



## МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ МАТЕРІАЛІВ ТА КОМПОНЕНТІВ МІКРО- ТА НАНОЕЛЕКТРОННОЇ ТЕХНІКИ

**Викладач:** кандидат технічних наук, доцент, *Небеснюк Оксана Юріївна*

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

**E-mail:** 0811oksana@gmail.com

**Телефон:** +380665409869

**Інші засоби зв'язку:** Moodle, Viber, Skype, Zoom, Telegram, електронна пошта

<b>Освітня програма, рівень вищої освіти</b>		Мікроелектронні інформаційні системи магістр					
<b>Статус дисципліни</b>		Обов'язкова					
<b>Кредити ECTS</b>	4	<b>Навч. рік</b>	2023-24	<b>Рік навчання</b>	1	<b>Тижні</b>	12
<b>Кількість годин</b>	120	<b>Кількість змістових модулів<sup>1</sup></b>	6	<b>Лекційні заняття – 24 Практичні роботи – 24 Самостійна робота – 72</b>			
<b>Вид контролю</b>	Екзамен						
<b>Посилання на курс в Moodle</b>		<a href="https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=8574">https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=8574</a>					
<b>Консультації:</b> особисті за розкладом на кафедрі, 10 корпус, ауд. 203; дистанційні – Zoom (за розкладом), Skype за попередньою домовленістю <b>Запис на консультації:</b> 0811oksana@gmail.com							

### ОПИС КУРСУ

**Метою** викладання дисципліни «Методи дослідження матеріалів та компонентів мікро – та наноелектронної техніки» є навчити студентів експериментальним методам виміру параметрів, які є основними для виробничого контролю якості матеріалів і структур, складають основу багатьох методів дослідження напівпровідників та інших перспективних матеріалів, що є базою для створення приладів мікро- та наноелектронної техніки.

**Завданням** вивчення дисципліни є закріплення існуючих знань, на базі яких будуть отриманні фундаментальні та прикладні знання для проведення різноманітних досліджень, компетентного і відповідального вирішення певних задач, які направлені на формування, набуття та отримання навичок передбачених у межах певної дисципліни. Ознайомити студентів з основними методами вимірювання параметрів напівпровідникових кристалів та сполук, статистичної обробки отриманих результатів, формулювання аналітичних висновків за отриманими результатами вимірювань.

### ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

У разі успішного завершення курсу студент **зможє:**

- Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її.
- Забезпечувати якість виробництва; обирати технології, що гарантують отримання необхідних характеристик твердотільних пристроїв; застосовувати сучасні методи контролю мікро- та наносистемної техніки.
- Досліджувати процеси у мікро- та наноелектронних системах, приладах й компонентах з

<sup>1</sup> 1 змістовий модуль = 15 годин (0,5 кредита ECTS)



використанням сучасних експериментальних методів та обладнання, здійснювати статистичну обробку та аналіз результатів експериментів.

- Будувати і досліджувати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі об'єктів та процесів мікро- та наноелектроніки
- Проводити випробування, експериментальні та теоретичні дослідження властивостей матеріалів, наноструктур та технологій, компонентів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки.

## ОСНОВНІ НАВЧАЛЬНІ РЕСУРСИ

Презентації лекцій, практичні роботи та методичні рекомендації до самостійної роботи студентів розміщені на платформі Moodle: <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=8574>

## КОНТРОЛЬНІ ЗАХОДИ

### Поточні контрольні заходи:

#### **Обов'язкові види роботи:**

**Проміжний контроль знань** (тах 5 балів) – наприкінці кожного змістового модулю курсу. Контрольна робота складається з одного теоретичного питання і однієї задачі для змістового модуля 1-4 або тестів для змістових модулів 5,6 та проводиться аудиторно. У разі дистанційного навчання проміжний контроль проводиться виключно через платформу Moodle. Перелік питань для опрацювання у розділі «Перелік питань до курсу»

**Виконання практичних робіт** (тах 3 бали за кожен модуль) – у кожному змістовому модулі для отримання практичних навичок та закріплення теоретичного матеріалу. Усі необхідні матеріали розміщені на сторінці курсу у Moodle: <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=8574>

### Підсумкові контрольні заходи:

**Екзамен** (тах 40 балів) передбачає проведення підсумкового контролю знань згідно до затверджених білетів. Питання передбачають знання базових теоретичних основ и володіння практичними навичками розрахунку та статистичного аналізу основних параметрів матеріалів та компонентів мікро- та наноелектронної техніки. У разі дистанційної форми навчання екзамен проходить у тестовій формі через платформу Moodle. Тестування передбачає обмежену у часі (20 хвилин) відповідь на теоретичні питання та виконання практичного завдання. Перелік питань див. на сторінці курсу у Moodle: <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=8574>

**Індивідуальне завдання (ІЗ)** (тах 12 балів) виконується у вигляді письмової роботи з обов'язковим публічним захистом на останньому навчальному тижні. Представляє собою дослідницьку роботу за наданою тематикою та розрахункові завдання. Тема обирається згідно номеру в журналі академічної групи. Перед публічним захистом робота надсилається на попереднє рецензування (електронна скринька: [0811okhsana@gmail.com](mailto:0811okhsana@gmail.com)). Тематика, вимоги до обсягу та оформленню ІЗ представлені на сторінці курсу у Moodle: <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=8574>

Результати ІЗ можуть стати основою для доповідей на студентських науково-практичних конференціях та тематикою дипломних робіт магістрів

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ**  
Силабус навчальної дисципліни



Контрольний захід		Термін виконання	% від загальної оцінки
<b>Поточний контроль (max 60%)</b>			
Змістовий модуль 1	Проміжний контроль знань	Тиждень 2	5
	Виконання практичної роботи №1	Тиждень 2	3
Змістовий модуль 2	Проміжний контроль знань	Тиждень 4	5
	Виконання практичної роботи №2	Тиждень 4	3
Змістовий модуль 3	Проміжний контроль знань	Тиждень 6	5
	Виконання практичної роботи №3	Тиждень 6	3
Змістовий модуль 4	Проміжний контроль знань	Тиждень 8	5
	Виконання практичної роботи №4	Тиждень 8	3
Змістовий модуль 5	Проміжний контроль знань	Тиждень 10	5
	Виконання практичної роботи №5	Тиждень 10	3
Змістовий модуль 6	Проміжний контроль знань	Тиждень 12	5
	Виконання практичної роботи №6	Тиждень 12	3
Індивідуальне завдання		Тиждень 12	12
<b>Підсумковий контроль (max 40%)</b>			
Екзамен			40
<b>Разом</b>			<b>100%</b>

**Шкала оцінювання: 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)	3 (задовільно)	
D	70 – 74 (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)		



## РОЗКЛАД КУРСУ ЗА ТЕМАМИ І КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Тиждень і вид заняття	Тема заняття	Контрольний захід	Кількість балів
<b>Змістовий модуль 1</b>			
Тиждень 1 Лекція 1	Загальні відомості про матеріали електроніки. Їх класифікація.		
Тиждень 2 Лекція 2	Методи визначення питомого опору і питомого поверхневого опору напівпровідників. Сучасне обладнання для вимірювання поверхневого опору.		
Практична робота №1	Вимірювання питомого опору напівпровідникових пластин довільної форми (Метод Ван-дер-Пау)		3
Письмова контрольна робота		Перевірка якості засвоєння теоретичного та практичного матеріалу	5
<b>Змістовий модуль 2</b>			
Тиждень 3 Лекція 4	Гальваномагнітні явища. Ефект Холла.		
Тиждень 4 Лекція 4	Термогальванічний та термомагнітний ефекти. Метод струму Холла.		
Практична робота №2	Дослідження ефекту Холла в напівпровідниках		3
Письмова контрольна робота		Перевірка якості засвоєння теоретичного та практичного матеріалу	5
<b>Змістовий модуль 3</b>			
Тиждень 5 Лекція 5	Стаціонарні методи вимірювання параметрів нерівноважних носіїв заряду.		
Тиждень 6 Лекція 6	Нестаціонарні методи вимірювання параметрів нерівноважних носіїв заряду.		
Практична	Оптичні методи		3

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ**  
Силабус навчальної дисципліни



робота №3	дослідження матеріалів та компонентів мікро-та наносистемної техніки		
Письмова контрольна робота		Перевірка якості засвоєння теоретичного та практичного матеріалу	5
<b>Змістовий модуль 4</b>			
Тиждень 7 Лекція 7	Вольт-фарадні методи дослідження властивостей напівпровідників.		
Тиждень 8 Лекція 8	Методи визначення щільності поверхневих станів на межі напівпровідник-діелектрик.		
Практична робота №4	Квантові точки		3
Письмова контрольна робота		Перевірка якості засвоєння теоретичного та практичного матеріалу	5
<b>Змістовий модуль 5</b>			
Тиждень 9 Лекція 9	Спектральний аналіз. Методи спектрального аналізу, обладнання.		
Тиждень 10 Лекція 10	Фотометрія. Методи і прилади.		
Практична робота №5	Спектроскопія. Визначення спектру речовин		3
Тест		Перевірка якості засвоєння теоретичного та практичного матеріалу	5
<b>Змістовий модуль 6</b>			
Тиждень 11 Лекція 11	Дослідження хімічного складу, структури матеріалів за допомогою рентгенівського випромінювання.		
Тиждень 12 Лекція 12	Ультразвукова дефектоскопія. Методи, обладнання та перспективи розвитку.		
Практична робота №6	Ультразвукова дефектоскопія. Ефект Доплера		3
Тиждень 13 Тест		Перевірка якості засвоєння теоретичного та практичного матеріалу	5



<b>Індивідуальне завдання</b>			
Тиждень 14-15	Індивідуальне завдання виконується з використанням комп'ютерної техніки  Завдання у вигляді файлів PDF завантажено на сайт 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

## ОСНОВНІ ДЖЕРЕЛА

1. Майструк Е.В., Козярьський І.П., Козярьський Д.П. Фізико-хімічні основи напівпровідникового матеріалознавства: навч. посібник. Чернівці: Чернівецький національний університет, 2020. 120 с.
2. Світанько М.В., Верьовкін Л.Л., Хрипко С.Л. Методи дослідження матеріалів та компонентів мікро- та нанoeлектронної техніки: конспект лекцій для студентів ЗДІА спеціальності 153 «Мікро- та наносистемна техніка» денної та заочної форм навчання. Запоріжжя: ЗДІА, 2018. 40 с.
3. Крилик, Л. В. , Селецька О.О. Матеріали електронної техніки : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2017. 120 с.
4. Формування та дослідження наноструктурованих матеріалів для фотовольтаїки: монографія / заг. ред. д.т.н., проф. Левінзон Д.І. Запоріжжя: Інженерний навчально-науковий інститут ЗНУ, 2018. 320 с.
5. Ніконова А.О., Ніконова З.А., Небеснюк О.Ю. Матеріали та компоненти електронної техніки: методичні рекомендації до лабораторних робіт для здобувачів вищої освіти бакалавра спеціальності «Мікро- та наносистемна техніка» освітньо-професійної програми «Мікро- та наносистемна техніка»: ЗНУ, 2021. 58с.



## РЕГУЛЯЦІЯ І ПОЛІТИКИ КУРСУ<sup>2</sup>

### **Відвідування занять. Регуляція пропусків.**

*Вивчення курсу передбачає обов'язкове відвідування практичних занять. Студенти, які за певних обставин не можуть відвідувати практичні 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 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](mailto:0811oksana@gmail.com). У листі обов'язково*

<sup>2</sup> Тут зазначається все, що важливо для курсу: наприклад, умови допуску до лабораторій, реактивів тощо. Викладач сам вирішує, що треба знати студенту для успішного проходження курсу!



*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».*

## ДОДАТОК ДО СИЛАБУСУ ЗНУ – 2023-2024 рр.

**ГРАФІК ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ 2023-2024 н. р.** доступний за адресою:  
<https://tinyurl.com/yckze4jd>.

**АКАДЕМІЧНА ДОБРОЧЕСНІСТЬ.** Студенти і викладачі Запорізького національного університету несуть персональну відповідальність за дотримання принципів академічної доброчесності, затверджених **Кодексом академічної доброчесності ЗНУ:** <https://tinyurl.com/ya6yk4ad>. Декларація академічної доброчесності здобувача вищої освіти (додається в обов'язковому порядку до письмових кваліфікаційних робіт, виконаних здобувачем, та засвідчується особистим підписом): <https://tinyurl.com/y6wzzlu3>.

**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/yeds57la>.

**НЕФОРМАЛЬНА ОСВІТА.** Порядок зарахування результатів навчання, підтверджених сертифікатами, свідоцтвами, іншими документами, здобутими поза основним місцем навчання, регулюється Положенням про порядок визнання результатів навчання, отриманих у неформальній освіті: <https://tinyurl.com/y8ggt4xs>.

**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 Марти 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: **Борисов Костянтин Борисович**  
Електронна адреса: [uv@znu.edu.ua](mailto:uv@znu.edu.ua) Гаряча лінія: Тел. [\(061\) 228-75-50](tel:(061)228-75-50)

**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.

**ЕЛЕКТРОННЕ 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>