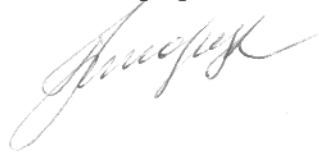




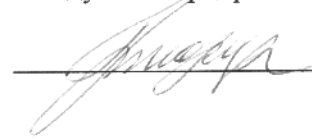
**Розробник:**

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



«ПОГОД

Завідувач кафедри квантової радіофізики

 В.І. Григорук

Протокол № 12 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:*

	<b>ЗМ</b>	
	<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>	36	24	60
<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. –р. 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 cloaking*. 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.