитные эффекты и методы их исследования / Е. В. Кучис. – Москва : Радио и связь, 1990. – 264 с.
2. Елисеев А. А. Функциональные наноматериалы / А.А. Елисеев, А. В. Лукашин; под ред. Ю. Д. Третьякова. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 456 с.
3. Проценко І. Ю. Прилади і методи дослідження плівкових матеріалів : навч. посіб./ І. Ю. Проценко, А. М. Чорноус, С. І. Проценко. – Суми : Вид-во СумДУ, 2007.– 264 с.

*Якщо чотири автори:*

Назва книги / Ініціали та прізвище усіх авторів. – Місто : Видавництво, рік. – загальна кількість сторінок.

*Наприклад:*

Наноматериалы. Классификация, особенности свойств, применение и технологии получения : учебн. пос. / Б. М. Балоян, А. Г. Колмаков, М. И. Алымов, А. М. Кротов. – Москва : Международный университет природы, общества и человека «Дубна» Филиал «Угреша», 2007. – 125 с.

*Якщо п'ять і більше авторів:*

Назва книги / Ініціали та прізвища **трьох** авторів та ін. – Місто : Видавництво, рік. – Загальна кількість сторінок.

*Наприклад:*

Наноматериалы, нанопокрyтия, нанотехнологии / Н. А. Азаренков, В. М. Береснев, А. Д. Погребняк и др. – Харьков : ХНУ им. В. Н. Каразина, 2009. – 209 с.

***Стаття у книзі***

Назва статті / Ініціали та прізвища **трьох** авторів та ін. // Назва книги. – Місто : Видавництво, рік. – Том, номер. – сторінки на, яких викладена стаття.

*Наприклад:*

Тензорезистивні властивості багатошарових плівок Ni/V, Ni/Ti та Cr/Fe / В. В. Бібик, Т. М. Гричановська, Л. В. Однорець та ін. // Харьковская нанотехнологическая Ассамблея-2007. – Харків, 2007. – Том II. Тонкие пленки. – С. 108–119.

### ***Журнальна стаття***

Назва статті / Ініціали та прізвища **трьох** авторів та ін. // Назва журналу. – Рік. – Том, номер. – Сторінки на яких викладена стаття.

*Наприклад:*

1. Structure and Magnetic Properties of Nonepitaxially-grown  $L_{10}$  FePdCu / J.G. Kang, J.G. Na // J. Korean Phys. Soc. – 2009. – V. 55, № 1. – P. 10 - 13.
2. Магнорезистивные свойства пленок Fe и мультислоев на их основе / О.В. Сынашенко, Д. Н. Кондрахова, И. Е. Проценко // Ж. нано- электрон. фіз. – 2010. – Т. 2, № 4. – С. 96-114.
3. Эффект Холла в мультишарах на основі Pd і Fe / О. П. Ткач, О. С. Грищук, Т. П. Говорун та ін. // Ж. нано- электрон. фіз. – 2011. – Т. 3, № 4. – С. 131 – 137.
4. Магнитооптические свойства многослойных пленок Fe/Pd / Е. А. Ганьшина, А. А. Богородицкий, Р. Ю. Кумаритова и др. // ФТТ. – 2001. – Т. 43, Вып. 6. – С. 1061 – 1066.
5. Study of the different magnetoresistance sources in Ag/Co multilaers / S. E. Paje, M. A. Arranz, J. P. Andres et al. // J. Phys. Condens. Mater. – 2003. – V. 15. – P. 1071 - 1079.

### ***Матеріали конференцій, з'їздів***

Назва тези / Ініціали та прізвище **трьох** авторів та ін. // Назва конференції. – Місто : Видавництво, рік. – Сторінки на яких викладена стаття.

*Наприклад:*

1. Магнорезистивні властивості мультишарової плівкової системи Fe/Pd / О. П. Ткач, Л. В. Однорець // Матеріали Міжнар. конф.

студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики «ЕВРИКА-2011». – Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2011. – С. А38.

2. Магніторезистивні властивості плівкових матеріалів на основі Fe і Pd та Fe і Cu / Л. В. Однодворець, О. В. Синашенко, О. П. Ткач та ін. // Матеріали II наук. Міжнар. конф. «Сучасні проблеми конденсованого стану». – Київ : КНУ ім. Т.Г. Шевченка, 2010 р. – С. 17.
3. Crystalline structure and magnetoresistivity properties of Fe/Pd films / О. Р. Tkach, Y. Zabala, L. V. Odnodvoretz et al. // Materials of «XLVI Zakopane School of Physics International Symposium». – Krakow : IFJ PAN, 2011 – P. 147.

### ***Автореферат дисертації***

Прізвище та ініціали автора. Назва автореферату: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня кандидата або доктора в певній галузі наук : спец. шифр та «Назва спеціальності» / Ініціали та прізвище автора повністю. – Місто, рік. – Загальна кількість сторінок.

*Наприклад:*

Лопатинський А. І. Кінетичні явища в тонких плівках перехідних d-металів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. фіз.-мат. Наук : спец. 01.04.18 «Фізика і хімія поверхні» / Андріан Іванович Лопатинський. – Івано-Франківськ, 2000. – 17 с.

### ***Посилання на інтернет сторінки***

Посилання – назва сторінки, дата доступу: число.

*Наприклад:*

<http://ru.wikipedia.org/wiki/> – Світлодіод, дата доступу: 06.04.2012 р.



## **Перевірка на атиплагіат**

Матеріали теоретичного питання необхідно перевірити на плагіат. Унікальність тексту повинна відповідати не менше 75 відсотків.

Перевірку унікальності тексту здійснює студент і прикладає звіт програми.

Студенти, що здадуть роботу до 1 грудня додатково отримують 5 бонусних балів.

За правильно виконану контрольну роботу студент отримує 10 балів.

## **Завдання контрольної роботи**

Завдання контрольної роботи складається з двох частин: теоретичного питання та розрахункової задачі. Цифра біля питання або задачі відповідає варіанту.

### **Теоретичні питання**

1. Функціональна електроніка. Предмет дисципліни та її завдання. Типи носіїв інформаційного сигналу.
2. Основні напрямки розвитку функціональної електроніки. Обмеження в схемотехнічній інтегральній електроніці за фізичним і технологічним факторами.
3. Функціональна електроніка - електроніка динамічних неоднорідностей. Типи носіїв інформаційного сигналу.
4. Акустoeлектроніка. Фізичні основи електроніки на поверхнево акустичних хвилях. Прилади на акустичних хвилях.
5. Фізичні основи акустoeлектроніки. Що є носієм інформації в акустооптичних пристроях? Сенсори на ПАХ.
6. Фізичні основи електроніки на поверхнево акустичних хвилях. Акустичні хвилі в пружних твердих тілах.
7. Методи збудження і прийому акустичних хвиль. Електричне збудження плоскої поверхні. Прилади на акустичних хвилях.
8. Перетворювачі на об'ємних та поверхневих акустичних хвилях. Зустрічно-штирьові перетворювачі.
9. Акустoeлектронні функціональні пристрої. Лінії затримки, смугові фільтри, підсилювачі. Резонатори та генератори.
10. Акустооптичні процесори. Сенсори на ПАХ.
11. Фізичні основи роботи приладів із зарядним зв'язком (ПЗЗ). Накопичення та перенесення заряду, шумові процеси.
12. Способи реалізації та фізичні обмеження ПЗЗ. Цифрові пристрої на ПЗЗ: логічні елементи, накопичувачі інформації, що запам'ятовують пристрої.
13. Фізичні основи роботи приладів із зарядним зв'язком (ПЗЗ). Аналогові пристрої на ПЗЗ: лінії затримки, фільтри, мультиплексори, корелятори, спектральні перетворювачі.

14. Формувачі сигналів зображення. Матричні фоточутливі схеми із зарядним зв'язком.
15. Ефект Ганна та функціональні прилади.
16. Магнітоелектроніка. Обмінна взаємодія і магнітна анізотропія.
17. Магнітоелектронні функціональні пристрої.
18. Магнітовпорядковані речовини та їх магнітні характеристики.
19. Магнітоелектроніка. Обмінна взаємодія і магнітна анізотропія. Магнітооптичні модулятори.
20. Циліндричні магнітні домени. Генерація, ділення, переміщення і детектування циліндричних магнітних доменів.
21. Магнітоелектроніка. Запам'ятовуючі пристрої і процесори сигналів на циліндричних магнітних доменах.
22. Молекулярна електроніка і біоніка. Молекулярні функційні пристрої.
23. Біоелектроніка. Передача інформації в молекулярних системах. Елементи молекулярної електроніки.
24. Області застосування приладів молекулярної електроніки.
25. Оптиелектроніка. Оптиелектронні прилади на рідких кристалах.
26. Волоконно-оптичні лінії зв'язку. Солітони та їх використання у світло волоконних системах зв'язку.
27. Функціональна електроніка на самоорганізованих середовищах.
28. Взаємодія оптичних і спінових хвиль. Функціональні пристрої магнітооптики. Надпровідникова електроніка. Надпровідний кріотрон. Тунельний кріотрон. Інтерференційні логічні елементи. Надпровідна пам'ять
29. Голографічні запам'ятовуючі пристрої.
30. Перспективні напрямки розвитку функціональної електроніки.

## Задача

Розрахувати фільтр на поверхнево-акустичних хвилях згідно свого варіанту.

### Варіанти завдання для задачі

| Варіант                                                                                                                                  | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Центральна частота, МГц                                                                                                                  | 150 | 180 | 124 | 137 | 16  | 190 | 200 | 170 | 155 | 140 | 162 | 192 | 136 | 149 | 172 |
| Відносна ширина пропускання, %                                                                                                           | 50  | 40  | 60  | 50  | 40  | 60  | 50  | 40  | 60  | 50  | 40  | 60  | 50  | 40  | 60  |
| Число пелюстків імпульсного відгуку                                                                                                      | 4   | 2   | 4   | 2   | 4   | 4   | 2   | 6   | 2   | 4   | 4   | 2   | 6   | 2   | 4   |
| Функція аподизації                                                                                                                       | 1   | 2   | 2   | 3   | 1   | 4   | 4   | 5   | 6   | 7   | 1   | 2   | 2   | 3   | 1   |
| Варіант                                                                                                                                  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 25  | 26  | 27  | 28  | 29  | 30  |
| Центральна частота, МГц                                                                                                                  | 202 | 212 | 182 | 167 | 152 | 174 | 204 | 148 | 161 | 184 | 214 | 224 | 194 | 179 | 164 |
| Відносна ширина пропускання, %                                                                                                           | 50  | 40  | 60  | 50  | 40  | 60  | 50  | 40  | 60  | 50  | 40  | 60  | 50  | 40  | 60  |
| Число пелюстків імпульсного відгуку                                                                                                      | 4   | 2   | 6   | 2   | 4   | 4   | 2   | 6   | 2   | 4   | 4   | 2   | 6   | 2   | 4   |
| Функція аподизації                                                                                                                       | 4   | 4   | 5   | 6   | 7   | 1   | 2   | 2   | 3   | 1   | 4   | 4   | 5   | 6   | 7   |
| Матеріал звукопроводу: ніобат літію LiNbO <sub>3</sub> , орієнтація зрізу 41,5оХ зі швидкістю розповсюдження хвилі 4·10 <sup>3</sup> м/с |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Структурна схема фільтру: вхідний перетворювач еквідистантний неаподизований, вихідний – нееквідистантний аподизований                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

### Вид функції аподизації

| №  | Функція аподизації                                                      |
|----|-------------------------------------------------------------------------|
| 1. | $1+2F_1 \cos\left(\frac{n\pi}{N+1}\right), F_1=0,4$                     |
| 2. | $\left(\frac{\sin x}{x}\right)^r, x=\left(\frac{n\pi}{N+1}\right), r=1$ |
| 3. | $\left(\frac{\sin x}{x}\right)^r, x=\left(\frac{n\pi}{N+1}\right), r=2$ |

|    |                                                                         |
|----|-------------------------------------------------------------------------|
| 4. | $\left(\frac{\sin x}{x}\right)^r, x=\left(\frac{n\pi}{N+1}\right), r=3$ |
| 5. | $\left[\cos\left(\frac{n\pi}{2(N+1)}\right)\right]^r, r=1$              |
| 6. | $\left[\cos\left(\frac{n\pi}{2(N+1)}\right)\right]^r, r=2$              |

|    |                                                                      |
|----|----------------------------------------------------------------------|
| 7. | $0,5 \left[ 1 + \cos \left( \frac{n\pi}{N+1} \right) \right]^r, r=1$ |
|----|----------------------------------------------------------------------|

### Рекомендована література

1. Фізичні основи електронної техніки : підручник / З.Ю. Готра, І.Є. Лопатинський, Б.А. Лукіянець, З.М. Микитюк, І.В. Петрович; За ред. З.Ю. Готри. — Львів : Бескид Біт, 2004. — 880 с.
2. Электроника : учеб. пособие для студ. вузов / А. С. Сигов, В. И. Нефедов, А. А. Щука ; ред. А. С. Сигов. - М. : Абрис, 2011. - 348 с.
3. Хоружний В.А., Письмецький В.О. Функціональна мікроелектроніка, опто- та акустoeлектроніка. - Харків, 1995. - 408 с.
4. Стахів П.Г., Гомоля О.Є. Основи електроніки:функціональні елементи та їх застосування. – Львів: Новий світ, 2003. – 128 с.
5. Оdnодворець Л.В. Основи мікроелектроніки. - Суми: СумДУ, 2005. – 107 с.
6. Щука А. А. Функциональная электроника: Учебник для вузов. - Москва: МИРЭА, 1998. - 259 с.
7. Чернышова Т.И. Проектирование фильтров на поверхностно-акустических волнах : учебно-вспомогательное пособие / Т.И. Чернышова, Н.Г. Чернышов. – 2-е изд., стер. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 48 с.

*Приклад оформлення титульного аркушу*

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет електроніки та інформаційних технологій  
Кафедра електроніки, загальної та прикладної фізики

**КОНТРОЛЬНА РОБОТА**  
з дисципліни функціональна електроніка  
Варіант №

студента гр. ЕП-21

Ініціали та прізвище  
студента

Викладач  
к.ф.-м.н., ст. викл.

О.П. Ткач

Суми – 2017