

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем**

**Кафедра електрофізики**

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Декан факультету радіофізики, електроніки  
комп'ютерних систем

  
I.O. Анісімов  
« 31 » 08 2017 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

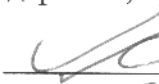

**НАНООПТИКА**

**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:**

**Коваленко Валерій Фадейович** д.ф.-м.н., професор кафедри електрофізики

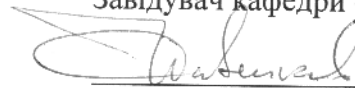
Пролоновано: на 20/8/2019 н.р.  (Пр. N 8) «30» 08 2019 р.  
на 20/9/2020 н.р.  (Пр. N 10) «29» 08 2019 р.

**Розробник:**

**Коваленко Валерій Фадейович** доктор фіз.-мат. наук, професор кафедри електрофізики

«ПОГ

Завідувач кафедри електрофізики



С.М.Савенков

Протокол № 9 від «31» 08 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

«31» 08 2017 року.

**1. Мета навчальної дисципліни:** дати сучасні знання про можливості і застосування сучасних досягнень в оптиці та нанооптиці в науці, техніці, біології, екології, медицині, передачі інформації, її запису і відтворення оптичними методами.

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

Попередні вимоги:

Аспірант повинен знати: оптику, електродинаміку, квантову механіку, фізику лазерів.

Аспірант повинен вміти: творчо використовувати у навчальній, дослідницькій та викладацькій діяльності сучасні знання щодо закономірностей та механізмів фізичних ефектів в нанооптиці та їх застосування в інформаційних технологіях, обробці матеріалів, в медицині, біології, екології.

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

Дисципліна «Нанооптика» належить до переліку дисциплін вільного вибору аспіранта. Вона забезпечує професійний розвиток аспіранта в галузі оптичних технологій 21 століття, до яких належать технології запису, відтворення і передачі інформації, літографія, оптичні технології в медицині, біології, екології. Вивчення цієї дисципліни дозволить аспіранту вільно орієнтуватись в фізичних основах оптичних технологій сьогодення і робити прогностичні оцінки щодо їх розвитку. В курсі аналізуються стан та перспективи сучасної оптики (нанооптики): плазмоніки, фотонних кристалів, метаматеріалів, оптики та мікроскопії ближнього поля тощо. Нанооптика розглядається як альтернатива до сучасної електроніки. Окрема увага приділяється аналізу таких проблемних питань як трансформаційна оптика чи сповільнення світла.

## **4. Завдання (навчальні цілі):**

1. Надати основні відомості курсу «Нанооптика», які складають важливу частину загально-технічної та інженерної підготовки аспіранта за спеціальністю «Прикладна фізика та наноматеріали».

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

3. Навчити застосовувати знання, уміння, навички використання сучасних оптичних технологій у професійній діяльності, розвивати логічне та аналітичне мислення аспірантів.

4. Навчити застосовувати знання та уміння у моделюванні для розробки й реалізації сучасних оптичних.

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			
1	аспірант повинен <b>знати</b> :	лекційні заняття, заняття з використанням лазерних технологій	письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	до 45
1.1	Оптичні властивості наноматеріалів: <ul style="list-style-type: none"> <li>• низькорозмірні об'єкти;</li> <li>• квантові ефекти в напівпровідниках;</li> <li>• композитні матеріали;</li> <li>• фулерени, вуглецеві нанотрубки, графен;</li> <li>• магнітні наночастинки та їх кластери.</li> </ul>	<i>лекція</i>	письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	
1.2	Фізичні основи фотонних кристалів: <ul style="list-style-type: none"> <li>• багаторазове відбиття та заломлення в шаруватих структурах;</li> <li>• дозволені та заборонені зони;</li> <li>• дефекти ФК та дозволені рівні в забороненій зоні;</li> <li>• інтерференція в багатошарових структурах</li> </ul>	<i>лекція</i>	=//=	
1.3	Характеристики метаматеріалів: <ul style="list-style-type: none"> <li>• від'ємний показник заломлення;</li> <li>• електромагнітні ефекти в «лівих середовищах»</li> <li>• суперлінза Веселаго.</li> </ul>	<i>лекція</i>	=//=	
1.4	Фізичні властивості плазмоніки та наноплазмоніки: <ul style="list-style-type: none"> <li>• поверхневі плазмонні хвилі;</li> <li>• плазмонний резонанс;</li> <li>• теорія Мі розсіювання та поглинання світла;</li> </ul>	<i>лекція</i>	=//=	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>практичне використання розсіювання світла на наночастинках.</li> </ul>			
1.5	<p>Оптика ближнього поля:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>просторове розрізнення та якість позиціонування;</li> <li>конфокальна мікроскопія;</li> <li>скануюча тунельна мікроскопія;</li> <li>зонди для ОМБП;</li> <li>керування відстанню між зразком та зондом.</li> </ul>	<i>лекція</i>	=//=	
1.6	<p>Сучасні технології застосування нанооптики</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Оптичний пінцет.</li> <li>Трансформаційна оптика.</li> <li>Нанорозмірна оптична літографія</li> </ul>	<i>лекція</i>	=//=	
2	аспірант повинен <b>вміти</b> :	лекційні заняття	письмові модульні контрольні роботи, оцінювання виконання завдань для самостійної роботи	до 45
2.1	Творчо використовувати у навчальній, дослідницькій та викладацькій діяльності знання щодо закономірностей та механізмів фізичних ефектів в нанооптиці та їх застосування.	=//=	=//=	
3	<b>комунікація</b>	лекційні заняття, відвідування робочих місць з використанням методів сучасної оптики та нанооптики		до 5
3.1	Здатність грамотно будувати комунікацію, виходячи з мети і ситуації спілкування			
4	<b>автономність та відповідальність</b>	лекційні заняття, відвідування робочих місць з використанням методів сучасної	письмові модульні контрольні роботи, оцінювання	до 5

		оптики та нанооптики	виконання завдань для самостійної роботи	
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	1.8	2.1	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 сучасних оптичних та нанооптичних технологій.	+			+	+					
ПРН. 3. Знати принципи фінансування науково-дослідної роботи та структуру кошторисів на її виконання, вміти підготувати запит на отримання фінансування, звітну документацію Сучасні оптичні та нанооптичні технології.			+			+	+			
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 лазерних технологій, 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>	<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 сучасної оптики та нанофотоніки	2		8
2	Оптичні властивості наноматеріалів. Низькорозмірні об'єкти. Квантові ефекти в напівпровідниках.	2		11
3	Композитні матеріали. Фулерени. Вуглецеві нанотрубки, Графен	2		11
4	Магнітні наночастинки та їх кластери. Практичне використання розсіювання світла на наночастинках.	2	2	11
5	Фізичні основи фотонних кристалів: <ul style="list-style-type: none"> <li>• багаторазове відбиття та заломлення в шаруватих структурах;</li> <li>• дозволені та заборонені зони;</li> <li>• дефекти ФК та дозволені рівні в забороненій зоні;</li> <li>• інтерференція в багатошарових структурах</li> </ul>	2		11
6	Характеристики метаматеріалів: <ul style="list-style-type: none"> <li>• від'ємний показник заломлення;</li> <li>• електромагнітні ефекти в «лівих середовищах»;</li> <li>• суперлінза Веселаго.</li> </ul>	2		11
7	Фізичні властивості плазмоніки та наноплазмоніки: <ul style="list-style-type: none"> <li>• поверхневі плазмонні хвилі;</li> <li>• плазмонний резонанс;</li> <li>• теорія Мі розсіювання та поглинання світла;</li> </ul>	2	2	11
8	Оптика ближнього поля: <ul style="list-style-type: none"> <li>• просторове розрізнення та якість позиювання;</li> <li>• конфокальна мікроскопія;</li> <li>• скануюча тунельна мікроскопія;</li> <li>• зонди для ОМБП;</li> </ul>	2		11

	керування відстанню між зразком та зондом.			
9	Сучасні технології застосування нанооптики <ul style="list-style-type: none"> <li>• Оптичний пінцет.</li> <li>• Трансформаційна оптика.</li> <li>• Нанорозмірна оптична літографія</li> </ul>	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. Находкін М.Г., Сизов Ф.Ф. Елементи функціональної електроніки.- К.: 2002.
2. Кульчин Ю.Н. Современная оптика и фотоника нано- и микросистем. - М.: Физматлит. 2016. –435 с. .
3. Введение в нанооптику. / Сост. Лисица В.С. - М.: МФТИ. 2012. – с. 152.
4. Возианова А.В., Ходзицкий М.К. Нанофотоника. Часть 1. – СПб: НИУ ИТМО. - с.93.
5. Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника. – Лань, СПб, 2011.- с. 538.
6. Белотелов В.И., Звездин А.К. Фотонные кристаллы и метаматериалы.- М.: Квант. 2006. – 144 с.
7. Астапенко В.А. Ноноплазмоника и метаматериалы. - М.: МФТИ. 2011. – с. 180.
8. Єщенко О.А. Плазмоніка. - Київ.: Фенікс. 2013. – с. 176.

### Додаткові:

1. Будник М.М., Войтович І.Д., Ільченко В.В., Корсунський В.М. Фізико-технологічні основи наноелектроніки. – Київ, 2015. – 383 с.

2. Осадько И.С. Микроскоп ближнего поля как инструмент для исследования наночастиц. Успехи физических наук. 2010, т.180, с.83.
3. Шека Е.Ф., Попова Н.А., Попова В.А. Физика и химия графена. Эмерджентность, магнетизм, механофизика и механохимия. Успехи физических наук. 2010, т.188, №7, с.720.
4. Климов В.В. Наноплазмоника. - М.: Физматлит. 2010. – с. 480.
5. Новотный Л., Хехт Б. Основы нанооптики. - М.: Физматлит. 2009. – с. 484.