



**Міністерство освіти і науки України**

**ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет енергетики, робототехніки та  
комп'ютерних технологій**

**Кафедра електромеханіки, робототехніки, біомедичної  
інженерії та електротехніки**

**ОСНОВИ КОНСТРУЮВАННЯ БМА ТА ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ  
ВИРОБНИЦТВА БМА ДЛЯ БІООБ'ЄКТІВ**

**Методичні вказівки  
до виконання лабораторної роботи №2**

**для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та  
(заочної) форми навчання, спеціальності  
163 «Біомедична інженерія»**

**Харків  
2024**

Міністерство освіти і науки України  
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет енергетики, робототехніки та комп'ютерних технологій  
Кафедра електромеханіки, робототехніки, біомедичної інженерії та  
електротехніки

ОСНОВИ КОНСТРУЮВАННЯ БМА ТА ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ  
ВИРОБНИЦТВА БМА ДЛЯ БІООБ'ЄКТІВ

Методичні вказівки  
до виконання лабораторної роботи №2

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та (заочної)  
форми навчання, спеціальності  
163 «Біомедична інженерія»

ЗАТВЕРДЖЕНО  
рішенням Науково-методичної  
ради ФЕРКТ ДБТУ  
Протокол №1 від 31 жовтня 2023 р.

Харків  
2024

УДК 615.47+57.08

Схвалено на засіданні кафедри ЕРБМІЕ  
Протокол №2 від 31 вересня 2023 р.

Основи конструювання БМА та основи технології виробництва БМА для біооб'єктів: метод. вказівки до виконання лабораторної роботи №2 здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної (заочної) форми навч., спец. 163 «Біомедична інженерія» / Державний біотехнологічний університет; уклад.: Н.Г. Косуліна, М.О. Чорна, В.В. Сухін. – Харків: [б. в.], 2024. – 10 с.

Методичні вказівки по виконанню лабораторної роботи №2 з дисципліни «Основи конструювання БМА та основи технології виробництва БМА для біооб'єктів» розроблено відповідно до навчальної програми. Видання включає загальні питання методики виконання лабораторного практикуму, алгоритм виконання лабораторної роботи №2 у комп'ютерній програмі Multisim та контрольні питання.

Видання призначене здобувачам першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та (заочної) форми навчання, спеціальності 163 «Біомедична інженерія».

Рецензенти:

Мороз О. М. – доктор технічних наук, професор кафедри енергетики та енергетичного менеджменту Державного біотехнологічного університету.

Аврунін О. Г. – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри біомедичної інженерії Харківського національного університету радіоелектроніки.

**Відповідальний за випуск: В.В. Сухін, ст. викл.**

© Н.Г. Косуліна, 2024

© М.О. Чорна, 2024

© В.В. Сухін, 2024

© ДБТУ, 2024

**Зміст**

1. Загальні питання по методиці виконання лабораторного практикуму .....	4
2. Мета та завдання роботи .....	6
3. Перелік обладнання та приладів, необхідних для досягнення запланованого результату.....	6
4. Короткий теоретичний коментар.....	6
5. Порядок виконання роботи .....	8
6. Структурні елементи звіту .....	9
7. Порядок захисту лабораторної роботи .....	10
8. Контрольні питання .....	10
Список використаної літератури .....	10
Рекомендована література.....	10

## **ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ПО МЕТОДИЦІ ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ**

### **Підготовка до лабораторної роботи**

При підготовці до лабораторної роботи необхідно вивчити відповідний теоретичний матеріал, засвоїти мету, суть роботи і її зміст, виконати домашнє завдання, що містить розрахунок параметрів досліджуваних схем, підготувати бланк звіту.

### **Допуск до виконання лабораторної роботи**

До виконання роботи допускаються студенти, які не мають заборгованості за попередні лабораторні роботи.

Студенти, які не допущені до роботи, залишаються в лабораторії для самостійної підготовки до виконання лабораторної роботи. Якщо студент підготувався, він може бути допущений до роботи, у іншому випадку – відпрацювання призначається на додатковий час.

### **Порядок виконання роботи**

Лабораторний практикум побудований так, що всі роботи виконують бригади, що складаються з 3–5-х студентів, фронтальним методом, тобто всі бригади виконують аналогічні роботи.

У процесі експерименту перевіряються результати розрахунків, фіксуються осцилограми, що дають уяву про фізичну суть процесів у схемах, з'ясовується вплив елементів схеми на параметри вихідних сигналів.

Робота вважається закінченою, якщо протокол досліджень перевірений та підписаний викладачем.

На виконання експериментальної частини роботи студенти витрачають 2–4 учбові години.

Протоколи досліджень і запропоновані розрахунки схем по всіх роботах заносяться в зошит, що зберігається до кінця лабораторного практикуму.

### **Оформлення звіту**

Звіт про лабораторну роботу, що складається студентами, повинен відповідати протоколу проведеного експерименту. Звіт повинен містити досліджувані схеми, мету роботи, перелік використаних приладів, таблиці вимірюваних та обчислених параметрів, часові діаграми напруг, що дають уявлення про фізичні процеси в схемі, висновки по кожному пункту роботи.

При оформленні звіту необхідно дотримуватись ДСТУ (креслення схем, літерні позначення основних величин, елементів схем та ін.).

### **Правила безпеки роботи в лабораторії**

Щоб запобігти ураження електричним струмом під час проведення лабораторних робіт і забезпечення збереження приладів та устаткування, необхідно дотримуватись наступних правил:

- до лабораторних робіт допускаються студенти, що пройшли інструктаж з техніки безпеки, про що виконується запис у спеціальному журналі;
- виконання експерименту проводиться бригадами, що складаються не менш чим з 2-х студентів;
- перед виконанням роботи кожен студент зобов'язаний ознайомитися з правилами експлуатації всієї наявної на робочому місці апаратури;
- зібрану схему дозволяється вмикати тільки після перевірки її викладачем або лаборантом;
- при виявленні оголених провідників або інших неполадок апаратури студент зобов'язаний вимкнути схему і доповісти про це викладачу або лаборанту;
- категорично забороняється під час роботи з електронною чи радіовимірювальною апаратурою доторкатися до радіаторів центрального опалення;
- у випадку ураження електричним струмом негайно вимкнути електроживлення робочого місця, потерпілому надати першу допомогу, у важких випадках викликати лікаря;
- при виникненні пожежі вимкнути електроживлення робочого місця і погасити вогонь вогнегасником;
- під час виконання лабораторних робіт не дозволяється вести голосну розмову, займатися сторонніми справами.

## Лабораторна робота № 2

### Дослідження напівпровідникових діодів

**Мета роботи:** Зняття і аналіз вольт амперних характеристик германієвого і кремнієвого діодів. Визначення їх параметрів за характеристиками.

#### Порядок виконання роботи

1. Зібрати схему дослідження діодів, зображену на рисунку 1.1.

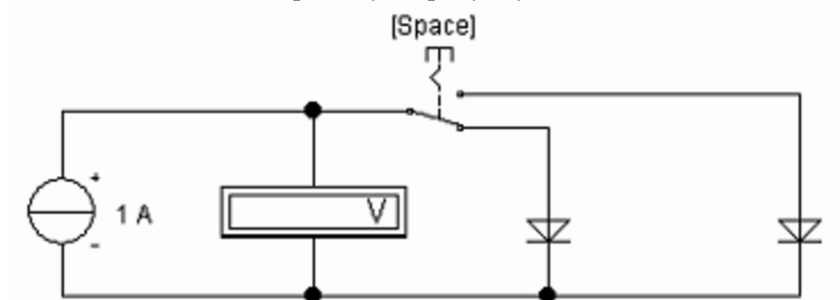


Рисунок 1.1 – Схема дослідження діодів, включених в прямому напрямку

2. Подвійним клацанням лівої кнопки миші на генераторі струму відкрити його властивості і встановить струм 1 мкА ( $1 \mu\text{A}$ ).

3. Відкрити властивості першого діода і на вкладці *Models* вибрати діод *SB040 (general2)*, а на вкладці *Label* в рядок *Label* вписати позначення *VD1*. Натиснути *OK*.

4. Повторити операцію для другого діода, позначивши його *VD2* і вибравши діод *1N4153 (national)*.

5. Включити схему перемикачем, розташованим у правому верхньому кутку екрану або натисканням клавіш *[CTRL] + [G]* (для відключення служить комбінація *[CTRL] + [T]*). При зміні параметрів схеми можливо буде потрібно повторне включення.

6. Змінюючи струм генератора відповідно до таблиці 1.1, записати покази вольтметра.

Таблиця 1.1 - Дані для побудови прямої вітки ВАХ діода

Прямий струм, $I_{np}$ , мА	0,02	0,05	0,1	1,0	5,0	10,0	20,0	50,0	100,0
Напруга на діоді <i>VD1</i> , $U_{np1}$ , мВ									
Напруга на діоді <i>VD2</i> , $U_{np2}$ , мВ									

7. Підключити діод *VD2* до генератора струму, натиснувши клавішу Пробіл (для управління перемикачем можна використовувати іншу клавішу; для цього її потрібно задати у властивостях компонента).

8. Повторити вимірювання для другого діода.

9. Зібрати схему, зображену на рисунку 1.2.

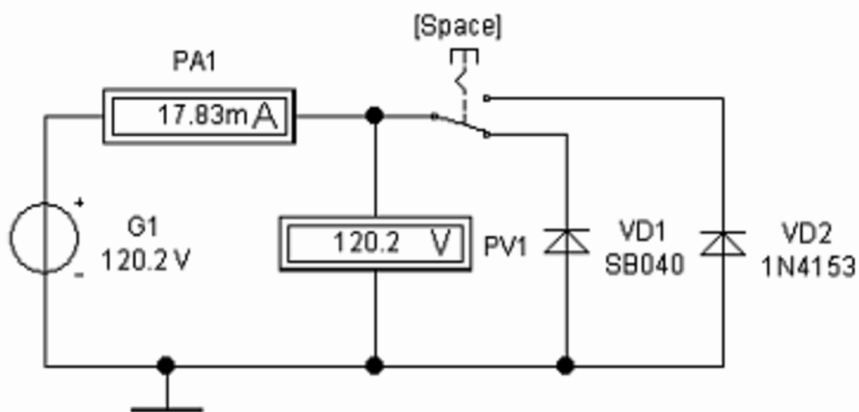


Рисунок 1.2 – Схема дослідження діодів, включених в зворотному напрямку

10. Зняти зворотні характеристики діодів, змінюючи напругу відповідно до таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Дані для побудови зворотної вітки ВАХ діода

Зворотна напруга на діоді $U_{зв}$ , В	0,1	1,0	10,0	40,0	60,0		120,0
Струм через діод VD1, $I_{зв1}$ , мкА							
Струм через діод VD2, $I_{зв2}$ , мкА							

11. Побудувати ВАХ діодів в координатній площині.

### Контрольні питання

1. Що таке напівпровідниковий діод?
2. З яких матеріалів виготовляються діоди?
3. Скільки PN-переходів містить діод?
4. Чим відрізняються діоди, виготовлені з різних матеріалів?
5. Намалуйте умовне графічне позначення (УГП) діода. Як називаються його виводи. Запишіть назву висновків на рисунку.
6. Які прилади необхідні для зняття ВАХ діодів?
7. Нарисуйте вольт амперну характеристику (ВАХ) діода. Розкажіть про процеси, що відповідають характерним ділянкам ВАХ.
8. Перерахуйте основні параметри діодів. Охарактеризуйте кожен з них.
9. Як визначити режим роботи діода по навантажувальній прямій?
10. Назвіть різновиди напівпровідникових діодів. Поясніть їх особливості і область застосування.



### **Структурні елементи звіту**

1. Титульний лист.
2. Мету роботи.
3. Завдання роботи.
4. Перелік обладнання та приладів, необхідних для досягнення запланованого результату.
5. Схему проведення експерименту.
6. Вигляд вікон програми Multisim v 14.2 із зображенням результатів експерименту.
7. Висновки.

### **Порядок захисту лабораторної роботи:**

- Відпрацювання лабораторної роботи на стенді;
- Наявність оформленого та заповненого звіту до лабораторної роботи;
- Чіткі відповіді на контрольні питання роботи.

### **Контрольні питання**

1. Що таке підсилювачі? Яке їхнє призначення?
2. Як класифікуються підсилювачі?
3. Що таке підсилювальний каскад?
4. Поясніть принципи побудови підсилювального каскаду.
5. Намалюйте основні схеми підсилювачів.
6. Як проводиться розрахунок елементів підсилювального каскаду? Які дані для цього необхідні?
7. Розкажіть про принципи побудови багатокаскадних підсилювачів?
8. Назвіть режими роботи підсилювачів. Поясніть їх особливості. У яких випадках вони використовуються?
9. Опишіть призначення елементів різних схем підсилювачів.

### **Список використаної літератури**

1. Електроніка та мікросхемотехніка: конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної (заочної) форми навч., спец. 163 «Біомедична інженерія» / Державний біотехнологічний університет; уклад.: О.Д. Черенков, М.О. Чорна. – Харків: [б. в.], 2023. – 154 с.
2. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка: метод. вказівки до виконання лабораторних робіт по електроніці для здобувачів першого

(бакалаврського) рівня вищої освіти денної та (заоч.) форми навч., техн. спец. / Державний біотехнологічний університет; уклад. Н.Г. Косуліна, М.О. Чорна, В.В. Сухін, К.С. Коршунов. – Харків: [б. в.], 2023. – 102 с.

### **Рекомендована література**

1. Основи проектування електронних систем: лабораторний практикум / Уклад.: Т.В.Мелешко, В.А. Швець, А.О. Краснопольский, Н.О. Касперович, О.О. Туз. – К.: НАУ, 2014. – 102 с.

2. Практична електротехніка. Посібник для виконання лабораторних і практичних робіт з курсу «Основи теорії електричних кіл та сигналів» на основі віртуальної лабораторії Multisim. Частина I / В.М. Рябенський, В.С. Буряк. – Миколаїв: НУК, 2016. – 164 с.

3. Болюх В.Ф., Данько В.Г. Основи електроніки і мікропроцесорної техніки: Навч. посібник. – Харків: НТУ «ХПІ», 2011. – 257 с.

Навчальне видання

**ОСНОВИ КОНСТРУЮВАННЯ БМА ТА ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ  
ВИРОБНИЦТВА БМА ДЛЯ БІООБ'ЄКТІВ**

Методичні вказівки  
до виконання лабораторної роботи №2

**КОСУЛІНА** Наталія Геннадіївна  
**ЧОРНА** Марія Олександрівна  
**СУХІН** Віталій Володимирович

Формат 60x84/16. Гарнітура Times New Roman  
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.

Ум. друк. арк. 0,6

Наклад 50 пр.

Державний біотехнологічний університет  
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44