

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ  
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ



ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Інженерного навчально-наукового  
інституту ім. Ю. М. Потебні ЗНУ  
Н. Г. Метеленко  
(підпис) (ініціали та прізвище)

« \_\_\_\_\_ » 2024 р.

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОЇ НАНОЕЛЕКТРОНІКИ**

(назва навчальної дисципліни)

підготовки магістра

(назва освітнього ступеня)

денної форми здобуття освіти

освітньо-професійна програма Мікроелектронні інформаційні системи

(назва)

спеціальності 176 Мікро- та наносистемна техніка

(шифр, назва спеціальності)

галузі знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації

(шифр і назва)

ВИКЛАДАЧ: Світанько М.В., к. ф-м. н., доцент, доцент кафедри електроніки,  
інформаційних систем та програмного забезпечення

(ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада)

Обговорено та ухвалено

на засіданні

кафедри ЕІСПЗ

Протокол № 1 від "26" 2024 р

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

[Підпис]  
(підпис)

Тетяна Критська  
(ініціали, прізвище)

Погоджено

Гарант освітньо-професійної програми

[Підпис] Оксана Небеснюк

(підпис)

(ініціали, прізвище)

2024 рік



**Зв'язок з викладачем:** кандидат фізико-математичних наук, доцент

Світанько Микола Вікторович

**E-mail:** [svitnik\\_1973@ukr.net](mailto:svitnik_1973@ukr.net)

**Сезн ЗНУ повідомлення:** <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=11686>

**Телефон:** + 38(067) 7790563

**Інші засоби зв'язку:** Viber, Moodle (форум курсу, приватні повідомлення), Zoom

**Кафедра:** електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення, Х корпус ЗНУ, ауд. 204

## 1. Опис навчальної дисципліни

Дисципліна «Тенденції та проблеми сучасної наноелектроніки» на сучасному етапі розвитку електронної техніки є досить актуальною. Сучасні мікроелектронні пристрої все більше мають у своїй комплектації компоненти, які засновані на нанорозмірних елементах. Особливо важливими напрямками викладання дисципліни є опанування принципів моделювання, проектування та розробки технологій сучасних компонентів наноелектроніки.

Курс має на **меті** навчити студентів основам моделювання та розробки алгоритмів сучасних технологічних процесів по творенню нанорозмірної компонентної бази електроніки.

Курс призначений для підготовки фахівців в області розробки апаратних засобів сучасних інформаційних технологій.

Особливістю курсу є те, що знання, отримані з курсу «Тенденції та проблеми сучасної наноелектроніки» є основою для моделювання надсучасних пристроїв інформаційних систем – нанорозмірних компонентів електронної техніки.

Набуті студентами знання та навички з дисципліни «Тенденції та проблеми сучасної наноелектроніки» будуть необхідні студентам при виконанні експериментальних досліджень під час виробничих, переддипломних практик, при написанні випускних кваліфікаційних (дипломних, магістерських) робіт, у подальшій професійній діяльності.

Особливістю курсу є те, що знання, отримані з курсу «Тенденції та проблеми сучасної наноелектроніки» є основою для створення теоретичних та практичних методів планування та моделювання складних технологічних алгоритмів виробництва компонентів мікроелектронних інформаційних систем промислового, комерційного та військового призначення.

Набуті студентами знання та навички з дисципліни «Тенденції та проблеми сучасної наноелектроніки» будуть необхідні студентам при виконанні експериментальних та аналітичних досліджень під час виробничих, переддипломних практик, при написанні випускних кваліфікаційних (дипломних, магістерських) робіт, у подальшій професійній діяльності.



## Паспорт навчальної дисципліни

Нормативні показники	денна форма здобуття освіти
1	2
Статус дисципліни	<b>Вибіркова</b>
Семестр	1 -й
Кількість кредитів ECTS	<b>3</b>
Кількість годин	90
Лекційні заняття	22 год.
Семінарські / Практичні / Лабораторні заняття	год.
Самостійна робота	68 год.
Консультації	Адреса розміщення розкладу проведення консультацій, <a href="https://www.znu.edu.ua/ukr/university/11929/12619">https://www.znu.edu.ua/ukr/university/11929/12619</a> Формат проведення - /дистанційно, Zoot)
Вид підсумкового семестрового контролю:	<b>залік</b>
Посилання на електронний курс у СЕЗН ЗНУ (платформа Moodle)	<a href="https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=11686">https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=11686</a>

## 2. Методи досягнення запланованих освітньою програмою компетентностей і результатів навчання

Компетентності/ результати навчання	Методи навчання	Форми і методи оцінювання
1	2	3
<b>Інтегральні компетентності:</b> <b>ІК1.</b> Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у галузі професійної діяльності з мікро- та наносистемної техніки або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.	Методи: Наочні методи (схеми, моделі, алгоритми). Словесні методи (лекція, пояснення, робота з підручником). Практичні методи (творчі завдання, контрольні, складання схем і алгоритмів). Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації).	Методи контролю і самоконтролю: письмовий або програмований (комп'ютерне тестування, письмове тестування). Контрольні заходи: теоретичне тестування за змістовим модулем; підсумкове теоретичне завдання; підсумкове тестування

	<p>Проблемно-пошукові методи (репродуктивні).</p> <p>Метод формування пізнавального інтересу (навчальна дискусія, створення цікавих ситуацій).</p>	
<p><b>Загальні компетентності:</b></p> <p>ЗК5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.</p> <p>ЗК6. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).</p>	<p>Методи:</p> <p>Наочні методи (схеми, моделі, алгоритми).</p> <p>Словесні методи (лекція, пояснення, робота з підручником).</p> <p>Практичні методи (творчі завдання, контрольні, складання схем і алгоритмів).</p> <p>Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації).</p> <p>Проблемно-пошукові методи (репродуктивні).</p> <p>Метод формування пізнавального інтересу (навчальна дискусія, створення цікавих ситуацій).</p>	<p>Методи контролю і самоконтролю: письмовий або програмований (комп'ютерне тестування, письмове тестування).</p> <p>Контрольні заходи: теоретичне тестування за змістовим модулем.</p>
<p><b>Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:</b></p> <p>СК4. Здатність розробляти, обґрунтовано вибирати і використовувати сучасні методи обробки та аналізу сигналів в мікро- і наноелектронних приладах та системах.</p> <p>СК5. Здатність аргументувати вибір методів розв'язання складних задач і проблем мікро- та наносистемної техніки, критично оцінювати отримані результати та аргументувати прийняті рішення.</p> <p>СК6. Здатність користуватися сучасними системами пошуку та аналізу науково-технічної інформації, проводити</p>	<p>Методи:</p> <p>Дослідницький (самостійна робота, проекти).</p> <p>Наочні методи (схеми, моделі, алгоритми).</p> <p>Проблемно-пошукові методи (репродуктивні).</p> <p>Практичні методи (творчі завдання, контрольні, складання схем і алгоритмів).</p> <p>Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації).</p> <p>Метод формування пізнавального інтересу (навчальна дискусія, створення цікавих ситуацій).</p>	<p>Методи контролю і самоконтролю: письмовий або програмований (комп'ютерне тестування, письмове тестування).</p> <p>Контрольні заходи: теоретичне тестування за змістовим модулем; підсумкове теоретичне завдання; підсумкове тестування</p>

<p>патентний пошук і дослідження та здійснювати захист інтелектуальної власності.</p>		
<p><b>Програмні результати навчання:</b></p> <p>P1. Формулювати і розв'язувати складні інженерні, виробничі та/або наукові задачі під час проектування, виготовлення і дослідження мікро- та наносистемної техніки різноманітного призначення та створення конкурентоспроможних розробок, втілення результатів у бізнес-проектах.</p> <p>P5. Вільно спілкуватися державною та іноземною мовами усно і письмово для обговорення професійних проблем і результатів діяльності у сфері мікро- та наноелектроніки, презентації результатів досліджень та інноваційних проектів.</p> <p>P8. Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її.</p> <p>P10. Забезпечувати професійний розвиток членів колективу з урахуванням світового досвіду і вимог до персоналу в сфері розробки та експлуатації мікро- та наноелектронних систем.</p> <p>P16. Практикувати інформаційний та науковий пошук, використовувати бази даних і знань, критично осмислювати та інтерпретувати результати, робити висновки та формувати напрями дослідження з урахуванням вітчизняного й закордонного</p>	<p>Методи контролю і самоконтролю (усний, письмовий, програмований).</p>	<p>Методи контролю і самоконтролю: письмовий або програмований (комп'ютерне тестування, письмове тестування).</p> <p>Контрольні заходи:</p> <p>теоретичне тестування за змістовим модулем;</p> <p>підсумкове теоретичне завдання;</p> <p>підсумкове тестування</p>



досвіду		
---------	--	--

### 3. Зміст навчальної дисципліни

**Змістовий модуль 1.** Сучасний стан еволюції мікроелектронних структур у наноелектронні. Квантово-механічні основи фізичних процесів у наноструктурах. Нові наноелектронні компоненти.

Проблеми мікромініатюризації. Наночастинка та наноструктура з точки зору фізики ізолюваних нанооб'єктів. Фулерени та нанотрубки. Гіпотеза де Бройля. Рівняння Шредінгера. Елементи зонної теорії твердого тіла. Проблеми кремнієвої наноелектроніки. Одноелектронні транзистори. Спінтроніка. Використання нових наноелектронних елементів в запам'ятовуючих та логічних пристроях. Гібридні напівпровідникові схеми із нанопристроями. Квантові коміркові автомати.

**Змістовий модуль 2.** Тенденції технології отримання наночастинок. Методи формування наноструктур. Сучасні технології виготовлення нанорозмірних тонких плівок.

Загальні характеристики технології наночастинок. Фізичні та хімічні методи отримання наночастинок. Методи локального зондового окислення. Метод випаровування. Молекулярно-променева епітаксія. Нанесення атомних шарів. Метод Ленгмюра-Блоджет. Іонне розпилення. Магнетронні системи формування тонких наночастинок. Метод високочастотного розпилення.

**Змістовий модуль 3.** Методи рентгеноструктурного аналізу та електронна мікроскопія наноструктур. Сучасні методи скануючої зондової мікроскопії та спекторскопії наноструктур. Сучасні оптичні методи аналізу наноструктур.

Рентгеноструктурний аналіз. Електронний мікроскоп. Катодолюмінісценція. Основи тунельної мікроскопії. Тунельний мікроскоп. Зондовий мікроскоп. Оптична інфрачервона мікроскопія. Раманівська спектроскопія.

**Змістовий модуль 4.** Нові матеріали для наноелектроніки. Перспективи створення нових наноелектронних компонент

Надпровідні фулерени. Нонокристали для фотоніки. Наносегнетоелектрики. Наноферромагнетики. Наночастинки у технології пристроїв генерування енергії. Нанотранзистори на нанотрубках і квантові інтегральні схеми. Лазери на квантових точках. Органічна наноелектроніка. Оптико-механічні перетворювачі та наномашини.

### 4. Структура навчальної дисципліни

Вид заняття /роботи	Назва теми	Кількість годин	Згідно з розкладом
		о/д.ф.	
1	2	3	4
<b>Змістовий модуль 1</b>			
Лекція 1	Сучасний стан еволюції мікроелектронних структур у наноелектронні	2	щотижня

Самостійна робота	Проблеми кремнієвої наноелектроніки.	7	<i>щотижня</i>
Лекція 2	Квантово-механічні основи фізичних процесів у наноструктурах	2	<i>щотижня</i>
Самостійна робота	Нанесення атомних шарів. Метод Ленгмюра-Блоджет	7	
Лекція 3	Нові наноелектронні компоненти	2	<i>щотижня</i>
Самостійна робота	Гібридні напівпровідникові схеми із нанопристроями. Квантові коміркові автомати	7	
<b>Змістовий модуль 2</b>			
Лекція 4	Тенденції технології отримання наночастинок	2	<i>щотижня</i>
Самостійна робота	Методи локального зондового окислення. Метод випаровування.	7	
Лекція 5	Методи формування наноструктур Сучасні технології виготовлення нанорозмірних тонких плівок	2	<i>щотижня</i>
Самостійна робота	Магнетронні системи формування тонких наночастинок. Метод високочастотного розпилення.	7	
<b>Змістовий модуль 3</b>			
Лекція 6	Методи рентгеноструктурного аналізу та електронна мікроскопія наноструктур	4	<i>щотижня</i>
Самостійна робота	Джерела та реєстратори рентгенівського випромінювання	7	
Лекція 7	Сучасні методи скануючої зондової мікроскопії та спектроскопії наноструктур	2	<i>щотижня</i>
Самостійна робота	Електронний мікроскоп.	7	
Лекція 8	Сучасні оптичні методи аналізу наноструктур	2	<i>щотижня</i>
Самостійна робота	Оптична інфрачервона мікроскопія. Раманівська спектроскопія.	5	
<b>Змістовий модуль 4</b>			
Лекція 9	Нові матеріали для наноелектроніки	2	<i>щотижня</i>
Самостійна робота	Органічна наноелектроніка. Наночастинки у технології пристроїв генерування енергії.	5	

Лекція 10	Перспективи створення нових наноелектронних компонент	2	щотижня
Самостійна робота	Нанотранзистори на нанотрубках і квантові інтегральні схеми. Лазери на квантових точках. Оптико-механічні перетворювачі та наномашини.	7	

## 5. Види і зміст контрольних заходів

**Таблиця 5.1 Поточний контроль**

№ змістового модуля	Види поточних контрольних заходів	Зміст поточного контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
<b>Змістовий модуль 1</b>				
<b>1 Проміжний контроль</b>	Теоретичне завдання - контрольне тестування за результатами вивчення матеріалів ( <i>тест в Moodle</i> )	Питання для підготовки: Проблеми мікромініатюризації. Наночастинка та наноструктура з точки зору фізики ізольованих наноб'єктів. Фулерени та нанотрубки.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 5. Правильна відповідь оцінюється у 2 бали.	<b>10</b>
	Теоретичне завдання - контрольне тестування за результатами вивчення матеріалів ( <i>тест в Moodle</i> )	Питання для підготовки: Гіпотеза де Бройля. Рівняння Шредінгера. Елементи зонної теорії твердого тіла. Проблеми кремнієвої наноелектроніки. Одноелектронні транзистори. Спінтроніка. Використання нових наноелектронних елементів в запам'ятовуючих та логічних пристроях. Гібридні напівпровідникові схеми із наноприроями. Квантові коміркові автомати.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 5. Правильна відповідь оцінюється у 2 бали	<b>10</b>
<b>Усього за ЗМ 1</b>	<b>2</b>			<b>20</b>
<b>Змістовий модуль 2</b>				
<b>2 Проміжний контроль</b>	Теоретичне завдання - контрольне тестування за результатами вивчення	Питання для підготовки: Загальні характеристики технології наночастинок. Фізичні та хімічні методи отримання	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 5.	<b>10</b>



	матеріалів ( <i>тест в Moodle</i> )	наночастинок. Методи локального зондового окислення. Метод випаровування. Молекулярно-променева епітаксія. Нанесення атомних шарів. Метод Ленгмюра-Блоджет. Іонне розпилення. Магнетронні системи формування тонких наночастинок. Метод високочастотного розпилення.	Правильна відповідь оцінюється у 2 бали	
<b>Усього за ЗМ 2</b>	<b>1</b>			<b>10</b>
<b>Змістовий модуль 3</b>				
<b>3 Проміжний контроль</b>	Теоретичне завдання - контрольне тестування за результатами вивчення матеріалів ( <i>тест в Moodle</i> )	Питання для підготовки: Рентгеноструктурний аналіз. Електронний мікроскоп. Катодолюмінісценція.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 5. Правильна відповідь оцінюється у 2 бали	<b>10</b>
	Теоретичне завдання - контрольне тестування за результатами вивчення матеріалів ( <i>тест в Moodle</i> )	Питання для підготовки: Основи тунельної мікроскопії. Тунельний мікроскоп. Зондовий мікроскоп. Оптична інфрачервона мікроскопія. Раманівська спектроскопія.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 5. Правильна відповідь оцінюється у 2 бали	<b>10</b>
<b>Усього за ЗМ 3</b>	<b>2</b>			<b>20</b>
<b>Змістовий модуль 4</b>				
<b>4 Проміжний контроль</b>	Теоретичне завдання - контрольне тестування за результатами вивчення матеріалів ( <i>тест в Moodle</i> )	Питання для підготовки: Надпровідні фулерени. Нонокристали для фотоніки. Наносегнетоелектрики. Наноферромагнетика. Наночастинок у технології пристроїв генерування енергії. Нанотранзистори на нанотрубках і квантові інтегральні схеми. Лазери на квантових точках. Органічна наноелектроніка. Оптико-механічні перетворювачі та наномашини.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 5. Правильна відповідь оцінюється у 2 бали	<b>10</b>
<b>Усього за ЗМ</b>	<b>1</b>			<b>10</b>

<b>4</b>				
<b>Усього за змістові модулі</b>	<b>6</b>			<b>60</b>

**Таблиця 5.2 Підсумковий контроль**

Форма	Види підсумкових контрольних заходів	Зміст підсумкового контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Залік</b>	Теоретичне завдання: контрольне тестування за результатами вивчення матеріалів ( <i>тест в Moodle</i> )	Питання для підготовки у вигляді файлу PDF завантажено на сайт системи Moodle ЗНУ. У разі дистанційної форми навчання залік проходить у тестовій формі через платформу Moodle.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 10. Правильна відповідь оцінюється у 2 бали	<b>20</b>
	Практичне завдання: Аналітична оглядова задача за матеріалом вивчення курсу	Аналітичний огляд за запропонованою темою оформити звіт у pdf форматі та завантажити його в систему Moodle ЗНУ (розмір файлу завантаження – не більше 5 Мб)	Огляд містить три розділи: 1 – постановка проблеми (6 балів); 2 – аналіз існуючих методів вирішення проблеми (6 балів); 3 – запропонований власний спосіб вирішення проблеми із мотивованими висновками – 8 балів	<b>20</b>
Усього за підсумковий семестровий контроль	<b>2</b>			<b>40</b>

**Шкала оцінювання ЗНУ: національна та ECTS**

За шкалою ECTS	За шкалою університету	За національною шкалою	
		Екзамен	Залік
A	90 – 100 (відмінно)	5 (відмінно)	Зараховано
B	85 – 89 (дуже добре)	4 (добре)	
C	75 – 84 (добре)		
D	70 – 74 (задовільно)	3 (задовільно)	
E	60 – 69 (достатньо)		
FX	35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання)	2 (незадовільно)	Не зараховано



F	1 – 34 (незадовільно – з обов'язковим повторним курсом)		
---	---	--	--

## 6. Основні навчальні ресурси

### Рекомендована література

#### Основна:

##### Підручники

- Павлік С. І, Зубко Є. І. *Основи наноелектроніки. Навчально-методичний посібник для студентів спеціальності 6.05080102 «Мікро-та наноелектроніка».* Запоріжжя : ЗДІА, 2012. 50 с.
- Готра З. Ю. *Субмікронні та нанорозмірні структури наноелектроніки. Підручник / З. Ю. Готра, І. І. Григорак, Б. А. Лукіянець, В. П. Махній, С. В. Павлов, Л. Ф. Політанський, Ежи Потенські.* Чернівці : Видавництво та друкарня «Технологічний центр». 2014. 839 с.
- Світанько М. В., Верьовкін Л. Л., Хрипко С. Л. *Лазерна техніка та технології. Конспект лекцій для студентів ЗДІА спеціальності 153 «Мікро- та наносистемна техніка» денної та заочної форм навчання.* Запоріжжя : 2018. 40 с.

##### Навчально-методичні праці

- Світанько М. В., Верьовкін Л. Л., Хрипко С. Л. *Лазерна техніка та технології. Методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів ЗДІА спеціальності 153 «Мікро- та наносистемна техніка» денної та заочної форм навчання.* Запоріжжя : 2018. 30 с.
- Дмитрієва Л. Б. *Оптоелектроніка.. - Електронний Конспект лекцій,* Запоріжжя. : вид. ЗДІА. 2010. 100 с.
- Дмитрієва Л. Б., Швець Є. Я. *Оптоелектроніка Електронні методичні вказівки до виконання лабораторних робіт,* Запоріжжя. : вид. ЗДІА. 2010. 76 с.

##### Додаткова література

- Hari Singh Nalva. *Nanostructured materials and nanotechnology // Academic Press.* 2002. 834 с.
- Горячко А. М., Кулик С. П., Прокопенко О. В. *Основи скануючої зондової мікроскопії та спектроскопії : Навчальний посібник / за ред. С. П. Кулика та О. В. Прокопенка.* Київ : Радіофізичний факультет Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 2012. 170 с.
- Болеста І. М. *Фізика твердого тіла: Навчальний посібник.* – Львів : Видавн. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2003. 480 с.
- Вакарчук І. О. *Квантова механіка Підручник.* Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2004. 784 с.
- Висоцький В. І. *Атомна та ядерна фізика у прикладах і запитаннях: навчальний посібник / В. І. Висоцький, С. А. Дяченко, Г. Ю. Карлаш, В. С. Овечко, О. В. Прокопенко, Н. П. Харченко; за ред. В. І. Висоцького, В. С. Овечка.* Київ : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2011. 511 с.
- Юхновський І. Р. *Основи квантової механіки: Навч. посібник.* – 2-ге вид., перероб. і доп. К. : Либідь, 2002. 392 с.

- Мелков Г. А. Кріогенна електроніка: Навчальний посібник. Київ : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2003. 87 с.
- Binnig G., Rohrer H. Scanning tunneling microscopy – from birth to adolescence // *Reviews of Modern Physics*. 1987. Vol. 59, № 3. P. 615-625.
- Binnig G., Rohrer H., Gerber Ch., Weibel E. Surface studies by scanning tunneling microscopy // *Physical Review Letters*. 1982. Vol. 49, № 1. P. 57-61.
- Deneva M., M. Nenchev, Development of original, simple quantum electronics device with emission passively frequency locked at atomic absorption line, // *Proc. Intern. Confer. "Laser technology and Lasers"*, Bulg., 2005, 37- 45.
- Nenchev M., Deneva M., Yasser A., Suat T., Chassagne L., Himbert M., Quantum electronics and optical techniques and devices for applications in biology, atmosphere monitoring, optical communications and sciences // *Journal of the Technical University Sofia Plovdiv branch, Bulgaria "Fundamental Sciences and Applications"* Vol. 19, 2013. 7 – 22.
- Пека Г. П., Стріха В. І. Поверхневі та контактні явища у напівпровідниках. Київ : Либідь, 1992. 240 с.
- Заячук Д. М. Нанотехнології і наноструктури. Навч. посібник. Львів : Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2009. 580с.
- Заячук Д. М. Низькорозмірні структури і надгратки. Навч. посібник. Львів : Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2006. 220с.
- Фодчук І. М., Баловсяк С. В. Діагностика поверхні твердого тіла. Загальний стан проблеми та променеві методи. Навч. посібник. Чернівці : Рута, 2007. 288с.
- Кизим М. О., Матюшенко І. Ю. Перспективи розвитку і комерціалізації нанотехнологій в економіках країн світу та України : монографія. Харків : Інжсек, 2011. 392 с. URL: <http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi73/0053961.pdf>.
- Коцюбинський В. О., Бойчук В. М. Наноматеріали у пристроях генерації енергії : курс лекцій. Івано-Франківськ, 2021. 287 с. URL: <http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi74/0055078.pdf>.
- Кузнєцова І. М. Нанорозмірні та мономолекулярні електронні структури : навч.-метод. посіб. Запоріжжя : ЗДІА, 2009. 121 с. URL: <http://files.znu.edu.ua/files/ZII/metodychky/do2018/f345932.doc>.
- Куцова В. З., Котова Т. В. Вуглецеві наноматеріали : навч. посіб. Дніпропетровськ : НМетАУ, 2014. 61 с. URL: <http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi74/0055070.pdf>.
- Куцова В. З., Котова Т. В., Аюпова Т. А. Наноматеріали та нанотехнології : навч. посіб. : у 2 ч. Дніпропетровськ : НМетАУ, 2013. 103 с. URL: <http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi74/0055077.pdf>.
- Кущевська Н. Ф., Терещенко О. Я., Папроцька О. А., Малишев В. В. Наноматеріали та нанотехнології : навч. посіб. Київ : Університет "Україна", 2018. 140 с.
- Кущевська Н. Ф., Терещенко О. Я., Папроцька О. А., Малишев В. В. Наноматеріали та нанотехнології: методи аналізу та контролю : конспект лекцій. Київ : Університет "Україна", 2018. 81 с.
- Назаров О. М., Нищенко М. М. Наноструктури та нанотехнології : навч. посіб. Київ : НАУ, 2012. 248 с.
- Нанoeлектроніка / Готра та ін. ; за ред. З. Ю. Готри. Львів : Ліга-Прес, 2009. 344 с.
- Наноматеріали і нанотехнології : навч. посіб. / М. О. Азаренков та ін. Харків : ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2014. 323 с. URL: <http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi73/0053954.pdf>.
- Наноматеріали, нанотехнології, нанопристрої : навч. посіб. / М. О. Боровий та ін. Київ : Інтерсервіс, 2015. 350 с. URL: <http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi73/0053950.pdf>.
- Нелін Є. Я. Конспект лекцій з дисципліни "Інтегральна і функціональна електроніка". Розділ "Нанoeлектроніка". Київ : КПІ, 1994. 24 с.

- Оленич І. Б. Фізичні основи нанотехнологій : навч. посіб. Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2014. 232 с.
- Основи наноелектроніки : навч. посіб. / авт. кол.: М. Ф. Жовнір та ін. Київ : Університет "Україна", 2018. 149 с.
- Основи наноелектроніки : підручник : у 2 кн. Кн. 2 : Матеріали і наноелектронні технології / Ю. І. Якименко та ін. Київ : НТУУ «КПІ», 2016. 340 с.  
URL: <http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi73/0053956.pdf>.

## Інформаційні ресурси

- Наукова бібліотека Запорізького національного університету. URL: <http://library.znu.edu.ua/> (дата звернення: 01.08.2024)
- Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» Серія: Радіотехніка URL : [https://kpi.ua/web\\_radap](https://kpi.ua/web_radap) (дата звернення: 01.08.2024)
- Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології URL <https://www.imp.kiev.ua/nanosys/ua/index.html> (дата звернення: 01.08.2024)
- AEÜ – International Journal of Electronics and Communications URL : <https://is.gd/etxlXh> (дата звернення: 01.08.2024).
- Fundamentals and Properties of Multifunctional Nanomaterials Cambridge : Elsevier, 2021. 622 p. URL : <https://is.gd/FtRDQ8> (дата звернення: 01.08.2024)
- Composites Part B: Engineering URL : <https://is.gd/tBNNMx> (дата звернення: 01.08.2024)
- International Journal of Solids and Structures URL : <https://bit.ly/3BJDS3O> (дата звернення: 01.08.2024)
- Optics & Laser Technology URL: <https://bit.ly/3DHwyGt> (дата звернення: 01.08.2024)
- Physical Communication URL : <https://bit.ly/3oZH4Vg> (дата звернення: 01.08.2024)
- Proteus <http://www.labcenter.com> (дата звернення: 01.08.2024)

## 7. Регуляції і політики курсу

**Організація навчання на курсі здійснюється згідно наступних положень Запорізького національного університету:**

1. Положення про організацію освітнього процесу в ЗНУ (<https://tinyurl.com/ytn4ca8d>)
2. Порядок реалізації здобувачами освіти права на вільний вибір навчальних дисциплін в ЗНУ (<https://is.gd/fvOTBX>)
3. Положення про організацію освітнього процесу з використанням технологій дистанційного навчання(<https://is.gd/lBfy0l>)
4. Положення про організацію та методику проведення поточного та підсумкового семестрового контролю навчання студентів ЗНУ (<https://is.gd/gKXVnR>)
5. Положення про порядок повторного вивчення навчальних дисциплін та повторного навчання у ЗНУ(<https://is.gd/en6o5v>)

**Відвідування занять. Регуляція пропусків.**

Вивчення курсу передбачає обов'язкове відвідування практичних та лабораторних занять.

Студенти, які за певних обставин не можуть відвідувати заняття регулярно, мусять впродовж тижня узгодити із викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять. Окремі пропущені завдання мають бути відпрацьовані на найближчій консультації впродовж тижня після пропуску. Відпрацювання занять здійснюється аудиторно з відпрацюванням на лабораторному обладнанні, або за допомогою виконання завдань через систему електронного навчання Moodle. Студенти, які станом на початок екзаменаційної сесії мають понад 70% невідпрацьованих пропущених занять, до відпрацювання не допускаються.

### Політика академічної доброчесності

Дотримання норм академічної доброчесності на курсі здійснюється згідно Кодексу академічної доброчесності ЗНУ (<https://is.gd/BWBwP0>)

Індивідуальні завдання, що виконуються студентами під час проходження курсу, перевіряються на наявність плагіату. Відповідно до чинних правових норм, плагіатом вважатиметься: копіювання чужої наукової роботи чи декількох робіт та оприлюднення результату під своїм іменем; створення суміші власного та запозиченого тексту без належного цитування джерел; рерайт (перепарафразування чужої праці без згадування оригінального автора). Будь-яка ідея, думка чи речення, ілюстрація чи фото, яке ви запозичуєте, має супроводжуватися посиланням на першоджерело.

Наприклад:

Найбільшого використання знаходять тригери з роздільним запуском, які називаються RS – тригерами [1]. Їх умовне графічне позначення приведене на рисунку 4.3 [2].

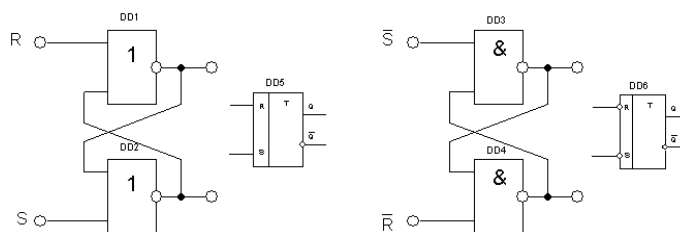


Рисунок 4.3 – RS – тригери та їх умовне графічне позначення (УГП)

Відповідно до таблиці істинності [3]:

$$Q^{n+1} = \overline{S}R\overline{Q}^n + \overline{S}RQ^n + \overline{S}RQ^n$$

### Перелік посилань

1. Гельжинський І.І., Голяка Р.Л., Готра З.Ю., Марусенкова Т.А. Мікросхемотехніка: підручник. Львів : Ліга-Прес, 2015. 492 с.
2. Верьовкін Л. Л., Світанько М. В., Кісельов Є. М., Хрипко С. Л. Цифрова схемотехніка : підручник. Запоріжжя : ЗДІА, 2016. 214 с.
3. Бойко В.І., Гуржій А.М., Жуйков В.Я. Основи схемотехніки електронних систем: підручник. Київ. : Вища школа, 2004. 527 с

Роботи, у яких виявлено ознаки плагіату, до розгляду не приймаються і відхиляються без права перескладання. Якщо ви не впевнені, чи підпадають зроблені вами запозичення під визначення плагіату, будь ласка, проконсультуйтеся з викладачем.

Висока академічна культура та європейські стандарти якості освіти, яких дотримуються у ЗНУ, вимагають від дослідників відповідального ставлення до вибору джерел. Посилання на такі ресурси, як Wikipedia, бази даних рефератів та письмових робіт (Studopedia.org та подібні) є неприпустимим. Рекомендовані бази даних для пошуку джерел:

Електронні ресурси Національної бібліотеки ім. Вернадського: <http://www.nbu.gov.ua>  
Цифрова повнотекстова база даних англomовної наукової періодики JSTOR:  
<https://www.jstor.org/>

### **Використання комп'ютерів/телефонів на занятті**

Використання мобільних телефонів, планшетів та інших гаджетів під час лекційних занять забороняється. Будь ласка, не забувайте активувати режим «без звуку» на мобільних телефонах до початку заняття.

При виконанні практичних та лабораторних робіт дозволяється використовувати техніку у навчальних цілях (для виконання розрахунків, побудови графіків, моделювання, тощо).

Під час виконання заходів контролю (письмових контрольних робіт, іспиту) використання гаджетів заборонено. У разі порушення цієї заборони роботу буде анульовано без права перескладання.

### **Комунікація**

Базовою платформою для комунікації викладача зі студентами є Moodle.

Важливі повідомлення загального характеру – зокрема, оголошення про терміни проведення контрольних робіт, коди доступу до сесій у Zoom та ін. –регулярно розміщуються викладачем на форумі курсу та в групах Viber, Telegram. Для персональних запитів використовується сервіс приватних повідомлень та електронна пошта 0811okšana@gmail.com. У листі обов'язково вкажіть ваше прізвище та ім'я, курс та шифр академічної групи. Відповіді на запити студентів подаються викладачем впродовж трьох робочих днів.

Для оперативного отримання повідомлень про оцінки та нову інформацію, розміщену на сторінці курсу у Moodle, будь ласка, переконайтеся, що адреса електронної пошти, зазначена у вашому профайлі на Moodle, є актуальною, та регулярно перевіряйте папку «Спам».

### **Неформальна та інформальна освіта.**

Право на визнання результатів навчання у неформальній та/або інформальній освіті поширюється на здобувачів вищої освіти усіх рівнів вищої освіти Університету і реалізується відповідно до Положення ЗНУ про порядок визнання результатів навчання, здобутих шляхом неформальної та/ або інформальної освіти

[https://sites.znu.edu.ua/navchalnyj\\_viddil/normatyvna\\_basa/polozhennya\\_znu\\_pro\\_poryadok\\_viznannya\\_rezul\\_tat\\_v\\_navchannya.pdf](https://sites.znu.edu.ua/navchalnyj_viddil/normatyvna_basa/polozhennya_znu_pro_poryadok_viznannya_rezul_tat_v_navchannya.pdf)

## **ДОДАТКОВА ІНФОРМАЦІЯ**

**ГРАФІК ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ 2024-2025 н. р.** доступний за адресою: <https://tinyurl.com/yckze4jd>.

**НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ОСВІТИ.** Перевірка набутих студентами знань, навичок та вмій (атестації, заліки, іспити та інші форми контролю) є невід'ємною складовою системи забезпечення якості освіти і проводиться відповідно до Положення про організацію та методику проведення поточного та підсумкового семестрового контролю навчання студентів ЗНУ: <https://tinyurl.com/y9tve4lk>.

**ПОВТОРНЕ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІН, ВІДРАХУВАННЯ.** Наявність академічної заборгованості до 6 навчальних дисциплін (в тому числі проходження практики чи виконання курсової роботи) за результатами однієї екзаменаційної сесії є підставою для надання студенту права на повторне вивчення зазначених навчальних дисциплін. Порядок повторного

вивчення визначається Положенням про порядок повторного вивчення навчальних дисциплін та повторного навчання у ЗНУ: <https://tinyurl.com/y9pkmmp5>. Підстави та процедури відрахування студентів, у тому числі за невиконання навчального плану, регламентуються Положенням про порядок переведення, відрахування та поновлення студентів у ЗНУ: <https://tinyurl.com/ycds571a>.

**ВИРІШЕННЯ КОНФЛІКТІВ.** Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, регламентуються Положенням про порядок і процедури вирішення конфліктних ситуацій у ЗНУ: <https://tinyurl.com/57wha734>. Конфліктні ситуації, що виникають у сфері стипендіального забезпечення здобувачів вищої освіти, вирішуються стипендіальними комісіями факультетів, коледжів та університету в межах їх повноважень, відповідно до: Положення про порядок призначення і виплати академічних стипендій у ЗНУ: <https://tinyurl.com/yd6bq6p9>; Положення про призначення та виплату соціальних стипендій у ЗНУ: <https://tinyurl.com/y9r5dpwh>.

**ПСИХОЛОГІЧНА ДОПОМОГА.** Телефон довіри практичного психолога **Марті Ірини Вадимівни** (061) 228-15-84, (099) 253-78-73 (щоденно з 9 до 21).

**УПОВНОВАЖЕНА ОСОБА З ПИТАНЬ ЗАПОБІГАННЯ ТА ВИЯВЛЕННЯ КОРУПЦІЇ** Запорізького національного університету: **Банак Віктор Аркадійович**

Електронна адреса: [v\\_banakh@znu.edu.ua](mailto:v_banakh@znu.edu.ua)

Гаряча лінія: тел. (061) 227-12-76, факс 227-12-88

**РІВНІ МОЖЛИВОСТІ ТА ІНКЛЮЗИВНЕ ОСВІТНЄ СЕРЕДОВИЩЕ.** Центральні входи усіх навчальних корпусів ЗНУ обладнані пандусами для забезпечення доступу осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення. Допомога для здійснення входу у разі потреби надається черговими охоронцями навчальних корпусів. Якщо вам потрібна спеціалізована допомога, будь ласка, зателефонуйте (061) 228-75-11 (начальник охорони). Порядок супроводу (надання допомоги) осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення у ЗНУ: <https://tinyurl.com/ydhcsagx>.

#### РЕСУРСИ ДЛЯ НАВЧАННЯ

**НАУКОВА БІБЛІОТЕКА:** <http://library.znu.edu.ua>. Графік роботи абонементів: понеділок-п'ятниця з 08.00 до 16.00; вихідні дні: субота і неділя.

**СИСТЕМА ЕЛЕКТРОННОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАННЯ (MOODLE):**  
<https://moodle.znu.edu.ua>

Якщо забули пароль/логін, направте листа з темою «Забув пароль/логін» за адресою: [moodle.znu@znu.edu.ua](mailto:moodle.znu@znu.edu.ua).

У листі вкажіть: прізвище, ім'я, по-батькові українською мовою; шифр групи; електронну адресу.

Якщо ви вказували електронну адресу в профілі системи Moodle ЗНУ, то використовуйте посилання для відновлення паролю <https://moodle.znu.edu.ua/mod/page/view.php?id=133015>.

**ЦЕНТР ІНТЕНСИВНОГО ВИВЧЕННЯ ІНОЗЕМНИХ МОВ:** <http://sites.znu.edu.ua/child-advance/>

**ЦЕНТР НІМЕЦЬКОЇ МОВИ, ПАРТНЕР ГЕТЕ-ІНСТИТУТУ:**  
<https://www.znu.edu.ua/ukr/edu/ocznu/nim>

**ШКОЛА КОНФУЦІЯ (ВИВЧЕННЯ КИТАЙСЬКОЇ МОВИ):**  
<http://sites.znu.edu.ua/confucius>



