

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. Потебні ЗНУ

Наталя Метеленко
(прізвище, ім'я)

МІКРОХВИЛЬОВА ТЕХНІКА

(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

[підпис]
(підпис)

Т.В. Критська
(ініціали, прізвище)

Погоджено:
Гарант ОП

[підпис]
(підпис)

М.В.Світанько
(ініціали, прізвище)

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

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

[підпис]
(підпис)

Т.А. Шарапова
(ініціали, прізвище)

Погоджено:
Відповідальний за секцію «Технічні науки»

[підпис]
(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 — 15 Автоматизація та приладобудування (шифр і назва)	Кількість кредитів – 3	Обов’язкова	
		Цикл професійної підготовки спеціальності	
Спеціальність — 153 Мікро-та наносистемна техніка (шифр і назва)	Загальна кількість годин –90	Семестр:	
		5-й	5 -й
Освітньо-професійна програма — Мікро-та наносистемна техніка (назва)	Змістових модулів –4	Лекції	
		14 год.	4 год.
Рівень вищої освіти: бакалаврський	Кількість поточних контрольних заходів – 13	Лабораторні – 28 год.	Лабораторні – 6 год.
		Самостійна робота	
		48 год.	80 год.
		Вид підсумкового семестрового контролю: залік	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання курсу «Мікрохвильова техніка» є сформувати у студентів цілісного уявлення про побудову, принцип роботи та застосування приладів мікрохвильового діапазону з врахуванням їх принципових особливостей порівняно з низькочастотними електронними приладами.

Завданнями 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. Дати знання студентам щодо фізичних основ роботи приладів мікрохвильового діапазону, технології їх виготовлення та перспектив застосування, а також отримання навиків щодо створення сучасних пристроїв, та їх математичного моделювання

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
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).
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.3. Здатність використовувати математичні принципи і методи для проектування та застосування мікро- та наносистемної техніки.	Методи: Дослідницький (самостійна робота, проекти). Наочні методи (схеми, моделі, алгоритми). Проблемно-пошукові методи (репродуктивні). Практичні методи (творчі завдання, контрольні, складання схем і

– 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. – СК13. Здатність застосовувати знання з моделювання функціональних вузлів мікроелектроніки та конструювання приладів на їх основі.	алгоритмів). Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації). Метод формування пізнавального інтересу (навчальна дискусія, створення цікавих ситуацій).
Програмні результати навчання: – 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. – ПРН7. Досліджувати характеристики і параметри мікро- та наносистемної техніки, приладів фізичної та біомедичної електроніки з урахуванням цілей дослідження, вимог та специфіки вибраних технічних засобів. – ПРН8. Будувати та ідентифікувати математичні моделі технологічних об'єктів, використовувати їх при розробці нової мікро- та наносистемної техніки та виборі оптимальних рішень. – ПРН14. Вміти засвоювати нові знання, прогресивні технології та інновації, знаходити нові нешаблонні рішення і засоби їх здійснення.	Методи контролю і самоконтролю (усний, письмовий, програмований). Контрольні заходи: теоретичне тестування за змістовим модулем, надання звіту із виконання лабораторної роботи, підсумкове розрахункове завдання, підсумкове тестування.

Міждисциплінарні зв'язки. Курс «Мікрохвильова техніка» є логічним продовженням курсу «Основи електроніки». Набуті при вивченні даного курсу знання необхідні у виробничій практиці та подальшій дослідницької діяльності в галузях науки, техніки, автоматизації та приладобудування.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль № 1 «Лінії передачі мікрохвильового діапазону»

Тема 1. Предмет, мета і задачі дисципліни. Порядок її вивчення. Контроль.

Тема 2 Особливості передачі мікрохвильового сигналу. Режим хвилі, що біжить, та стоячої хвилі.

Тема 3. Класифікація ліній передачі. Коаксіальні лінії передачі.

Тема 4. Хвилеводи. Смушкові лінії передачі.

Змістовий модуль № 2 «Вакуумні прилади мікрохвильового діапазону»

Тема 5. Принципи дії електровакуумних приладів мікрохвильового діапазону.

Тема 6. Прискорення електронного пучка, модуляція по швидкості та густині, відбір енергії.

Тема 7. Клістроны, магнетрони

Тема 8. Гіротрони

Змістовий модуль № 3 «Твердотільні прилади мікрохвильового діапазону»

Тема 9. Параметричні діоди з p-n переходом та бар'єром Шотки.

Тема 10. Лавинно-прольотні діоди.

Тема 11 Діоди Ганна.

Тема 12. Транзистори мікрохвильового діапазону.

Змістовий модуль № 4 «Елементи, вузли та пристрої інтегральних мікрохвильових схем»

Тема 13. Мікросмугові лінії передачі.

Тема 14. Індуктивності, ємності та резистивні елементи.

Тема 15. Вимоги до напівпровідникового матеріалу та типи транзисторів для інтегральних мікрохвильових схем.

Тема 16. Технологія виготовлення.

4. Структура навчальної дисципліни

Змістовий модуль	Усього годин	Аудиторні (контактні) години						Самостійна робота, год		Система накопичення балів		
		Усього годин		Лекційні Заняття, год		Лабораторні заняття, год				Теор. зав-ня, к-ть балів	Лабор. зав-ня, 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	8	3	4	1	4	2	8	17	10	5	15
2	15	12	3	4	1	8	2	18	27	5	10	15
3	15	12	1	4	1	8		10	17	5	10	15
4	15	10	3	2	1	8	2	12	19	5	10	15
Індивід.завд												10
Усього за змістові модулі	60	42	10	14	4	28	6	48	50	25	35	70
Підсумковий семестровий контроль залік	30								30	20	10	30
Загалом	90									100		

5. Темі лекційних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	2	3	4
1	Предмет, мета і задачі дисципліни. Порядок її вивчення. Контроль. Особливості передачі мікрохвильового сигналу. Режим хвилі, що біжить, та стоячої хвилі. Класифікація ліній передачі. Коаксіальні лінії передачі. Хвилеводи. Смушкові лінії передачі.	4	1
2	Принципи дії електровакуумних приладів мікрохвильового діапазону.Прискорення електронного пучка, модуляція по швидкості та густині, відбір енергії. Клістриони, магнетрони. Гіротрони.	4	1
3	Параметричні діоди з р-п переходом та бар'єром	4	1

	Шотки. Лавинно-прольотні діоди. Діоди Ганна. Транзистори мікрохвильового діапазону.		
4	Мікросмугові лінії передачі. Індуктивності, ємності та резистивні елементи. Вимоги до напівпровідникового матеріалу та типи транзисторів для інтегральних мікрохвильових схем. Технологія виготовлення.	2	1
Разом		14	4

6. Теми лабораторних занять

№ модуля	Назва теми	Кількість годин денна форма	Кількість годин заочна форма
1	Розрахунок лінії зв'язку мікрохвильового діапазону	4	2
2	Дослідження розповсюдження електромагнітної хвилі мікрохвильового діапазону по хвилеводу	4	2
2	Дослідження ослаблення електромагнітного випромінювання мікрохвильового діапазону атенюаторами	4	
3	Вивчення конструкції елементів хвилеводних трактів	4	
3	Розрахунок параметрів об'ємного резонатора	4	
4	Дослідження діода мікрохвильового діапазону	4	
4	Вплив випромінювання НВЧ діапазону на біологічні об'єкти	4	2
Разом		28	6

7. Самостійна робота

№ модуля	Назва теми	Кількість годин, денна форма	Кількість годин, заочна форма
1	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР1	1	3
1	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР2 і захисту ЛР1.	1	3
1	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до захисту ЛР2	2	3
1	Вивчення теоретичного матеріалу на тему «Оптоелектронні індикатори»	2	4
1	Підготовка до тестування за Т1-4	2	4
2	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР3	4	5
2	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР4 і захисту ЛР3.	4	5
2	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до захисту ЛР4	4	5
2	Напівпровідникові прилади мікрохвильового діапазону	4	5
2	Підготовка до тестування за Т5-8	2	7
3	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання ЛР5	2	4
3	Опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до захисту ЛР5.	3	4
3	НВЧ транзистори, їх характеристики і застосування.	3	4
3	Підготовка до тестування за Т9-12	2	5
4	Напівпровідникові прилади мікрохвильового діапазону.	12	19
	Разом	48	80

8. 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
1	Підсумковий контроль знань	Питання для підготовки: Особливості передачі мікрохвильового сигналу. Режим хвилі, що біжить, та стоячої хвилі. Класифікація ліній передачі. Коаксіальні лінії передачі. Хвилеводи. Смушкові лінії передачі.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість завдань – 5. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	5
	Лабораторна робота 1	Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота виконується використанням комп'ютерної техніки. Завдання для лабораторної роботи у вигляді файлів PDF завантажені на сайт системи Moodle ЗНУ.	Кожне завдання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 5 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	5
	Письмова контрольна робота	Питання для підготовки: Особливості передачі мікрохвильового сигналу. Режим хвилі, що біжить, та стоячої хвилі. Класифікація ліній передачі. Коаксіальні лінії передачі. Хвилеводи. Смушкові лінії передачі.	Контрольні питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 2. Правильна відповідь оцінюється у 2,5 бали	5
Усього за ЗМ 1	3			15
2	Тест	Питання для підготовки: Принципи дії електровакуумних приладів мікрохвильового діапазону. Прискорення електронного пучка, модуляція по швидкості та густині, відбір енергії. Клістроли, магнетрони. Гіротрони.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 10. Правильна відповідь оцінюється у 0,5 бали.	5
	Лабораторна робота 2	Вимоги до виконання та оформлення:	Кожне завдання лабораторної роботи	5

		Лабораторна робота виконується використанням лабораторного обладнання Завдання для лабораторної роботи у вигляді файлів PDF завантажено на сайт системи Moodle ЗНУ.	за змістовим модулем оцінюється від 1 до 5 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	
	Лабораторна робота 3	Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота виконується 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 5 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	5
Усього за ЗМ 2	3			15
3	Письмова контрольна робота	Питання для підготовки: Параметричні діоди з р-п переходом та бар'єром Шотки. Лавинно-прольотні діоди. Діоди Ганна. Транзистори мікрохвильового діапазону.	Контрольні питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 2. Правильна відповідь оцінюється у 2,5 бали	5
	Лабораторна робота 4	Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота виконується 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 5 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	5
	Лабораторна робота 5	Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота виконується використанням комп'ютерної техніки 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 5 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	5
Усього за ЗМ 3	3			15
4	Письмова контрольна робота	Питання для підготовки: Мікросмугові лінії передачі. Індуктивності, ємності та резистивні елементи. Вимоги до напівпровідникового матеріалу та типи транзисторів для	Контрольні питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 2. Правильна відповідь оцінюється у 2,5 бали	5

		інтегральних мікрохвильових схем. Технологія виготовлення.		
	Лабораторна робота 6	Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота виконується використанням комп'ютерної техніки. 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 5 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	5
	Лабораторна робота 7	Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота виконується 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 5 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	5
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=8578	ІЗ оцінюється від 1 до 10 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті завдання	10
Усього за змістові модулі	13			70

9. Підсумковий семестровий контроль

Форма	Види підсумкових	Зміст підсумкового	Критерії оцінювання	Усього
-------	------------------	--------------------	---------------------	--------

	контрольних заходів	контрольного заходу		балів
1	2	3	4	5
Залік	Тестування	Питання для підготовки: див. питання до ЗМ 1–4 у таблиці 8. Тестування 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 5 балів, з урахуванням відповідей на запитання.	10
Усього за підсумковий семестровий контроль	2			30

10. Рекомендована література

Основна:

1. Головка О.П. Мікрохвильова техніка. Конспект лекцій для студентів напрямку підготовки 153 «Мікро- та наносистемна техніка». Запоріжжя, 2014. 38 с.
2. Швець Є.Я., Головка О.П., Головка Ю.В., О.П. Посулько. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт, самостійної роботи і контролю знань студентів. Запоріжжя, 2011. 51с.
3. Павлик С.І. Мікрохвильова техніка. Методичні вказівки до самостійної роботи та виконання контрольних робіт для студентів напрямку підготовки 153 «Мікро- та наносистемна техніка». Запоріжжя, 2016. 20с.

Додаткова:

4. Сидоренко М.Г., Багаєв Р.А., Посулько О.П. Електроніка НВЧ: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. Запоріжжя, 2007. 48 с.
5. Головка О.П., Баєв В.С. Електроніка надвисоких частот: Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічних робіт. Запоріжжя, 2007. 15 с.
6. Головка О.П., Багаєв Р.А., Посулько О.П. Надшвидкодійні прилади електроніки / Методичні вказівки до лабораторного практикуму. Запоріжжя, 2005. 30 с.
7. Pozar D.M. Microwave Engineering, 4th Edition.- John Wiley&Sons, Inc., 2012. 756p.

8. Григор'єв А.Д. Електродинаміка та техніка НВЧ. - К.: Радіо та зв'язок, 2007. 335с.
9. Петров Б.М. Електродинаміка та поширення радіохвиль. Львів .: Гаряча лінія-Телеком, 2003. 567 с.
10. Нікольський В.В., Микільська Т.В. Електродинаміка та поширення радіохвиль. К.: Наука, 1989. 544 с.
11. Воскресенський, Д. І. Пристрої НВЧ і антени.. / Д. І. Воскресенський, В. Л. Гостюхін, В. М. Максимов, Л. І. Пономарьов. К: Радіотехніка, 2006. 376 с.
12. Дробахін О.О., Плаксін С.В., Рябчий В.Д., Салтиков Д.Ю. Техніка і напівпровідникова електроніка НВЧ. Навчальний посібник. Вид-во «Вебер», 2013. с.314.
13. Тюрнев В.В. Теорія ланцюгів НВЧ. Вид-во «Вебер», 2006.191 с.
14. Баскаков С.І. Електродинаміка та поширення радіохвиль. Посібник для вузів . Львів: Бескид Біт, 1992. 416с.
15. Левитський С.М., Кошова С.В. Вакуумна і твердотільна електроніка НВЧ. Львів: Бескид Біт, 1986. 272 с.
16. Пчельников Ю.М. Електроніка надвисоких частот. Львів: Бескид Біт, 1981. 95 с.
17. Техніка і електроніка НВЧ. URL:
http://repository.dnu.dp.ua:1100/?page=inner_material&id=7804
18. Мікрохвильова техніка. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/814>
19. НВЧ електроніка-перспективи у космічній техніці.
URL:<http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/52887/>