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
_____ ____Метеленко Н.Г._
(підпис) (ініціали та прізвище)
«_____»_____202___

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
____ ____ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ НАНОПОВЕРХОНЬ
(назва навчальної дисципліни)

підготовки _____бакалавра_____
(назва освітнього ступеня)
денної форми здобуття освіти

освітньо-професійна програма____ Мікро- та наносистемна техніка___
(назва)
спеціалізації / предметної спеціальності _____
(за наявності) (шифр і назва)
спеціальності _____176 Мікро- та наносистемна техніка_____
(шифр, назва спеціальності)
галузі знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
(шифр і назва)

ВИКЛАДАЧ (-ЧІ): Критська Т.В. , доктор технічних наук, професор кафедри електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення _____
(ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада)

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри електроніки,
інформаційних систем та програмного
забезпечення

Протокол № 1_ від "_26_" _серпня__2024 р.
Завідувач кафедри_електроніки,_____ Погоджено
інформаційних систем та програмного Гарант освітньо-професійної програми
забезпечення_____ _____М.В.Світанько
_____Т.В. Критська (підпис) (ініціали, прізвище)
(підпис) (ініціали, прізвище)

2024 р.

Зв`язок з викладачем: *доктор технічних наук, професор Критська Тетяна Володимирівна*
E-mail: krytskaja2017@gmail.com
Сезн ЗНУ повідомлення: *https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=*13444
Телефон: *+ 38(068) 9098154,* (061) 227-12-41
Інші засоби зв'язку: *Viber,Moodle (форум курсу, приватні повідомленн), Zoom*
Кафедра: *електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення,*
просп. Соборний, 226: *IX корпус ЗНУ, ауд. Л 506*

1. Опис навчальної дисципліни

Метою *вивчення навчальної дисципліни «Методи дослідження наноповерхонь» є засвоєння студентамами чітких уявлень про теоретичні та практичні основи процесів, які протікають на поверхні напівпровідникових структур та експериментальних методів їх досліджень.*

Основними ***завданнями*** *вивчення дисципліни «Методи дослідження наноповерхонь» є:*

- *ознайомити здобувачів із основними методами формування поверхні напівпровідникових кристалів та сполук;*
- *ознайомити здобувачів із існуючими методами дослідження поверхні напівпровідника та методами практичних розрахунків;*
- *сформувати у здобувачів навики по моделюванню експерименту дослідження стану малорозмірних поверхонь;*
- *надати здобувачам знань в області проектування сучасної спеціалізованої апаратури, що використовується для експериментальних дослідженнях наноповерхонь.*

Паспорт навчальної дисципліни

Нормативні показники	**денна форма здобуття освіти**	
1	*2*	*3*
Статус дисципліни	**Вибіркова**	
Семестр	8 -й	
Кількість кредитів ECTS	**3**	
Кількість годин	90	
Лекційні заняття	26 год.	
Лабораторні заняття	14 год.	
Самостійна робота	50 год.	
Консультації	*Адреса розміщення розкладу проведення консультацій,* https://www.znu.edu.ua/ukr/university/11929/12619 *Формат проведення - /дистанційно, Zoom)*	
Вид підсумкового	**залік**	

семестрового контролю:	
Посилання на електронний курс у СЕЗН ЗНУ (платформа Moodle)	https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=13444

2. Методи досягнення запланованих освітньою програмою компетентностей і результатів навчання

Компетентності/ результати навчання	**Методи навчання**	**Форми і методи оцінювання**
1	*2*	*3*
Інтегральні компетентності: **ІК1.** ІК1. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі мікро- та наносистемної техніки, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів автоматизації та електроніки.	Методи: Наочні методи (схеми, моделі, алгоритми). Словесні методи (лекція, пояснення, робота з підручником). Практичні методи (практичні лабораторні завдання, контрольні заходи, складання схем). Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації). Проблемно-пошукові методи (репродуктивні). Метод формування пізнавального інтересу (навчальна дискусія, моделювання ситуацій практичного характеру).	Методи контролю і самоконтролю: письмовий або програмований (комп'ютерне тестування, письмове тестування). Контрольні заходи: теоретичне тестування за змістовим модулем; надання звіту із виконання лабораторної роботи; підсумкове розрахункове завдання; підсумкове тестування
Загальні компетентності: ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності. ЗК 5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. ЗК 6. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.	Методи: Наочні методи (схеми, моделі, алгоритми). Словесні методи (лекція, пояснення, робота з підручником). Практичні методи (практичні лабораторні завдання, контрольні заходи, складання схем). 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; надання звіту із виконання лабораторної роботи; підсумкове розрахункове завдання; підсумкове тестування

ЗК 7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.	Проблемно-пошукові методи (репродуктивні). Метод формування пізнавального інтересу (навчальна дискусія, моделювання ситуацій практичного характеру).	
Спеціальні (фахові, предметні) компетентності: СК1.Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів,концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування мікро- та наносистемної техніки. СК 2. Здатність виконувати аналіз предметної області та нормативної документації, необхідної для проектування та застосування приладів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки. СК3.Здатність використовувати математичні принципи і методи для проектування та застосування мікро- та наносистемної техніки. СК 4. Здатність застосовувати відповідні наукові та інженерні методи, сучасні інформаційні технології і комп'ютерне програмне забезпечення, комп'ютерні мережі, бази даних та Інтернет-ресурси для розв'язання професійних задач в галузі мікро- та наносистемної техніки. СК 5. Здатність ідентифікувати, класифікувати, оцінювати і описувати процеси у мікро- та наносистемній техніці за допомогою побудови і аналізу їх фізичних і математичних моделей.	Методи: Дослідницький (самостійна робота, проекти). Наочні методи (схеми, моделі, алгоритми). Проблемно-пошукові методи (репродуктивні). Практичні методи (практичні роботи, складання схем і алгоритмів). Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації). Метод формування пізнавального інтересу (навчальна дискусія, моделювання ситуацій практичного характеру).	Методи контролю і самоконтролю: письмовий або програмований (комп'ютерне тестування, письмове тестування). Контрольні заходи: теоретичне тестування за змістовим модулем; надання звіту із виконання лабораторної роботи; підсумкове розрахункове завдання; підсумкове тестування

СК 12. Здатність використовувати знання з оптичної аналогової та цифрової схемотехніки, оптоелектроніки, фотовольтаїки та геліоелектроніки.		
Програмні результати навчання: Р 1. Застосовувати знання принципів дії пристроїв і систем мікро- та наносистемної техніки при їхньому проектуванні та експлуатації. Р 2. Застосовувати знання і розуміння тематичних методів для розв'язання теоретичних прикладних задач мікро- та наносистемної техніки. Р 3. Застосовувати знання і розуміння фізики, відповідні теорії, моделі та методи для розв'язання практичних задач синтезу пристроїв мікро- та наносистемної техніки. Р 4. Оцінювати характеристики та параметри матеріалів пристроїв мікро- та наносистемної техніки, знати та розуміти основи твердотільної та оптичної електроніки, наноелектроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схемотехніки, мікропроцесорної техніки. Р 5. Використовувати інформаційні та комунікаційні технології, прикладні та спеціалізовані програмні продукти для розв'язання задач проектування та налагодження обладнання геліоенергетики, приладів мікропроцесорних систем.	.	Методи контролю і самоконтролю: письмовий або програмований (комп'ютерне тестування). Контрольні заходи: теоретичне тестування за змістовим модулем; надання звіту із виконання лабораторної роботи; підсумкове розрахункове завдання; підсумкове тестування

Р 6. Застосовувати навички планування та проведення експерименту для перевірки гіпотез та дослідження явищ мікро- та наноелектроніки, вміти використовувати стандартне обладнання, складати схеми пристроїв, аналізувати, моделювати та критично оцінювати отримані результати. Р 16. Застосовувати знання з оптосхемотехніки, фотовольтаїки та геліоелектроніки при проектуванні та розробці інформаційних систем мікро- та наноелектроніки.		

3. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Класифікація наноматеріалів. Основи фізики поверхні напівпровідників

Кристали. Рідкі кристали. Біологічні кристали. Ниткоподібні кристали. Класифікація за агрегатним станом. Класифікація за розмірами. Класифікація за мірністю. Основні типи дефектів в кристалах. Поверхневі енергетичні стани. Адсорбція. Швидкі та повільні стани. Чистота поверхні.

Змістовий модуль 2. Фізико-хімічні методи обробки поверхні. Методи очищення поверхні

Види забруднень поверхонь. Хіміко-механічне полірування. Методи хімічного травлення. Хімічне полірування. Полірувальні травники. Полірувальне травлення кремнію у парогазових сумішах. Очищення поверхні пластин рідинами. Відмивання водою. Очищення поверхонь перед епітаксією, окисленням, фотолітографією, дифузійно-оксидними операціями. Фінішне очищення. Очищення діелектричних підкладок. Сухе очищення і травлення. Термообробка. Газове травлення. Гетерування домішок у дефектів.

Змістовий модуль 3. Методи контролю параметрів наноповерхонь

Контроль параметрів підкладок і порушеного шару монокристалів. Контроль технологічних середовищ. Контроль чистоти поверхні підкладок. Діагностика великих ділянок поверхні. Люмінесцентні методи дослдження наноповерхонь. Рентгенівський аналіз поверхонь. Електронний мікроскоп. Дифракція електронного пучка. Оже-спектроскопія. Іонна спектроскопія. Лазерна спектроскопія.

Змістовий модуль 4. Зондові технології. Сканувальна зондова мікроскопія

Сканувальні зондові мікроскопи. Технічна реалізація зондових технологій. Нанолітографія. Зондове окиснення. Сканувальна тунельна мікроскопія. Атомно-силова мікроскопія.

Напівконтактний метод. Магніто-силова мікроскопія. Електростатична силова та ємнісна мікроскопія. Термічна мікроскопія.

4. Структура навчальної дисципліни

Вид заняття /роботи	Назва теми	Кількість годин	Згідно з розкладом
		о/д.ф.	
1	***2***	***3***	***4***
Змістовий модуль 1			
Лекція 1	Кристали. Рідкі кристали. Біологічні кристали. Ниткоподібні кристали. Класифікація за агрегатним станом. Класифікація за розмірами. Класифікація за мірністю.	4	*щотижня*
Лабораторне заняття 1	Дослідження дефектів оптичним методом	2	*щотижня*
Лекція 2	Основні типи дефектів в кристалах. Поверхневі енергетичні стани. Швидкі та повільні стани. Чистота поверхні.	3	*щотижня*
Лабораторне заняття 2	Дослідження поверхневих рівнів напівпровідникової структури за допомогою вольт-амперної характеристики МДН транзистора	2	*щотижня*
Самостійна робота	Адсорбція.	12	
Змістовий модуль 2			
Лекція 3	Види забруднень поверхонь. Хіміко-механічне полірування. Методи хімічного травлення. Хімічне полірування. Полірувальні травники. Полірувальне травлення кремнію у парогазових сумішах	4	*щотижня*
Лекція 4	Очищення поверхні пластин рідинами. Відмивання водою. Очищення поверхонь перед епітаксією, окисленням, фотолітографією, дифузійно-оксидними операціями. Фінішне очищення. Сухе очищення і травлення. Термообробка. Газове травлення. Гетерування домішок у дефектах	3	*щотижня*
Лабораторне заняття 3	Дослідження простих та складних речовин, які використовуються в мікроелектроніці та нанотехнологіях	2	*щотижня*

Лабораторне заняття 4	Дослідження способів деіонізації води для використання в мікроелектроніці та нанотехнологіях	2	*щотижня*
Самостійна робота	Очищення діелектричних підкладок.	12	
Змістовий модуль 3			
Лекція 5	Контроль параметрів підкладок і порушеного шару монокристалів. Контроль технологічних середовищ. Контроль чистоти поверхні підкладок. Діагностика великих ділянок поверхні	4	*щотижня*
Лекція 6	Люмінесцентні методи дослдження наноповерхонь. Рентгенівський аналіз поверхонь. Електронний мікроскоп. Дифракція електронного пучка. Оже-спектроскопія. Іонна спектроскопія.	3	*щотижня*
Лабораторне заняття 5	Дослідження якості поверхні методом люмінісценції	2	*щотижня*
Лабораторне заняття 6	Дослідження дифракції рентгенівських променів	2	*щотижня*
Самостійна робота	Лазерна спектроскопія.	12	
Змістовий модуль 4			
Лекція 7	Сканувальні зондові мікроскопи. Технічна реалізація зондових технологій. Нанолітографія.	3	*щотижня*
Лекція 8	Сканувальна тунельна мікроскопія. Атомно-силова мікроскопія. Напівконтактний метод. Магніто-силова мікроскопія. Електростатична силова та ємнісна мікроскопія.	2	*щотижня*
Лабораторне заняття 7	Дослідження шорхуватості поверхні зондовим методом	2	*щотижня*
Самостійна робота	Зондове окиснення. Термічна мікроскопія.	14	*щотижня*

5.Види і зміст поточних контрольних заходів

Вид заняття/ роботи	**Вид контрольного заходу**	**Зміст контрольного заходу**	**Критерії оцінювання та термін виконання**	**Усього балів**
1	**2**	**3**	**4**	**5**

1 **Проміжний контроль**	Теоретичне завдання - контрольне тестування за результатами вивчення матеріалів (*тест в Moodle*)	Питання для підготовки: Кристали. Рідкі кристали. Біологічні кристали. Ниткоподібні кристали. Класифікація за агрегатним станом. Класифікація за розмірами. Класифікація за мірністю.	Тестові питання оцінюються: правильно/ неправильно. Кількість питань – 4. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	**4**
Проміжний контроль	Теоретичне завдання - контрольне тестування за результатами вивчення матеріалів (*тест в Moodle*)	Питання для підготовки: Основні типи дефектів в кристалах. Поверхневі енергетичні стани. Швидкі та повільні стани. Чистота поверхні.	Тестові питання оцінюються: правильно/ неправильно. Кількість питань – 4. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	**4**
Практичне заняття	**Лабораторна робота 1** «Дослідження дефектів оптичним методом»	Вимоги до виконання та оформлення: виконати лабораторну роботу, оформити звіт у pdf форматі та завантажити його в систему *Moodle* ЗНУ (розмір файлу завантаження – не більше 5 Мб)	Практичне завдання оцінюється: 1) виконано у повному обсязі - 2 бали; 2) оформлення звіту відповідає стандартам – 2 бали; 3) завдання виконано, оформлення не відповідає стандартам – 1 бал; 4) завдання не виконане - 0 балів	**4**
Практичне заняття	**Лабораторна робота 2** Виконання та оформлення лабораторної роботи «Дослідження поверхневих рівнів напівпровідникової структури за допомогою вольт-амперної характеристики МДН транзистора»	Вимоги до виконання та оформлення: виконати лабораторну роботу, оформити звіт у pdf форматі та завантажити його в систему *Moodle* ЗНУ (розмір файлу завантаження – не більше 5 Мб)	Практичне завдання оцінюється: 1) виконано у повному обсязі - 2 бали; 2) оформлення звіту відповідає стандартам – 2 бали; 3) завдання виконано, оформлення не відповідає стандартам – 1 бал; 4) завдання не виконане - 0 балів	**4**

Усього за ЗМ 1	**4**			**16**
2 **Проміжний контроль**	Теоретичне завдання - контрольне тестування за результатами вивчення матеріалів (*тест в Moodle*)	Питання для підготовки: Види забруднень поверхонь. Хіміко-механічне полірування. Методи хімічного травлення. Хімічне полірування. Полірувальні травники. Полірувальне травлення кремнію у парогазових сумішах	Тестові питання оцінюються: правильно/ неправильно. Кількість питань – 4. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	**4**
Проміжний контроль	Теоретичне завдання - контрольне тестування за результатами вивчення матеріалів (*тест в Moodle*)	Питання для підготовки: Очищення поверхні пластин рідинами. Відмивання водою. Очищення поверхонь перед епітаксією, окисленням, фотолітографією, дифузійно-оксидними операціями. Фінішне очищення. Сухе очищення і травлення. Термообробка. Газове травлення. Гетерування домішок у дефектах	Тестові питання оцінюються: правильно/ неправильно. Кількість питань – 4. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	**4**
Практичне заняття	**Лабораторна робота 3** Виконання та оформлення лабораторної роботи «Дослідження простих та складних речовин, які використовуються в мікроелектроніці та нанотехнологіях»	Вимоги до виконання та оформлення: виконати лабораторну роботу, оформити звіт у pdf форматі та завантажити його в систему *Moodle* ЗНУ (розмір файлу завантаження – не	Практичне завдання оцінюється: 1) виконано у повному обсязі - 2 бали; 2) оформлення звіту відповідає стандартам – 2 бали; 3) завдання виконано, оформлення не відповідає стандартам – 1 бал; 4) завдання не виконане - 0 балів	**4**

		більше 5 Мб)		
Практичне заняття	**Лабораторна робота 4** Практичне завдання - Виконання та оформлення лабораторної роботи «Дослідження способів деіонізації води для використання в мікроелектроніці та нанотехнологіях»	Вимоги до виконання та оформлення: виконати лабораторну роботу, оформити звіт у pdf форматі та завантажити його в систему *Moodle* ЗНУ (розмір файлу завантаження – не більше 5 Мб)	Практичне завдання оцінюється: 1) виконано у повному обсязі - 2 бали; 2) оформлення звіту відповідає стандартам – 2 бали; 3) завдання виконано, оформлення не відповідає стандартам – 1 бал; 4) завдання не виконане - 0 балів	**4**
Усього за ЗМ 2	**4**			**16**
3 **Проміжний контроль**	Теоретичне завдання - контрольне тестування за результатами вивчення матеріалів (*тест в Moodle*)	Питання для підготовки: Контроль параметрів підкладок і порушеного шару монокристалів. Контроль технологічних середовищ. Контроль чистоти поверхні підкладок. Діагностика великих ділянок поверхні	Тестові питання оцінюються: правильно/ неправильно. Кількість питань – 4. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	**4**
Проміжний контроль	Теоретичне завдання - контрольне тестування за результатами вивчення матеріалів (*тест в Moodle*)	Питання для підготовки: Електронний мікроскоп. Люмінесцентні методи дослдження наноповерхонь. Рентгенівський аналіз поверхонь. Дифракція електронного пучка. Оже-спектроскопія. Іонна спектроскопія.	Тестові питання оцінюються: правильно/ неправильно. Кількість питань – 4. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	**4**
Практичне заняття	**Лабораторна робота 5** Практичне завдання - Виконання та оформлення	Вимоги до виконання та оформлення: виконати	Практичне завдання оцінюється: 1) виконано у повному обсязі - 2 бали;	**4**

	лабораторної роботи «Дослідження якості поверхні методом люмінісценції»	лабораторну роботу, оформити звіт у pdf форматі та завантажити його в систему *Moodle* ЗНУ (розмір файлу завантаження – не більше 5 Мб)	2) оформлення звіту відповідає стандартам – 2 бали; 3) завдання виконано, оформлення не відповідає стандартам – 1 бал; 4) завдання не виконане - 0 балів	
Практичне заняття	**Лабораторна робота 6** Практичне завдання - Виконання та оформлення лабораторної роботи «Дослідження дифракції рентгенівських променів»	Вимоги до виконання та оформлення: виконати лабораторну роботу, оформити звіт у pdf форматі та завантажити його в систему *Moodle* ЗНУ (розмір файлу завантаження – не більше 5 Мб)	Практичне завдання оцінюється: 1) виконано у повному обсязі - 5 балів; 2) оформлення звіту відповідає стандартам, незначні помилки – 4 бали; 3) завдання виконано, оформлення не повністю відповідає стандартам – 3 бали; 4) завдання виконано, оформлення не відповідає стандартам – 2 бали; 5) завдання не виконане - 0 балів	**5**
Усього за ЗМ 3	**4**			**17**
4 **Проміжний контроль**	Теоретичне завдання - контрольне тестування за результатами вивчення матеріалів (*тест в Moodle*)	Питання для підготовки: Сканувальні зондові мікроскопи. Технічна реалізація зондових технологій. Нанолітографія.	Тестові питання оцінюються: правильно/ неправильно. Кількість питань – 3. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	**3**
Проміжний контроль	Теоретичне завдання - контрольне тестування за результатами вивчення матеріалів (*тест в Moodle*)	Питання для підготовки: Сканувальна тунельна мікроскопія. Атомно-силова мікроскопія. Напівконтактний метод. Магніто-силова мікроскопія. Електростатична силова та ємнісна мікроскопія.	Тестові питання оцінюються: правильно/ неправильно. Кількість питань – 3. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	**3**

Практичне заняття	**Лабораторна робота 7** Практичне завдання - Виконання та оформлення лабораторної роботи «Дослідження шорхуватості поверхні зондовим методом»	Вимоги до виконання та оформлення: виконати лабораторну роботу, оформити звіт у pdf форматі та завантажити його в систему *Moodle* ЗНУ (розмір файлу завантаження – не більше 5 Мб)	Практичне завдання оцінюється: 1) виконано у повному обсязі - 5 балів; 2) оформлення звіту відповідає стандартам, незначні помилки – 4 бали; 3) завдання виконано, оформлення не повністю відповідає стандартам – 3 бали; 4) завдання виконано, оформлення не відповідає стандартам – 2 бали; 5) завдання не виконане - 0 балів	**5**
Усього за ЗМ 4	**3**			**11**
Усього за змістові модулі	**15**			**60**

Підсумковий семестровий контроль

Таблиця 5.2

Форма	Види підсумкових контрольних заходів	Зміст підсумкового контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	**2**	**3**	**4**	**5**
Залік	Теоретичне завдання: контрольне тестування за результатами вивчення матеріалів (*тест в Moodle*)	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	**20**
	Практичне завдання: Розрахункова задача за матеріалом вивчення курсу	Розрахункова задача, яка передбачає розрахунок квантової діагностичної системи згідно обраної теми, оформити звіт у pdf форматі та завантажити його в систему *Moodle* ЗНУ (розмір файлу завантаження – не більше 5 Мб)	Практичне завдання оцінюється: 1 – постановка проблеми (6 балів); 2 – аналітичний розвязок (8 балів); 3 – оформлення звіту згідно стандартів – 6 балів	**20**
Усього за підсумковий	**2**			**40**

семестровий контроль				

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

1. 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.

2. Готра З.Ю. Технологія електронної техніки. Т.1, Т.2. Львів : Видавництво Львівська політехніка. 2010.

3. Павлік С. І, Зубко Є. І. Основи наноелектроніки. Навчально-методичний посібник для студентів спеціальності 6.05080102 «Мікро-та наноелектроніка». Запоріжжя : ЗДІА, 2012. 50 с.

4. 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.

5. Світанько М. В., Верьовкін Л. Л., Хрипко С. Л. Методи дослідження матеріалів та компонентів мікро- та наноелектронної техніки. Конспект лекцій для студентів ЗДІА спеціальності 153 «Мікро- та наносистемна техніка» денної та заочної форм навчання Запоріжжя : 2018. 40 с.

Навчально-методичні праці

1. Головко О. П., Посунько О.П. Хімія мікро- та нанотехнологій: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів ЗДІА спеціальності 6.050801 «Мікро- та наноелектроніка» / Головко О. П., Посунько О. П.; Запоріжжя : ЗДІА, 2013. – 40 с.

Додаткова література

1. *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. К. : Радіофізичний факультет Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 2012. 170 с.*
2. *Болеста І. М. Фізика твердого тіла: Навчальний посібник. – Львів : Видавн. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2003. 480 с.*
3. *Вакарчук І. О. Квантова механіка Підручник. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2004. 784 с.*
4. *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. К. : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2011. 511 с.*
5. *Юхновський І. Р. Основи квантової механіки: Навч. посібник. – 2-ге вид., перероб. і доп. К. : Либідь, 2002. 392 с.*
6. *Мелков Г. А. Кріогенна електроніка: Навчальний посібник. К. : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2003. 87 с.*
7. *Binnig G., Roher H. Scanning tunneling microscopy – from birth to adolescence // Reviews of Modern Physics. 1987. Vol. 59, № 3. P. 615-625.*
8. *Binnig G., Roher H., Gerber Ch., Weibel E. Surface studies by scanning tunneling microscopy // Physical Review Letters. 1982. Vol. 49, № 1. P. 57-61.*
9. *Пека Г. П., Стріха В. І. Поверхневі та контакгні явища у напівпровідниках. Київ : Либідь, 1992. 240 с.*
10. *Заячук Д. М. Нанотехнології і наноструктури. Навч. посібник. Львів : Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2009. 580с.*
11. *Заячук Д. М. Низькорозмірні структури і надгратки. Навч. посібник. Львів : Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2006. 220с.*
12. *Фодчук І. М., Баловсяк С. В. Діагностика поверхні твердого тіла. Загальний стан проблеми та Хпроменеві методи. Навч. посібник. Чернівці : Рута, 2007. 288с.*
13. *Основи наноелектроніки : навч. посіб. / авт. кол.: М. Ф. Жовнір та ін. Київ : Університет "Україна", 2018. 149 с.*
14. *Основи наноелектроніки : підручник : у 2 кн. Кн. 2 : Матеріали і наноноелектронні технології / Ю. І. Якименко та ін. Київ : НТУУ «КПІ», 2016. 340 с. URL: http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi73/0053956.pdf*
15. *Оленич І. Б. Фізичні основи нанотехнологій : навч. посіб. Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2014. 232 с.*

Інформаційні ресурси:

1. *Наукова бібліотека Запорізького національного університету. URL: http://library.znu.edu.ua/ (дата звернення: 01.08.2024)*
2. *Система електронного забезпечення навчання ЗНУ. URL:* https://moodle.znu.edu.ua/*(дата звернення: 01.08.2024)*

3. *Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. URL : http://www.nbuv.gov.ua/(дата звернення: 01.08.2024)*
4. *Інститут фізики НАНУ. URL: http://www.iop.kiev.ua/ua/ (дата звернення: 01.08.2024)*
5. *Optical Switching and Networking URL : https://www.journals.elsevier.com/optical-switching-and-networking (дата звернення: 01.08.2024)*
6. *Optics & Laser Technology URL : https://www.journals.elsevier.com/optics-and-laser-technology(дата звернення: 01.08.2023)*
7. *Solid-State Electronics URL : https://www.journals.elsevier.com/solid-state-electronics (дата звернення: 01.08.2023)*
8. *Physical Communication URL : https://bit.ly/3oZH4Vg (дата звернення: 01.08.2024)*
9. *EIE: Електротехніка і електромеханіка – науково-практичний журнал. 2019. URL: www.kpi.kharkiv.edu/eie(дата звернення: 01.08.2024)*
10. *Proteus URL: 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/ymn4ca8d)*
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/en6oSv)*

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 пропущенні 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 (перефразування 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].

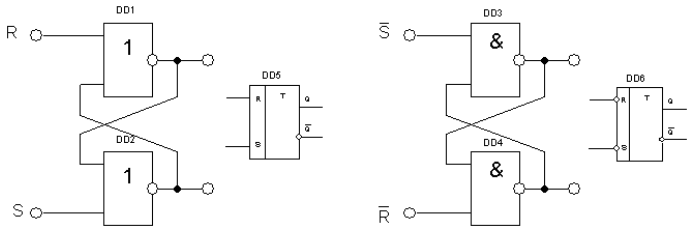

Рисунок 4.3 – RS – тригери та їх умовне графічне позначення (УГП)

Відповідно до таблиці істинності [3]:

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

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.nbuv.gov.ua
Цифрова повнотекстова база даних англомовної 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 0811oksana@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

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 вмінь (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/ycds57la.

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: **Банах Віктор Аркадійович**
Електронна адреса: 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.
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