

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



ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Інженерного навчально-наукового
інституту ім. Ю. М. Потєбні ЗНУ

Н. Г. Метеленко

(підпис)

(ініціали та прізвище)

« 02 »

вересня 2024 р.

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

КОМПОНЕНТИ ТА МАТЕРІАЛИ МІКРОЕЛЕКТРОННИХ ПРИСТРОЇВ

(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: Ніконова З.А., к. т. н., доцент, професор кафедри електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення

(ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада)

Обговорено та ухвалено

на засіданні

кафедри ЕІСПЗ

Протокол № 1 від 26.08.2024 р.

Завідувач кафедри

[підпис]

(підпис)

Тетяна Критська

(ініціали, прізвище)

Погоджено

Гарант освітньо-професійної програми

[підпис]

(підпис)

Оксана Небеснюк

(ініціали, прізвище)



Зв'язок з викладачем:

E-mail: zn.a@ukr.net , nikonova.za.21@gmail.com

СЕЗН ЗНУ повідомлення: <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=8585>

Телефон: :+380664637004

Інші засоби зв'язку: Viber Telegram, Zoom

Кафедра: електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення, 10 корпус, ауд.203

1. Опис навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни «Компоненти та матеріали мікроелектронних пристроїв» є навчити студентів визначати розрахунковим шляхом основні параметри компонентів і матеріалів мікро – та наносистемної техніки; розвинути уміння про будову, види конструкцій та призначення основних видів пасивних та активних інтегральних компонентів; підбирати та досліджувати необхідні електронні компоненти та матеріали для практичного використання при виконанні кваліфікаційних проєктів та проєктуванні мікроелектронних пристроїв.

Завданням вивчення дисципліни «Компоненти та матеріали мікроелектронних пристроїв» є набуття знань щодо впливу хімічного складу, структури, зовнішніх факторів, технології виготовлення і обробки на властивості матеріалів та компонентів мікро- та наносистемної техніки; володіння: методами розрахунку параметрів та вдосконалення їх функціональних можливостей при різних умовах роботи; основними способами та видами методик дослідження характеристик та технологічних особливостей виготовлення; уміння аналізувати, моделювати та критично оцінювати отримані результати.

Курс «Компоненти та матеріали мікроелектронних пристроїв» є логічним продовженням опанування здобувачами освіти відповідних компетентностей та програмних результатів навчання в рамках спеціальності 176 «Мікро –та наносистемна техніка» другого магістерського рівня. Набуті при вивченні даного курсу знання необхідні у виробничій практиці, виконанні кваліфікаційної роботи магістра та подальшій дослідній діяльності в галузі електроніки, автоматизації та електронних комунікацій.

Паспорт навчальної дисципліни

Нормативні показники	денна форма здобуття освіти
<i>1</i>	<i>2</i>
Статус дисципліни	Вибіркова
Семестр	3 -й
Кількість кредитів ECTS	3
Кількість годин	90
Лекційні заняття	10 год.
Лабораторні заняття	22 год.
Самостійна робота	58 год.
Консультації	<i>особисті за розкладом на кафедрі, 10 корпус, ауд. 203; дистанційні – Zoom (за розкладом)</i>
Вид підсумкового семестрового контролю:	залік
Посилання на електронний курс у СЕЗН ЗНУ (платформа Moodle)	https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=8585

2. Методи досягнення запланованих освітньою програмою компетентностей і результатів навчання

Компетентності/ результати навчання	Методи навчання	Форми і методи оцінювання
1	2	3
Загальні компетентності: - ЗК2. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово. - ЗК4. Здатність проводити досліджень на відповідному рівні.	Наочні методи (флеш - картки, презентації, схеми, моделі, відео, експеримент). Словесні методи (пояснення, робота з інформаційними джерелами). Практичні методи (творчі завдання, контрольні, побудова схем).	Методи контролю і самоконтролю (усний, письмовий, програмований). Контрольні заходи: Тестове завдання за змістовним модулем, надання звіту із виконання лабораторної роботи, індивідуальне завдання, підсумкове тестування.
Спеціальні компетентності: – СК1. Здатність ефективно використовувати складне контрольно-вимірвальне, технологічне та дослідницьке обладнання при дослідженнях та виробництві матеріалів, компонентів, приладів і пристроїв мікро- та наносистемної техніки різноманітного призначення. – СК 5. Здатність аргументувати вибір методів розв'язання складних задач і проблем мікро- та наносистемної техніки, критично оцінювати отримані результати та аргументувати прийняті рішення.	Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації). Проблемно-пошукові методи (репродуктивні). Метод формування пізнавального інтересу (навчальна дискусія, створення цікавих ситуацій, мозковий штурм). Дослідницький (самостійна робота, експеримент, індивідуальні завдання).	

Програмні результати навчання: – Р8. Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її. – Р9. Забезпечувати якість виробництва; обирати технології, що гарантують отримання необхідних характеристик твердотільних пристроїв; застосовувати сучасні методи контролю мікро- та наносистемної техніки. – Р11. Досліджувати процеси у мікро- та нанoeлектронних системах, приладах й компонентах з використанням сучасних експериментальних методів та обладнання, здійснювати статистичну обробку та аналіз результатів експериментів. – Р17. Проводити випробування, експериментальні та теоретичні дослідження властивостей матеріалів, наноструктур та технологій, компонентів та пристроїв		
--	--	--

3.Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1 «Провідникові та магнітні матеріали»

Тема 1. Загальна класифікація матеріалів мікро- та наноелектроніки. Види матеріалів та металевих сплавів, їх основні властивості та застосування. Класифікація, основні параметри та характеристики провідникових матеріалів. Метали і сплави високої провідності.

Тема 2. Неметалеві, композиційні та оксидні провідникові матеріали. Класифікація магнітних матеріалів. Магнітні матеріали спеціального призначення. Нанорозмірні матеріали електроніки. Високоентропійні сплави.

Змістовий модуль 2 «Напівпровідникові матеріали та діелектрики»

Тема 3. Властивості напівпровідників. Класифікація напівпровідникових матеріалів та основні їх групи. Фізичні ефекти в напівпровідниках, що мають важливе прикладне значення: термоелектричні явища; вплив сильного електричного поля на електропровідність. Параметри та характеристики напівпровідникових матеріалів. Властивості і використання напівпровідникових сполук типу АІІІ BV, АІІ BVІ .

Тема 4. Загальні фізико-хімічні властивості та класифікація діелектричних матеріалів. Пасивні та активні діелектрики, основні групи, фізико-технічні властивості і можливості їх використання.

Змістовий модуль 3 «Інтегральні пасивні компоненти»

Тема 5. Базові компоненти мікроелектроніки, основні типи, класифікація та застосування. Напівпровідникові дифузійні та плівкові резистори. Резистори інтегрованих мікросхем. Конструкції, матеріали для їх виготовлення, основні параметри та характеристики.

Тема 6. Напівпровідникові дифузійні та плівкові конденсатори. Конструкції конденсаторів та матеріали для їх виготовлення, особливості застосування конденсаторів різних типів. Індуктивні елементи ІМС. Основні технічні характеристики індуктивності. Плівкові RC – структури.

Змістовий модуль 4 «Інтегральні активні компоненти»

Тема 7. Діоди універсального призначення. Діоди в напівпровідникових ІМС. Види, призначення, принцип дії, технологічні та конструктивні особливості, параметри та характеристики діодів.

Тема 8. Сучасні інтегровані біполярні транзистори. Режим роботи, статичні вольт -амперні характеристики, основні параметри та застосування.

Тема 9. Польові прилади з керуючим р-п-переходом. Методика розрахунку вольт-амперних характеристик і основних параметрів польових транзисторів, перспективи розвитку інтегральних транзисторних структур.

Тема 10. Напівпровідникові прилади спеціального призначення, їх функціональні можливості та особливості побудови. Типи конструкцій та структура НІМС (напівпровідникова інтегральна мікросхема). Використання фотоелектричних компонентів, особливості функціонування та перспективи розвитку.

4. Структура навчальної дисципліни

Вид заняття /роботи	Назва теми	Згідно з розкладом	
		о/д. ф.	
1	2	3	4
Змістовий модуль 1			
Лекція 1	Загальна класифікація матеріалів мікро- та наноелектроніки. Види матеріалів та металевих сплавів, їх основні властивості та застосування. Класифікація, основні параметри та характеристики провідникових матеріалів. Метали і сплави високої провідності. Неметалеві, композиційні та оксидні провідникові матеріали. Класифікація магнітних матеріалів. Магнітні матеріали спеціального призначення. Нанорозмірні матеріали електроніки. Високоентропійні сплави.	2	1 раз на 2 тижні
Лабораторне заняття 1	Дослідження матеріалів для інтегральних резисторів та розрахунок їх параметрів.	3	щотижня/ 1 раз на тиждень
Лабораторне заняття 2	Дослідження однорідності напівпровідникових структур.	3	щотижня/ 1 раз на тиждень
Самостійна робота	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР1,2, проміжного контролю, виконання ІЗ	15	щотижня
Змістовий модуль 2			
Лекція 2	Властивості напівпровідників. Класифікація напівпровідникових матеріалів та основні їх групи. Фізичні ефекти в напівпровідниках, що мають важливе прикладне значення: термоелектричні явища; вплив сильного електричного поля на електропровідність. Параметри та характеристики напівпровідникових матеріалів. Властивості і використання напівпровідникових сполук типу АІІІ BV, АІІ BVІ. Загальні фізико-хімічні властивості та класифікація діелектричних матеріалів. Пасивні та активні діелектрики, основні групи, фізико-технічні властивості і можливості їх використання.	2	1 раз на 2 тижні

Лабораторне заняття 3	Дослідження матеріалів для виготовлення інтегральних конденсаторів.	3	<i>щотижня/ 1 раз на тиждень</i>
Лабораторне заняття 4	Дослідження механізму проходження струму в універсальних діодах.	3	<i>щотижня/ 1 раз на тиждень</i>
Самостійна робота	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР3,4, проміжного контролю, виконання ІЗ	15	<i>щотижня</i>
Змістовий модуль 3			
Лекція 3	Базові компоненти мікроелектроніки, основні типи, класифікація та застосування. Напівпровідникові дифузійні та плівкові резистори. Резистори інтегрованих мікросхем. Конструкції, матеріали для їх виготовлення, основні параметри та характеристики. Напівпровідникові дифузійні та плівкові конденсатори. Конструкції конденсаторів та матеріали для їх виготовлення, особливості застосування конденсаторів різних типів. Індуктивні елементи ІМС. Основні технічні характеристики індуктивності. Плівкові RC – структури.	2	<i>1 раз на 2 тижні</i>
Лабораторне заняття 5	Дослідження впливу температури на параметри транзисторних структур.	3	<i>щотижня/ 1 раз на тиждень</i>
Лабораторне заняття 6	Дослідження характеристик приладу спеціального призначення.	3	<i>щотижня/ 1 раз на тиждень</i>
Самостійна робота	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР5,6, проміжного контролю, виконання ІЗ	15	<i>щотижня</i>
Змістовий модуль 4			
Лекція 4,5	Діоди універсального призначення. Діоди в напівпровідникових ІМС. Види, призначення, принцип дії, технологічні та конструктивні особливості, параметри та характеристики діодів. Сучасні інтегровані біполярні транзистори. Режими роботи, статичні вольт -амперні характеристики, основні параметри та застосування. Польові прилади з керуючим р-п-переходом. Методика розрахунку вольт-амперних характеристик і основних параметрів польових транзисторів, перспективи розвитку інтегральних транзисторних структур. Напівпровідникові прилади	4	<i>1 раз на 2 тижні</i>

	спеціального призначення, їх функціональні можливості та особливості побудови. Типи конструкцій та структура НІМС (напівпровідникова інтегральна мікросхема). Використання фотоелектричних компонентів, особливості функціонування та перспективи розвитку.		
Лабораторне заняття 7	Дослідження характеристик фотоелектричних компонентів.	4	щотижня/ 1 раз на тиждень
Самостійна робота	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР7, проміжного контролю, виконання ІЗ	13	щотижня

5. Види і зміст контрольних заходів

Вид заняття/ роботи	Вид контрольного заходу	Зміст контрольного заходу*	Критерії оцінювання та термін виконання*	Усього балів
1	2	3	4	5
Поточний контроль				
Проміжний контроль	Тестове завдання	Питання для підготовки: Загальна класифікація матеріалів мікро- та наноелектроніки. Види матеріалів та металевих сплавів, їх основні властивості та застосування. Класифікація, основні параметри та характеристики провідникових матеріалів. Метали і сплави високої провідності. Неметалеві, композиційні та оксидні провідникові матеріали. Класифікація магнітних матеріалів. Магнітні матеріали спеціального призначення. Нанорозмірні матеріали електроніки. Високоентропійні сплави.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість завдань – 8. Правильна відповідь оцінюється у 0,5 бали	4

Лабораторне заняття	Лабораторна робота 1	Дослідження матеріалів для інтегральних резисторів та розрахунків їх параметрів. Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота виконується з використанням лабораторного обладнання та комп'ютерної техніки. Завдання для лабораторної роботи прописано у методичних рекомендаціях і у вигляді файлів PDF завантажено на сайті системи Moodle ЗНУ.	Кожне завдання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 4 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	4
Лабораторне заняття	Лабораторна робота 2	Дослідження однорідності напівпровідникових структур. Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота виконується з використанням лабораторного обладнання та комп'ютерної техніки. Завдання для лабораторної роботи прописано у методичних рекомендаціях і у вигляді файлів PDF завантажено на сайті системи Moodle ЗНУ.	Кожне завдання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 4 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	4
Усього за ЗМ 1	3			12
Проміжний контроль	Тестове завдання	Питання для підготовки: Властивості напівпровідників. Класифікація напівпровідникових матеріалів та основні їх групи. Фізичні ефекти в напівпровідниках, що мають важливе	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість завдань – 8. Правильна відповідь оцінюється у 0,5 бали	4

		прикладне значення: термоелектричні явища; вплив сильного електричного поля на електропровідність. Параметри та характеристики напівпровідникових матеріалів. Властивості і використання напівпровідникових сполук типу АІІІ BV, АІІ В VI. Загальні фізико-хімічні властивості та класифікація діелектричних матеріалів. Пасивні та активні діелектрики, основні групи, фізико-технічні властивості і можливості їх використання.		
Лабораторне заняття	Лабораторна робота 3	Дослідження матеріалів для виготовлення інтегральних конденсаторів. Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота виконується з використанням лабораторного обладнання та комп'ютерної техніки. Завдання для лабораторної роботи прописано у методичних рекомендаціях і у вигляді файлів PDF завантажено на сайті системи Moodle ЗНУ.	Кожне завдання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 4 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи	4
Лабораторне заняття	Лабораторна робота 4	Дослідження механізму проходження струму в універсальних діодах. Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота виконується з використанням лабораторного обладнання	Кожне завдання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 4 балів з урахуванням відповідей на	4

		та комп'ютерної техніки. Завдання для лабораторної роботи прописано у методичних рекомендаціях і у вигляді файлів PDF завантажено на сайті системи Moodle ЗНУ.	запитання при захисті роботи	
Усього за ЗМ 2	3			12
Проміжний контроль	Тестове завдання	Питання для підготовки: Базові компоненти мікроелектроніки, основні типи, класифікація та застосування. Напівпровідникові дифузійні та плівкові резистори. Резистори інтегрованих мікросхем. Конструкції, матеріали для їх виготовлення, основні параметри та характеристики. Напівпровідникові дифузійні та плівкові конденсатори. Конструкції конденсаторів та матеріали для їх виготовлення, особливості застосування конденсаторів різних типів. Індуктивні елементи ІМС. Основні технічні характеристики індуктивності. Плівкові РС – структури.	Тестові питання оцінюються: правильно/ неправильно. Кількість завдань – 8. Правильна відповідь оцінюється у 0,5 бали	4
Лабораторне заняття	Лабораторна робота 5	Дослідження впливу температури на параметри транзисторних структур. Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота	Кожне завдання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 4 балів з урахуванням	4

		виконується з використанням лабораторного обладнання та комп'ютерної техніки. Завдання для лабораторної роботи прописано у методичних рекомендаціях і у вигляді файлів PDF завантажено на сайті системи Moodle ЗНУ.	відповідей на запитання при захисті роботи.	
Лабораторне заняття	Лабораторна робота 6	Дослідження характеристик приладу спеціального призначення. Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота виконується з використанням лабораторного обладнання та комп'ютерної техніки. Завдання для лабораторної роботи прописано у методичних рекомендаціях і у вигляді файлів PDF завантажено на сайті системи Moodle ЗНУ.	Кожне завдання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 4 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи	4
Усього за ЗМ 3	3			12
Проміжний контроль	Тестове завдання	Питання для підготовки: Діоди універсального призначення. Діоди в напівпровідникових ІМС. Види, призначення, принцип дії, технологічні та конструктивні особливості, параметри та характеристики діодів. Сучасні інтегровані біполярні транзистори.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість завдань – 8. Правильна відповідь оцінюється у 0,5 бали	4

		Режими роботи, статичні вольт -амперні характеристики, основні параметри та застосування. Польові прилади з керувальним р-п-переходом. Методика розрахунку вольт-амперних характеристик і основних параметрів польових транзисторів, перспективи розвитку інтегральних транзисторних структур. Напівпровідникові прилади спеціального призначення, їх функціональні можливості та особливості побудови. Типи конструкцій та структура НІМС (напівпровідникова інтегральна мікросхема). Використання фотоелектричних компонентів, особливості функціонування та перспективи розвитку.		
Лабораторне заняття	Лабораторна робота 7	Дослідження характеристик фотоелектричних компонентів. Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота виконується з використанням лабораторного обладнання та комп'ютерної техніки. Завдання для лабораторної роботи прописано у методичних рекомендаціях і у	Кожне завдання практичної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 8 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	8

		вигляді файлів PDF завантажено на сайті системи Moodle ЗНУ.		
Усього за ЗМ 4	2			12
Самостійна робота	Індивідуальне завдання	Індивідуальне завдання виконується з використанням комп'ютерної техніки. Завдання у вигляді файлів PDF завантажено на сайті системи Moodle ЗНУ.	Складається із двох завдань (теоретичного та практичного). Виконується за варіантом. Оцінюється від 1 до 12 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті завдання та оформлення звіту.	12
Усього за поточний контроль	12			60
Підсумковий контроль				
Залік	Теоретичне завдання	Питання для підготовки у вигляді файлу PDF завантажено на сайті системи Moodle ЗНУ. Тестування передбачає обмежену у часі (60 хвилин) відповідь на теоретичні питання. Уразі дистанційної форми навчання залік проходить у тестовій формі через платформу Moodle.	Тестові питання оцінюються: Із 6 відповідей обрати правильний варіант. Кількість питань 20. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал	20
	Практичне завдання	Робота складається з 2 практичних завдань, які виконуються з використанням комп'ютерної техніки	Завдання оцінюються: правильно/неправильно. Правильне завдання оцінюється у 10 балів, з урахуванням відповідей на запитання	20

Усього за підсумковий контроль	2			40
--------------------------------	---	--	--	----

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:

1. Ніконова З. А., Ніконова А. О., Небеснюк О. Ю. Матеріали та компоненти електронної техніки: конспект лекцій. Запоріжжя: РВВ. ЗНУ, 2021. 80 с.
2. Компоненти та матеріали мікроелектронних пристроїв. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 176 «Мікро- та наносистемна техніка» всіх форм навчання / Укл.: З.А. Ніконова О.Ю. Небеснюк, А.О. Ніконова. Електронний ресурс. Запоріжжя: ІННІ ЗНУ, 2023. 40с.
3. Проценко І. Ю., Н. І. Шумакова. Наноматеріали і нанотехнології в електроніці : підручник. Суми : Сумський державний університет, 2018. 155 с.
4. Ніконова З.А., Небеснюк О.Ю., Ніконова А.О. Контактні системи в електроніці: монографія. Запоріжжя, 2017.126с.
5. Основи електроніки з елементами мікроелектроніки : навч. посіб. / Укл. : П. Г. Стахів, В. І. Коруд, О. Є. Гамола. Львів : Магнолія, 2019. 225 с.
6. Майструк Е.В., Козярський І.П., Козярський Д.П. Фізико-хімічні основи напівпровідникового матеріалознавства: навч. посібник. Чернівці: Чернівецький національний університет, 2020. 120 с.

Додаткова:

1. Матеріали і компоненти функціональної електроніки : навч. посіб. / Укл.: Л. В. Однорець, І.М. Пазуха. Суми: Сумський державний університет, 2011. 231 с.
2. Nebesniuk O., Nikonova Z., Nikonova A. The ways of increasing the efficiency of photoelectric transducers. В кн.: Європейський вектор модернізації економіки в умовах сталого розвитку промислового регіону / За загальною редакцією Метеленко Н. Київ: Інтерсервіс. 2021. С. 163-169.

3. Nebesniuk O., Nikonova Z., Nikonova A. Technological Features of Real Contact Systems' Production for Nanosystem Equipment. *Journal of Nano- and Electronic Physics*. 2022. T. 14. № 5. С. 05014(5).
4. Небеснюк О. Ю., Ніконова З. А., Ніконова А. О., Критська Т. В. Впровадження технології використання некондиційних напівпровідникових структур для виготовлення сонячних елементів. *Металургія*. 2023. № 1(2022). С. 67-75.
5. Небеснюк О. Ю., Ніконова З. А., Ніконова А. О. Technological Aspects of Formation of Energy-efficient Photovoltaic Solar Energy Converters. *Journal Nano- and Electronic Physics*. 2021. № 13(5). С. 05033-1 - 05033-6.
6. Небеснюк О. Ю., Ніконова З. А., Ніконова А. О. The influence of technological factors on photoconverters electrophysical characteristics. *Журнал нано – та електронної фізики*. 2020. Т. 12. № 5. С. 05012.
7. Небеснюк О. Ю., Ніконова З. А., Ніконова А. О., Кириченко О., Дженков Є. Нанотехнології у виробництві фотоелектричних приладових структур. Матеріали VI міжнародної науково-практичної конференції «Напівпровідникові матеріали, інформаційні технології та фотовольтаїка». Кременчук: КНУ ім. Михайла Остроградського, 2020. С. 50.
8. Готра З.Ю. Фізичні основи електронної техніки: підручник. Львів: Бескид Біт. , 2017. 55с.
9. Баранський П.І. Напівпровідникова електроніка: довідник. Київ :Наукова думка, 2018. 358с.
10. Технологія одержання і фізичні властивості плівкових матеріалів та основи мікроелектроніки : навч. посіб. / Укл.: І. Ю. Проценко, Л. В. Ододворець. Суми : Сумський державний університет, 2011. 231 с.
11. Матеріали і компоненти електроніки: : навч. посіб /Уклад.: С. П. Надкерничний. Київ: Нац. техн. ун-т України «Київ. політех. ін-т», 2010. 54 с.
12. Жеребцов І.П. Основи електроніки: підручник. Київ.: Енергоатом вид., 2015. 128с.
13. Формування та дослідження наноструктурованих матеріалів для фотовольтаїки: монографія колективу викладачів кафедри «Мікроелектронні інформаційні системи». Запоріжжя: ІННІ ЗНУ, 2018. 98с.
14. Green M. A. Third generation photovoltaics: solar cells for 2020 and beyond . *Physic*, 2012. Vol. E 14. P. 65 - 70.
15. Modern research in world science : Proceedings of XI International Scientific and Practical Conference, Lviv, Ukraine, 29-31 January 2023 / editor M. L. Komarytsky. Lviv, 2023. 1579 p. URL: <http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi75/0055542.pdf>.

Інформаційні ресурси:

- 1.Наукова бібліотека Запорізького національного університету. URL: <http://library.znu.edu.ua/>
- 2.Система електронного забезпечення навчання ЗНУ. URL: <https://moodle.znu.edu.ua/>
- 3.Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/>
- 4.Електронні кромпоненти. URL:<https://uk.wikipedia.org/wiki>
- 5.Electronics Tutorials (Basic Electronics Tutorials and Revision) веб-сайт. URL: <http://www.electronics-tutorials.ws> (дата звернення 31.05.2023)

7. Регуляції і політики курсу

Відвідування занять. Регуляція пропусків.

Вивчення курсу передбачає обов'язкове відвідування лабораторних занять. Студенти, які за певних обставин не можуть відвідувати лабораторні 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, в окремих випадках, 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

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. 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 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 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 сесії 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/y9pkmmmp5>. 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>