

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем
Кафедра медичної радіофізики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана з навчальної роботи

_____ О. Ю. Нечипорук

« ____ » _____ 2021 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мікрохвильова та наноелектроніка

для студентів

галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
рівень вищої освіти	бакалавр
освітня програма	Електроніка та інформаційні технології в медицині
вид дисципліни	вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2021/2022
Семестр	6
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладач:

Кисленко Володимир Іванович,

кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри медичної радіофізики

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» _____ 20__ р.
на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» _____ 20__ р.

Розробник:

Кисленко Володимир Іванович,

кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри медичної радіофізики

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Завідувач кафедри медичної радіофізики

_____ С. П. Радченко

Протокол № __ від « __ » _____ 2021 р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Протокол № __ від « __ » _____ 2021 р.

Голова науково-методичної комісії

С. П. Радченко

« __ » _____ 2021 року.

1. Мета дисципліни «Мікрохвильова та наноелектроніка» – розгляд та дослідження основ поширення і застосування електромагнітних хвиль в широкому спектральному діапазоні, а також їх взаємодія із середовищами поширення, зокрема такими як тверді тіла та хвилеводні структури. Важливість дисципліни полягає також в засвоєнні експериментальних методик використання цих хвиль в пристроях передачі та обробки сигналів у міліметровому, інфрачервоному, видимому та ультрафіолетовому діапазонах довжин хвиль.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни «Мікрохвильова та наноелектроніка»:

Ця навчальна дисципліна є частиною вибіркового блоку дисциплін та базується на циклі дисциплін професійної та практичної підготовки бакалавра та магістра, а саме: “Електродинаміка”, “Оптика”, “Квантова механіка”, Теорія коливань”, “Приймання та оброблення сигналів”.

Попередні вимоги:

бакалавр повинен знати: головні розділи загальної фізики та математичного аналізу, «Мікрохвильова та наноелектроніка» лінійну алгебру, чисельні методи та основи цифрової обробки сигналів на рівні бакалавра Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

бакалавр повинен вміти: вирішувати лінійні та нелінійні рівняння чисельними методами, використовувати математичні комп’ютерні програми (Matlab, Mathcad) на рівні бакалавра Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Вивчення дисципліни «Мікрохвильова та наноелектроніка» дозволяє засвоїти фундаментальні рівняння Максвелла, закони дисперсії та властивості поширення електромагнітного випромінювання в об’ємних та направляючих структурах, а також збудження та поширення поверхневих електромагнітних хвиль в багатошарових структурах та хвилеводах. В дисципліні докладно розглянуто процес розробки та створення пристроїв обробки сигналів у відповідних спектральних діапазонах електромагнітних хвиль.

4. Завдання (навчальні цілі):

1. Надати основні відомості курсу «Мікрохвильова та наноелектроніка», які складають важливу частину загально-фізичної та інженерної підготовки студента-бакалавра за спеціальністю «Прикладна фізика та наноматеріали».

2. Узагальнити та розширити відомі поняття курсів «Фізична оптика», “Електродинаміка”, “Оптика”, “Квантова механіка”, Теорія коливань”, “Приймання та оброблення сигналів”, простежити взаємозв’язок об’єктів досліджень електромагнітної теорії з іншими компонентами підготовки; продемонструвати застосування теоретичних відомостей до розв’язання практичних та експериментальних задач;

3. Навчити застосовувати знання, уміння, навички використання інформаційних і комунікаційних технологій у професійній діяльності, розвивати логічне та аналітичне мислення студентів.

4. Навчити застосовувати знання та уміння у моделюванні для розробки й реалізації відповідних пристроїв, систем, комплексів, систем передачі та інформаційних систем.

5. Прищепити вміння розв’язувати прикладні задачі методами теорії, розглянутої в курсі «Мікрохвильова та наноелектроніка».

Дисципліна спрямована на забезпечення наступних результатів навчання.

Загальні компетентності:

ЗК4 - Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності

ЗК6 - Здатність спілкуватися іноземною мовою

ЗК9 - Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями

ЗК10 - Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел

Фахові компетентності:

ФК7 - Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії та комп’ютерних технологій

ФК8 - Здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем

ФК9 - Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та

математичного моделювання в професійній діяльності

Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1, знати; 2, вміти; 3, комунікація; 4, автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1	студент повинен знати :	лекційні заняття, заняття з використанням пакетів математичних програм	письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	до 45
1.1	Загальні основи мікрохвильової та наноелектроніки	=//=	=//=	
1.2	Принципи роботи мікрохвильової техніки	=//=	=//=	
1.3	Методи вимірювання параметрів НВЧ випромінювання та елементів НВЧ техніки	=//=	=//=	
1.4	Розбіжність лазерного випромінювання та методи її вимірювання	=//=	=//=	
1.5	Нестационарні методи досліджень.	=//=	=//=	
1.6	Особливості вимірювань в пікосекундному діапазоні тривалостей імпульсів	=//=	=//=	
1.7	Особливість використання фемтосекундних імпульсів	=//=	=//=	
1.8	Методи визначення тривалості піко- та фемтосекундних імпульсів.	=//=	=//=	
1.9	Основні алгоритми обробки результатів вимірювань	=//=	=//=	
2	студент повинен вміти :	=//=	=//=	до 45
2.1	класифікувати типові структури мікро- та наноелектроніки і новітні матеріали, пояснити принципи їхнього функціонування та можливості застосування у приладах та пристроях наноелектроніки.	=//=	=//=	
2.2	Прогнозувати підходи щодо отримання новітніх матеріалів із наперед заданими фізичними властивостями	=//=	=//=	
2.3	Практично застосовувати свої знання щодо оптимізації фізичних властивостей базових матеріалів сучасної електроніки при пониженні їх розмірності.	=//=	=//=	
3	Комунікація	=//=	=//=	до 5
3.1	Здатність ефективно будувати комунікацію, виходячи з мети і ситуації спілкування	=//=	=//=	
3.2	Здатність бути відповідальним за внесок в роботу команди при вирішенні проблеми	лекційні заняття з використанням роботи у підгрупах	оцінювання виконання завдань для самостійної	
4	автономність та відповідальність	лекційні заняття, заняття з використанням математичних пакетів	письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	до 5
4.1	самостійність у навчанні та/або професійній діяльності	=//=	=//=	

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни (код)	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1
Програмні результати навчання (назва)															
ПРН. 1. Знати і розуміти сучасну фізику на рівні, достатньому для розв'язання складних спеціалізованих задач і практичних проблем прикладної фізики	+	+		+		+		+							
ПРН. 2. Застосовувати ефективні технології, інструменти та методи експериментального дослідження властивостей речовин і матеріалів, включаючи наноматеріали, при розв'язанні практичних проблем прикладної фізики	+		+	+		+							+	+	+
ПРН. 7. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій					+					+	+		+		+
ПРН. 8. Розуміти закономірності розвитку прикладної фізики, її місце в розвитку техніки, технологій і суспільства, у тому числі в розв'язанні екологічних проблем	+	+	+		+		+		+	+		+		+	+

7. Схема формування оцінки

7.1. Форми оцінювання студентів: рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами написання письмових контрольних робіт і за результатами виконання самостійних завдань. Вклад результатів навчання у підсумкову оцінку, за умови їх опанування на належному рівні і успішної здачі всіх лабораторних робіт наступний:

- результати навчання 1.1 – 1.9 [знання] до 45 %;
- результат навчання 2.1 – 2.3 [вміння] – до 45%;
- результат навчання 3.1 [комунікація] – до 5%;
- результат навчання 4.1 [автономність та відповідальність] – до 5%;

Форми оцінювання студентів:

- **семестрове оцінювання:** контроль здійснюється за таким принципом. Навчальний семестр має два змістовних модулі. Після завершення теми №10 проводиться письмова модульна контрольна робота. Обов'язковим для допуску до іспиту є написання модульної контрольної роботи з кількістю балів не менше 50.
- **підсумкове оцінювання (у формі заліку):** форма іспиту – письмово-усна. Екзаменаційний білет складається із 2 питань, питання оцінюються по 20 балів. Всього за іспити можна отримати від 0 до 40 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання не менш ніж 60 балів,
- **умови допуску до підсумкового заліку:** умовою допуску до іспиту є отримання студентом сумарно не менше, ніж *критично-розрахунковий мінімум 36 балів* за семестр. Студенти, які протягом семестру сумарно набрали меншу кількість балів, ніж критично-розрахунковий мінімум **36 балів**, для одержання допуску до заліку обов'язково повинні написати додаткову контрольну роботу.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі модульних контрольних робіт здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті”

7.2. Організація оцінювання;

Оцінювання за формами контролю:

	<i>Min. – балів</i>	<i>3M</i> <i>Max. – балів</i>
Модульна контрольна робота	24	40
Виступ на семінарі	5	15
Виконання студентами самостійних робіт	5	15

Орієнтовний графік оцінювання:

	<i>Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання</i>
Модульна контрольна робота 1	жовтень
Виступ на семінарі	вересень- грудень
Виконання студентами самостійних робіт	грудень
Добір балів/додаткова контрольна робота та/або доскладання домашніх завдань	грудень
Іспит	грудень

Розрахунок балів, які студент отримує при успішній здачі заліку:

	Змістовий модуль	Іспит	Підсумкова оцінка
<i>Мінімум</i>	36	24	60
Максимум	60	40	100

7.3. Шкала відповідності оцінок

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
--------------------------------------------------	--------------------------------

Відмінно / Excellent	90-100%
Добре / Good	75-89%
Задовільно / Satisfactory	60-74%
Незадовільно / Fail	0-59%

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних занять

№ з/п	Назва теми	У тому числі		
		Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота
1	Рівняння мікрохвильової техніки.	2		4
2	Теорія антен.	2		4
3	Особливості однозв'язних закритих мікрохвильових ліній передачі.	2		4
4	Особливості характеристик квантових пристроїв НВЧ.	2		2
5	Фізичні основи роботи мазера.	2		2
6	Застосування мікрохвильової техніки.	2		2
7	Квантування провідності.	2		2
8	Показники якості термоелектричних пристроїв і матеріалів. Перенесення тепла електронами.	2		2
9	Модульна контрольна робота			2
10	Особливості поширення потужних лазерних імпульсів в оптичному середовищі	2		5
11	Функціональна електроніка: основні уявлення та вихідні рівняння. Технології вирощування матеріалів функціональної електроніки	2		2
12	Магнітостатичні хвилі в ізолюваному феритовому шарі	2		2
13	Магнітостатичні хвилі в багатошарових структурах	2		2
14	Релаксаційні процеси в матеріалах-носіях функціональної електроніки	2		2
15	Переваги використання магнітостатичних хвиль для обробки сигналів в см- та дм-діапазонах довжин хвиль	2		2
16	Основні елементи пристроїв на магнітостатичних хвилях	2		2
17	Фільтри на магнітостатичних хвилях	2		2
18	Лінії затримки на магнітостатичних хвилях	2		2
19	Резонатори на магнітостатичних хвилях	2		2
20	Конвольвери та генератори на магнітостатичних хвилях	2		2
21	Пристрої, побудовані на квазіоптичних принципах	2		4
ЗАГАЛОМ		42		47

Загальний обсяг **90** год., в тому числі:

Лекцій – **42**- год.

Практичні заняття – **0** год.

Консультації – **1** год.

Самостійна робота - **47** год.

9. Рекомендовані джерела:

Основні:

1. Мелков Г.А., Прокопенко О.В. Вибрані розділи з курсу «Мікрохвильова електродинаміка та електроніка»: навч. посіб. – К.: Радіофізичний факультет Київського національного університету імені Тараса Шевченка, 2013. – 226 с.
2. Зависяк І.В., Мартиш Є.В., Попов М.О., Васильків І.В. Мікрохвильова електродинаміка в задачах: навч. посіб. – К : ВПЦ "Київський університет", 2015. – 111 с.
3. Mitin Vladimir V., Kochelap Viatcheslav A., Stroscio Michael A. Introduction to Nanoelectronics: Science, Nanotechnology, Engineering, and Applications. – Cambridge: Cambridge University Press. – 2012. –346 pp.
4. Hoefflinger Bernd (Editor). Chips 2020: A Guide to the Future of Nanoelectronics (Frontiers Collection). – Berlin: Springer-Verlag. – 2012. – 505 pp.
5. RJ Martín-Palma, J Martínez-Duart, F Agulló-Rueda. Nanotechnology for microelectronics and optoelectronics (Elsevier, 2006)
6. Кругляк Ю.О., Кругляк Н.Ю., Стріха М.В. Уроки наноелектроніки: виникнення струму, формулювання закону Ома і моди провідності в концепції «знизу – вгору» // Сенсорна електроніка і мікросистемні технології. – 2012. – т. 3(9), N 4. – С. 5-29.
7. Кругляк Ю.О., Кругляк Н.Ю., Стріха М.В. Уроки наноелектроніки: термоелектричні явища в концепції «знизу – вгору» // Сенсорна електроніка і мікросистемні технології. – 2013. – т. 4(10), N 1. – С. 6-21.
8. Кругляк Ю.О., Кругляк Н.Ю., Стріха М.В. Уроки наноелектроніки: спінтроніка в концепції «знизу – вгору» // Сенсорна електроніка і мікросистемні технології. – 2013. – т. 4(10), N 2. – С. 5-35.
9. Balanis C.A. Antenna Theory: Analysis and Design: 3rd edition. – John Wiley & Sons, New York. – 2005. – 1073 pp.