

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. Ю.М. ПОТЕБНІ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОНІКИ, ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
ТА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ



ЗАТВЕРДЖУЮ

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

Метеленко
(підпис)

Наталя Метеленко
(прізвище, ім'я)

**ДІАГНОСТИКА, КОНТРОЛЬ ТА ВИПРОБУВАННЯ ПРИСТРОЇВ
МІКРО-ТА НАНОСИСТЕМОЇ ТЕХНІКИ**

(назва навчальної дисципліни)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки бакалавра
(назва освітнього ступеня)

очної (денної) та заочної (дистанційної) форм здобуття освіти
спеціальності 153/176 Мікро-та наносистемна техніка
(шифр, назва спеціальності)

спеціалізації / предметної спеціальності _____
(шифр і назва)

освітньо-професійна програма Мікро-та наносистемна техніка
(назва)

Укладач /Укладачі: Небеснюк О.Ю., кандидат технічних наук, доцент, доцент 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 № 9 від "19" грудня 2023 р.
Завідувач кафедри

[Signature]
(підпис)

Т.В. Критська
(ініціали, прізвище)

Погоджено:
Гарант ОП

[Signature]
(підпис)

М.В.Світанько
(ініціали, прізвище)

Ухвалено науково-методичною радою
Інженерного навчально-наукового інституту
ім. Ю. М. Потєбні

Протокол № 5 від "27" грудня 2023р.
Голова науково-методичної ради

[Signature]
(підпис)

Т.А. Шарапова
(ініціали, прізвище)

Погоджено:
Відповідальний за секцію «Технічні науки»

[Signature]
(підпис)

А.І.Безверхий
(ініціали, прізвище)

2024 рік

1. Опис навчальної дисципліни

1	2	3	
Галузь знань, спеціальність, освітня програма рівень вищої освіти	Нормативні показники для планування і розподілу дисципліни на змістові модулі	Характеристика навчальної дисципліни	
		очна (денна) форма здобуття освіти	заочна (дистанційна) форма здобуття освіти
Галузь знань <u>15 Автоматизація та приладобудування</u> (шифр і назва)	Кількість кредитів – 3	Обов'язкова	
Спеціальність <u>153 Мікро-та наносистемна техніка</u> (шифр і назва)		Цикл професійної підготовки спеціальності	
Освітньо-професійна програма <u>Мікро-та наносистемна техніка</u> (назва)	Загальна кількість годин –90	Семестр:	
		6-й	6 -й
	Змістових модулів –4	Лекції	
		12 год.	4 год.
Рівень вищої освіти: бакалаврський	Кількість поточних контрольних заходів – 12	Лабораторні – 12 год.	Лабораторні – 4 год.
		Практичні – 12 год.	Практичні – 4 год.
		Самостійна робота	
		54 год.	78 год.
		Вид підсумкового семестрового контролю: екзамен	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання дисципліни «**Діагностика, контроль та випробування мікроелектронних пристроїв**» є надання знань про причини відмов мікроелектронних пристроїв, основні критерії їх надійності та сучасні технічні засоби систем автоматичного вимірювання та контролю основних параметрів пристроїв мікроелектроніки.

Завданнями дисципліни є ознайомлення студентів з сучасними методами та обладнанням для діагностування технічного стану пристроїв мікро- та наносистемної техніки, відповідною документацією, що регламентує організацію та проведення технічного обслуговування. Набуті знання будуть необхідними при розробці обладнання сучасних мікроелектронних інформаційних систем.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути таких результатів навчання (знання, уміння тощо) та компетентностей:

Заплановані робочою програмою результати навчання та компетентності	Методи і контрольні заходи
1	2
Інтегральна компетентність: – ІК. 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: Словесні методи (пояснення, робота з підручником). Практичні методи (творчі завдання, контрольні, складання схем і алгоритмів). Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації). Проблемно-пошукові методи (репродуктивні). Метод формування пізнавального інтересу (навчальна дискусія, створення цікавих ситуацій).
Загальні компетентності: – ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.	Методи: Наочні методи (схеми, моделі, алгоритми). Словесні методи (пояснення, робота з підручником). Практичні методи (творчі завдання, контрольні, складання схем і алгоритмів). Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації). Проблемно-пошукові методи (репродуктивні).

	Метод формування пізнавального інтересу (навчальна дискусія, створення цікавих ситуацій).
<p>Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:</p> <ul style="list-style-type: none"> – СК5. Здатність ідентифікувати, класифікувати, оцінювати і описувати процеси у мікро- та наносистемній техніці за допомогою побудови і аналізу їх фізичних і математичних моделей. – СК7. Здатність розв'язувати інженерні задачі в галузі мікро- та наносистемної техніки з урахуванням всіх аспектів розробки, проектування, виробництва, експлуатації та модернізації. – СК8. Здатність визначати та оцінювати характеристики та параметри матеріалів мікро- та наносистемної техніки, аналогових та цифрових електронних пристроїв, мікропроцесорних систем. – СК10. Здатність розуміти та застосовувати технологічні принципи виробництва, випробування, експлуатації та ремонту мікро- та наносистемної техніки та біомедичного обладнання. 	<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>Програмні результати навчання:</p> <ul style="list-style-type: none"> – ПРН1. Застосовувати знання принципів дії пристроїв і систем мікро- та наносистемної техніки при їхньому проектуванні та експлуатації. – ПРН3. Застосовувати знання і розуміння фізики, відповідні теорії, моделі та методи для розв'язання практичних задач синтезу пристроїв мікро- та наносистемної техніки. – ПРН4. 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. – ПРН7. Досліджувати характеристики і параметри мікро- та наносистемної техніки, приладів фізичної та біомедичної електроніки з урахуванням цілей дослідження, вимог та специфіки вибраних технічних засобів. – ПРН10. Розробляти технічні засоби діагностування технічного стану приладів мікро- та наносистемної техніки. – ПРН11. Організовувати та проводити планові та позапланові технічні обслуговування, налагодження, технологічного устаткування у відповідності до поточних вимог 	<p>Методи контролю і самоконтролю (усний, письмовий, програмований).</p> <p>Контрольні заходи:</p> <p>теоретичне тестування за змістовим модулем, надання звіту із виконання лабораторної роботи, підсумкове розрахункове завдання, підсумкове тестування.</p>

виробництва. – ПРН17. Використовувати знання з моделювання функціональних вузлів мікроелектроніки при розробці обладнання сучасних мікроелектронних інформаційних систем.	
--	--

Міждисциплінарні зв'язки. Курс «Діагностика, контроль та випробування мікроелектронних пристроїв» є логічним продовженням курсу «Технологічні основи електроніки». Набуті при вивченні даного курсу знання необхідні для написання кваліфікаційної роботи та подальшої дослідницької та практичної діяльності в галузях науки та техніки, автоматизації та приладобудування.

3.Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1.«Контроль параметрів мікроелектронних пристроїв. Механізми відмов.»

Тема 1. Контроль і види контролю параметрів мікроелектронних пристроїв.

Тема 2. Механізми раптових та поступових відмов.

Тема 3. Основні поняття надійності. Відмова, безвідмовність. Кількісні показники надійності.

Змістовий модуль 2. «Якісні показники надійності. Система контролю якості»

Тема 4.Якісні показники надійності.

Тема 5. Система контролю якості

Тема 6. Види випробувань. Випробування мікроелектронних пристроїв при виготовленні та випробування готової продукції.

Змістовий модуль 3. «Контроль статичних, динамічних параметрів та функціональний контроль»

Тема 7. Вимірювання статичних параметрів.

Тема 8. Вимірювання динамічних параметрів.

Тема 9. Функціональний контроль. Контроль ЦІМС малого ступеня інтеграції

Змістовий модуль 4. «Технологічні засоби автоматичних систем вимірювання і контролю електричних параметрів мікроелектронних пристроїв »

Тема 10. Структура та шляхи збільшення продуктивності автоматичного устаткування контролю.

Тема 12. Вимірювання статичних, динамічних параметрів та функціональний контроль сучасних мікроелектронних пристроїв. Апаратні засоби контролю працездатності і діагностики несправностей системи контролю ІМС. Контроль статичних параметрів ЦІМС. Основні операції до контролю статичних параметрів. Функціональний контроль цифрових ВІС.

4. Структура навчальної дисципліни

Змістовий модуль	Усього годин	Аудиторні (контактні) години						Самостійна робота, год		Система накопичення балів		
		Усього годин		Лекційні Заняття, год		Лабораторні заняття/ Практичні заняття, год				Теор. зав-ня, к-ть балів	Лабор. зав-ня, Практичне к-ть балів	Усього балів
				о/д ф.	з/дист ф.	о/д ф.	з/дист ф.	о/д ф.	з/дист ф.			
1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	15	10	6	6	2	4	4	6	12	5	5	10
2	15	10	5	2	1	8	4	6	12	10	5	15
3	15	8	1	4	1	4		6	12	5	5	10
4	15	12	0	4		8		6	12	10	5	15
Індивід.завд												10
Усього за змістові модулі	60	40	12	16	4	24	8	24	48	30	30	60
Підсумковий семестровий контроль залік	30							30	30	20	20	40
Загалом		90						100				

5. Теми лекційних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	2	3	4
1	Контроль і види контролю параметрів мікроелектронних пристроїв. Механізми раптових та поступових відмов. Основні поняття надійності. Відмова, безвідмовність.	6	2
2	Якісні показники надійності. Система контролю якості. Види випробувань. Випробування мікроелектронних пристроїв при виготовленні та випробування готової продукції.	2	1
3	Вимірювання статичних параметрів. Вимірювання динамічних параметрів. Функціональний контроль.	4	1
4	Структура та шляхи збільшення продуктивності автоматичного устаткування контролю. Вимірювання статичних, динамічних параметрів та функціональний контроль сучасних мікроелектронних пристроїв.	4	
Разом		16	4

6. Теми лабораторних занять

№ модуля	Назва теми	Кількість годин денна форма	Кількість годин заочна форма
1	Вимірювання поверхневого і питомого опору шарів напівпровідника	2	2
2	Випробування мікросхем за категорією П4	4	2
3	Вимірювання статичних параметрів мікроелектронних пристроїв	2	
4	Дослідження статичних параметрів логічних мікросхем ТТЛ та КМОН	4	
Разом		12	4

7. Теми практичних занять

№ модуля	Назва теми	Кількість годин денна форма	Кількість годин заочна форма
1	Визначення типу електропровідності напівпровідникових кристалів і пластин	2	2
2	Надійність. Розрахунок основних показників надійності	4	2
3	Вимірювання статичних, динамічних параметрів та функціональний контроль	2	
4	Сучасні методи та устаткування для діагностики та контролю параметрів мікроелектронних пристроїв	4	
	Разом	16	4

8. Самостійна робота

№ модуля	Зміст самостійної роботи	Кількість годин, денна форма	Кількість годин, заочна форма
1	Опрацювання теоретичного матеріалу, виконання і захист ЛР1	3	6
1	Підготовка до підсумкової контрольної роботи	3	6
2	Опрацювання теоретичного матеріалу, виконання і захист ЛР2	3	6
2	Підготовка до тесту	3	6
3	Опрацювання теоретичного матеріалу, виконання і захист ЛР3.	3	6
3	Підготовка до підсумкової контрольної роботи	3	6
4	Опрацювання теоретичного матеріалу, виконання і захист ЛР4.	3	6
4	Підготовка до тесту	3	6
	Підготовка до екзамену	30	30
	Разом	54	78

9. Види і зміст поточних контрольних заходів

№ змістового модуля	Види поточних контрольних заходів	Зміст поточного контрольного заходу	*Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
	Лабораторна робота 1	Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота виконується з використанням лабораторного обладнання. Завдання для лабораторної роботи у вигляді файлів PDF завантажено на сайт системи Moodle ЗНУ.	Кожне завдання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 3 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	3
	Практична робота 1	Вимоги до виконання та оформлення: Практична робота виконується з використанням лабораторного обладнання. Завдання для практичної роботи у вигляді файлів PDF завантажено на сайт системи Moodle ЗНУ.	Кожне завдання практичної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 2 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	2
	Письмова контрольна робота	Питання для підготовки: Контроль і види контролю параметрів мікроелектронних пристроїв. Механізми раптових та поступових відмов. Основні поняття надійності. Відмова, безвідмовність.	Контрольні питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 2. Правильна відповідь оцінюється у 2,5 бали	5
Усього за ЗМ 1	3			10
2	Тест 1	Питання для підготовки: Якісні показники надійності. Система контролю якості. Види випробувань. Випробування мікроелектронних пристроїв при виготовленні та випробування готової продукції.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 10. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	10
	Лабораторна робота 2	Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота виконується з використанням лабораторного	Кожне завдання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється	3

		обладнання. Завдання для лабораторної роботи у вигляді файлів PDF завантажено на сайт системи Moodle ЗНУ.	від 1 до 3 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	
	Практична робота 2	Вимоги до виконання та оформлення: Практична робота виконується з використанням комп'ютерної техніки. Завдання для практичної роботи у вигляді файлів PDF завантажено на сайт системи Moodle ЗНУ.	Кожне завдання практичної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 2 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	2
Усього за ЗМ 2	3			15
3	Письмова контрольна робота	Питання для підготовки: Вимірювання статичних, динамічних параметрів та функціональний контроль.	Контрольні питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 2. Правильна відповідь оцінюється у 2,5 бали	5
	Лабораторна робота 3	Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота виконується з використанням лабораторного обладнання. Завдання для лабораторної роботи у вигляді файлів PDF завантажено на сайт системи Moodle ЗНУ.	Кожне завдання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 3 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	3
	Практична робота 3	Вимоги до виконання та оформлення: Практична робота виконується з використанням комп'ютерної техніки. Завдання для практичної роботи у вигляді файлів PDF завантажено на сайт системи Moodle ЗНУ.	Кожне завдання практичної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 2 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	2
Усього за ЗМ 3	3			10
4	Тест 2	Питання для підготовки: Структура та шляхи збільшення продуктивності автоматичного устаткування контролю. Вимірювання статичних, динамічних	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 10.	10

		параметрів та функціональний контроль сучасних мікроелектронних пристроїв.	Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	
	Лабораторна робота 4	Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота виконується з використанням лабораторного обладнання. Завдання для лабораторної роботи у вигляді файлів PDF завантажено на сайт системи Moodle ЗНУ.	Кожне завдання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 3 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	3
	Практична робота 4	Вимоги до виконання та оформлення: Практична робота виконується з використанням комп'ютерної техніки. Завдання для практичної роботи у вигляді файлів PDF завантажено на сайт системи Moodle ЗНУ.	Кожне завдання практичної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 3 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	2
Усього за ЗМ 4	3			15
Індивідуальне завдання (ІЗ)		ІЗ виконується у вигляді письмової роботи та презентації з обов'язковим публічним захистом на останньому навчальному тижні. Перед публічним захистом робота надсилається на попереднє рецензування (електронна скринька: 0811oksana@gmail.com) Тема ІЗ обирається впродовж перших двох перших тижнів семестру з переліку запропонованих тем. Тематика, вимоги до обсягу та оформленню реферату та презентації див. на сторінці курсу у Moodle: https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=9756	ІЗ оцінюється від 1 до 10 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті завдання	10
Усього за змістові модулі	12			60

10. Підсумковий семестровий контроль

Форма	Види підсумкових контрольних заходів	Зміст підсумкового контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
Екзамен	Опитування	Питання для підготовки: див. питання до ЗМ 1–4 у таблиці 8. Опитування передбачає обмежену у часі (20 хвилин) відповідь на теоретичні питання. У разі дистанційної форми навчання екзамен проходить у тестовій формі через платформу Moodle.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 20. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	20
	Розв'язання задачі	Задача складається з 2 практичних завдань, які виконуються з використанням комп'ютерної техніки	Кожне завдання оцінюється: правильно/неправильно. Правильне завдання оцінюється у 10 бали балів, з урахуванням відповідей на запитання.	20
Усього за підсумковий семестровий контроль	2			40

11. Рекомендована література

Основна:

1. Небеснюк О.Ю. Діагностика, контроль та випробування напівпровідникових приладів. Навч. посібник / Є.Я. Швець, О.Ю. Небеснюк, З.А. Ніконова, А.О. Ніконова. Запоріжжя, 2007. 173с.
2. Небеснюк О.Ю. Діагностика, контроль та випробування напівпровідникових приладів. Конспект лекцій / О.Ю. Небеснюк, Ніконова З.А., Ніконова А.О. Запоріжжя, 2007. 58 с.
3. Небеснюк О.Ю. Діагностика, контроль та випробування напівпровідникових приладів. Методичні вказівки до лабораторних робіт / О.Ю. Небеснюк, Ніконова З.А., Ніконова А.О., Багаєв Р.А. Запоріжжя, 2007. 56 с.
4. Небеснюк О.Ю. Діагностика, контроль та випробування напівпровідникових приладів. Методичні вказівки до курсового проекту / О.Ю. Небеснюк, Ніконова З.А., Ніконова А.О. Запоріжжя, 2007. 44 с.

5. Небеснюк О.Ю. Діагностика, контроль та випробування напівпровідникових приладів. Методичні вказівки до виконання РГР / О.Ю. Небеснюк, Ніконова З.А., Ніконова А.О. Запоріжжя, 2007. 22 с.

Додаткова:

1. Антонюк В.С., Тимчик Г.С., Бондаренко Ю.Ю., Петльований П.В., Білокінь С.О., Бондаренко М.О. Методи та засоби мікроскопії. НТУУ «КПІ», ВПІ ВПК «Політехніка», 2013. 334 с.
2. Антонюк В.С., Тимчик Г.С., Варцанова О.В., Бондаренко Ю.Ю., Білокінь С.О., Бондаренко М.О. Мікроскопія в нанотехнологіях. НТУУ «КПІ», ВПІ ВПК «Політехніка», 2013. 258 с.
3. Тузяк О. Я., Курляк, В. Ю. Основи електронної та зондової мікроскопії. Львів: Вид. ЛНУ ім. Івана Франка, 2012. 296 с.
4. Leroy C., Rancoita P.-G. Principles of Radiation Interaction in Matter and Detection. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., Singapore, 2009, 930 p.
5. J.K.Wessel Handbook of advanced materials.-Wiley-Interscience. 2004.647p.
6. Бурштинський М. В. Давачі. Навчальний посібник / М.В. Бурштинський, М.В. Хай, Б.М. Харчишин. Львів : ТзОВ «Простір М», 2014. 202 с.
7. Проценко І.Ю. Датчики неелектричних величин / І.Ю. Проценко, Н.І. Шумакова. Суми : СумДУ, 2003. 71 с.
8. Лис Р.М., Павлик Б.В. Основи твердотільної мікроелектроніки: збірник задач / Р.М. Лис, Б.В. Павлик. Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2019. 208 с.
9. Прищепа М.М. Мікроелектроніка. Елементи мікросхем: навч. посіб. / М.М. Прищепа, В.П. Погребняк. К.: Вища школа, 2005. 167 с.
10. Дружинін А.О. Твердотільна електроніка. Фізичні основи і властивості напівпровідникових приладів: навч. посібник / А.О. Дружинін. Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2009. 332 с.
11. Болеста І.М. Фізика твердого тіла. Навчальний посібник / І.М. Болеста . Львів: Видавн. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2003. 480 с
12. Силові напівпровідникові прилади і перетворювачі електричної енергії
URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/19823/1/Navch_posib.pdf
13. Діагностика напівпровідникових структур методом електрохімічного вольт-фарадного профілювання.URL:
https://etu.ru/assets/files/nauka/dissertacii/2016/Frolov/avtoreferat_Frolov.pdf