

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Кафедра квантової радіофізики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан факультету радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

  
І.О. Анісімов  
«31» 08 2017 року  


РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метаматеріали та фотонні кристали

для здобувачів наукового ступеня доктор філософії

галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
рівень вищої освіти	третій освітньо-науковий
освітньо-наукова програма	«Прикладна фізика та наноматеріали»
вид дисципліни	вибіркова

Форма навчання - очна, заочна

Навчальний рік - 2017/2018

Курс - 2, півріччя - 2

Кількість кредитів ECTS - 4

Мова викладання, навчання


та оцінювання - українська

Форма заключного контролю - іспит

Викладач:

Григорук Валерій Іванович доктор фіз.-мат. наук, завідувач кафедри квантової радіофізики


Пролонговано: на 2018/2019 н.р.  (Хемраба ІВ) «30» 08 2018 р. дп 18

на 2019/2020 н.р.  (Хемраба ІВ) «29» 08 2019 р. дп 19

КИЇВ – 2017

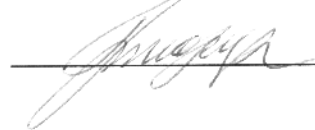
**Розробник:**

**Григорук Валерій Іванович** доктор фіз.-мат. наук, завідувач кафедри квантової радіофізики



**«ПОГОДЖЕНО»**

Завідувач кафедри квантової радіофізики

 В.І. Григорук

Протокол № 1 від «23» 05 2017 р.

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

Протокол № 1 від «31» 08 2017 р.

Голова науково-методичної комісії



В.В. Обуховський

«031» 08 2017 року.

**Мета навчальної дисципліни:** дати сучасні знання про матеріали, які створені людством, а не природою; їх (матеріалів) характеристики, функціональні можливості, галузі застосування, переваги над існуючими.

## **2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:**

Попередні вимоги:

*Аспірант повинен знати:* основи матеріалознавства, оптику, електродинаміку, оптичні хвилеводи, квантову механіку.

*Аспірант повинен вміти:* творчо використовувати у навчальній, дослідницькій та викладацькій діяльності знання щодо можливостей застосування метаматеріалів, в т.ч. фотонних кристалів, їх характеристики; прогнозування нових метаматеріалів.

## **3. Анотація навчальної дисципліни:**

**Анотація.** Дисципліна «**Метаматеріали та фотонні кристали**» належить до переліку дисциплін вільного вибору аспіранта. Вона забезпечує фундаментальну підготовку аспіранта в напрямі сучасних технологій управління електромагнітним випромінюванням, зокрема в оптичному діапазоні хвиль, які лежать в основі новітніх широкодіапазонних методів обробки зображень та маскування об'єктів, є базовими для фотоніки та забезпечують новий рівень продуктивності при обробці інформації та нарощування інформаційної ємності телекомунікаційних систем. Вивчення цієї дисципліни дозволить аспіранту вільно орієнтуватись в фізичних основах та перспективах розвитку сучасних технологій радіофізики.

## **4. Завдання (навчальні цілі):**

1. Надати основні відомості курсу «Оптоелектроніка та волоконна оптика», які складають важливу частину загально-технічної та інженерної підготовки аспіранта за спеціальністю «Радіофізика».

2. Узагальнити та розширити відомі поняття курсів «Квантова електроніка», «Експериментальна лазерна фізика», продемонструвати застосування теоретичних відомостей до розв'язання практичних та експериментальних задач;

3. Навчити застосовувати знання, уміння, навички використання метаматеріалів та фотонних кристалів у професійній діяльності, розвивати логічне та аналітичне мислення аспірантів.

4. Навчити застосовувати знання та уміння у моделюванні для розробки й реалізації технологій на основі метаматеріалів.

5. Навчити розв'язувати прикладні задачі із застосуванням лазерів.

### 5. 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			
<b>1</b>	аспірант повинен <b>знати</b> :	лекційні заняття, заняття з використанням пов'язаних з метаматеріалами технологій	письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	до 45
1.1	Загальні фізичні основи мета- матеріалів та фотонних кристалів.	<i>лекція</i>	письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	
1.2	Фізичні основи функціонування фотонних кристалів	<i>лекція</i>	=//=	
1.3	Характеристики метаматеріалів	<i>лекція</i>	=//=	
1.4	Характеристики фотонних кристалів	<i>лекція</i>	=//=	
1.5	Метаповерхні	<i>лекція</i>	=//=	
1.6	Механічні властивості композитів метаповерхні	<i>лекція</i>	=//=	
1.7	Суперлінза: оптична і акустична	<i>лекція</i>	=//=	
1.8	Оптичне маскування метаматеріалу	<i>лекція</i>	=//=	
1.9	Методи теоретичного дослідження і виготовлення фотонних кристалів	<i>лекція</i>	=//=	

<b>2</b>	аспірант повинен <b>вміти:</b>	лекційні заняття, заняття з використанням фотонних кристалів	письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	до 45
2.1	Розраховувати параметри метаматеріалів	==/=	==/=	
2.2	Визначити потрібні характеристики метаматеріалів та фотонних кристалів	==/=	==/=	
2.3	Оволодіти методами застосування метаматеріалів та фотонних кристалів	==/=	==/=	
<b>3</b>	<b>комунікація</b>	лекційні заняття, заняття з використанням метаматеріалів та фотонних кристалів		до 5
3.1	Здатність грамотно будувати комунікацію, виходячи з мети і ситуації спілкування			
<b>4</b>	<b>автономність та відповідальність</b>	лекційні заняття, заняття з використанням метаматеріалів	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	2.1	2.2	2.3	3.1	4.1
<b>Програмні результати навчання (назва)</b>													
ПРН. 1. Сучасні передові концептуальні та методологічні знання в галузі лазерних технологій і суміжних галузей знань Методологія наукових досліджень та принципи їх організації.		+			+		+						
ПРН. 2. Знати праці провідних світових учених, наукові школи та фундаментальні праці за напрямком дослідження; вміти формулювати мету власного наукового дослідження в контексті світового наукового процесу Фізичні основи виготовлення метаматеріалів.	+			+	+								
ПРН. 3. Знати принципи фінансування науково-дослідної роботи та структуру кошторисів на її виконання, вміти підготувати запит на отримання фінансування, звітну документацію Сучасні фотонні кристали.			+			+		+					
ПРН. 6. Ініціювати, організовувати та проводити комплексні дослідження в галузі науково-дослідницької та інноваційної діяльності, які приводять до отримання нових знань.									+				

ПРН. 8. Формулювати наукову проблему з огляду на стан її наукової розробки та сучасні наукові тенденції.											+			
ПРН. 9. Формулювати робочі гіпотези та моделі досліджуваної проблеми.												+		
ПРН. 13. Визначати принципи та методи дослідження, використовуючи міждисциплінарні підходи.												+		
ПРН. 19. Ініціювання наукових та інноваційних комплексних проектів в галузі метаматеріалів та фотонних кристалів, лідерство та автономність під час їх реалізації.													+	
ПРН. 22. Здатність приймати обґрунтовані рішення, мотивувати людей та рухатися до спільної мети														+
ПРН. 23. Здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики.					+	+		+				+	+	+

## 7. Схема формування оцінки

**7.1. Форми оцінювання аспірантів:** 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 аспірантів:

- **семестрове оцінювання:** контроль здійснюється за таким принципом. Навчальний семестр має один змістовний модуль. Після завершення теми №6 проводиться письмова модульна контрольна робота. Обов'язковим для допуску до іспиту є: написання модульної контрольної роботи з кількістю балів не менше 12 та виступу з доповіддю на семінарі.
- **підсумкове оцінювання (у формі іспиту):** форма іспиту – письмово-усна. Екзаменаційний білет складається із 2 питань, питання оцінюються по 20 балів. Всього за іспиті можна отримати від 0 до 40 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання не менш ніж 60 балів, оцінка за іспит не може бути меншою **24 балів**.
- **умови допуску до підсумкового іспиту:** умовою допуску до іспиту є отримання аспірантом сумарно не менше, ніж *критично-розрахунковий мінімум 36 балів* за семестр. Аспіранти, які протягом семестру сумарно набрали меншу кількість балів, ніж критично-розрахунковий мінімум **36 балів**, для одержання допуску до іспиту обов'язково повинні написати додаткову контрольну роботу.

У випадку відсутності аспіранта 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>ЗМ</i>	
	<i>Min. – балів</i>	<i>Max. – балів</i>
Модульна контрольна робота	12	20
Виступ на семінарі	15	25
Виконання аспірантами самостійних робіт	9	15



*Орієнтований графік оцінювання:*

	<i>Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання</i>
Модульна контрольна робота 1	квітень
Виступ на семінарі	квітень
Виконання аспірантами самостійних робіт	березень - травень
Добір балів/додаткова контрольна робота та/або доскладання домашніх завдань	травень
Іспит	травень

*Розрахунок балів, які аспірант отримує при успішній здачі заліку:*

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

**7.3. Шкала відповідності оцінок**

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
<b>Відмінно</b> / Excellent	90-100%
<b>Добре</b> / Good	75-89%
<b>Задовільно</b> / Satisfactory	60-74%
<b>Незадовільно</b> / Fail	0-59%

## 8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних занять

№ з/п	Назва теми	У тому числі		
		Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота
1	Загальні фізичні основи метаматеріалів та фотонних кристалів.	2		8
2	Фізичні основи функціонування фотонних кристалів	2	2	11
3	Характеристики метаматеріалів	2		11
4	Характеристики у фотонних кристалів	2		11
5	Метаповерхні	2		11
6	Механічні властивості композитів	2	2	11
7	Суперлінза: оптична і акустична	2		11
8	Оптичне маскування метаматеріалу	2		11
9	Методи теоретичного дослідження і виготовлення фотонних кристалів	2		11
ЗАГАЛОМ		18	4	96

Загальний обсяг **120** год., в тому числі:

Лекцій – **18**- год.

Практичні заняття – **4** год.

Консультації – **2** год.

Самостійна робота - **96** год.

## 9. Рекомендовані джерела:

### Основні:

1. Engheta N., Ziolkowski R., *Metamaterials: Physics and Engineering Explorations*. – John Wiley & Sons IEEE Press, 2006.
2. Слюсар В. *Метаматеріали в антенній техніці: історія і основні принципи*. – *Електроніка: наука, технологія, бізнес*. – 2009. -№7. –с.70-79.
3. Valentine Jetal. *Three-dimensional optical meta-material with a negative refractive index*. *Nature: journal*. -2008. -vd. 455, no 7211. –p. 376-379.
4. Агранович В.М., Гартштейн Ю.Н. *Пространственная дисперсия и отрицательное преломление света*. //УФН. 2006. –т.176. -с.1051-1068.
5. Колпаков А.Г., Ракин С.Н. *К задаче синтеза композиционного материала одномерного строения с заданными характеристиками*. //Журн. ПМТФ. -1986 -№6. – с.143-150.
6. Craster R.V., *Acoustic metamaterials: negative refraction, imaging, lensing and cloaring*. Springer, 2013, ISB № 978-94-007-4812-5.
7. Benisty et. al. *Photonic Crystals*. Springer 2005.
8. Reisnger A. *Characteristics of optical gnidod modes in lossy wave guider*. *Appl. Opt.* v.12. 1073.

### Додаткові:

1. Блистанов А.А. *Кристаллы квантовой и нелинейной оптики*. М.: МИСИС, 2002.
2. Григорук В.І., Коротков П.А., Хижняк А.І. *Лазерна фізика*. Київ: МП "Леся", 1999.
3. *Handbook of solid-state lasers. Materials. Properties and applications*. Edited by V.Denker and E. Shklovsky. Woodhead publishing, 2013.
4. Ярив А., Юх П. *Оптические волны в кристаллах*. М.: Наука, 1987.
5. Матковський А.О. *Матеріали квантової електроніки*. Львів: Ліга — Прес, 2000.