

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Інститут високих технологій

Кафедра молекулярної біотехнології та біоінформатики



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник директора
з науково-педагогічної роботи
Галина ГРАБЧУК

« 03 » 2021 року

протокол 09

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Наноплазмоніка

(повна назва дисципліни)

для студентів

галузь знань	09 Біологія <i>(шифр і назва)</i>
спеціальність	091 Біологія <i>(шифр і назва спеціальності)</i>
освітній рівень	магістр <i>(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)</i>
освітня програма	Біоінформатика та структурна біологія <i>(назва освітньої програми)</i>
вид дисципліни	<u>вибіркова</u>

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2021/2022
Семестр	3
Кількість кредитів ECTS	4.0
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладач: Грицько Дмитро Олександрович, доцент кафедри теоретичних основ високих технологій; Чегель Володимир Іванович, доцент кафедри теоретичних основ високих технологій

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» __ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» __ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

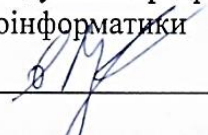
КИЇВ – 2021

Розробники:

Гринько Дмитро Олександрович, доцент кафедри теоретичних основ високих технологій;
Чегель Володимир Іванович, доцент кафедри теоретичних основ високих технологій

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Завідувач кафедри молекулярної біотехнології та
біоінформатики


Олексій НИПОРКО


Протокол № 4 від «05» лютого 2021р.

Схвалено науково - методичною комісією

«Інституту високих технологій»

Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Протокол від «08» 03 2021 року № 3

Голова науково-методичної комісії  (Русінчук Н.М.)

«05» 03 2021 року

ВСТУП

1. Мета дисципліни – формування у майбутніх фахівців з високих технологій у прикладній фізиці, фізиці, біології та хімії навичок кількісного підходу до опису та аналізу нанорозмірних природних явищ, фізичних процесів, вміння користуватися методами сучасної фізики для вирішення завдань сучасної прикладної фізики та наноматеріалознавства.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни (за наявності):

знання основ фізики та вищої математики.

3. Анотація навчальної дисципліни:

Мета курсу: ознайомлення студентів з основними плазмонними процесами та явищами у нанорозмірних металевих та напівпровідникових структурах та оволодіння ними знаннями методів дослідження та практичного використання фізичних явищ та ефектів у таких структурах. Курс „Наноплазмоніка” є дисципліною, що буде корисною для подальшого застосування методів прикладної фізики та, зокрема, плазмоніки до вдосконалення методів контролю та впливу на процеси у біохімічних об'єктах, включаючи живі клітини, віруси та біо-органічні молекули. Вивчення цієї дисципліни дасть змогу студентам засвоїти практичні навички вивчення складних фізичних процесів у реальних системах молекулярної наноплазмоніки.

4. Завдання (навчальні цілі):

Навчання дисципліні має на меті розвинути у студентів такі компетентності:

СК2. Здатність застосовувати знання у професійній діяльності з урахуванням новітніх досягнень, у т.ч. для дослідницької роботи.

СК7. Здатність на основі розуміння сучасних наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів приймати рішення з важливих проблем біології і на межі предметних галузей.

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			
1.1	<i>Знати основні поняття, принципи та закони фізики нанорозмірних систем, такі як закони Максвелла, розширена теорія Мі, закони Лоренца-Лорентца, наближення Бруггемана та Максвелла-Гарнетта, діадна функція Гріна, об'ємні рівняння Ліппмана-Швінгера, ефективна сприйнятливність, фотонний пропатор, молекулярний імпринтинг, самоорганізація наночастинок, дзета-потенціал, теорія DLVO, метаматеріали, наноантени, дипольний момент молекули, оптичні переходи, стани мультиплетності, правило Стокса, діаграми Яблонського.</i>	<i>Лекція, практичне заняття</i>	<i>Тест, 60% правильних відповідей</i>	<i>15%</i>
1.2	<i>Мати уявлення: про цілі і задачі сучасної молекулярної наноплазмоніки, її роль й місце в природознавчих науках; про сучасні напрямки розвитку фізики низьковимірних систем.</i>	<i>лекція</i>	<i>--/--</i>	<i>15%</i>
2.1	<i>Вміти оперувати поняттями ближнього поля; розв'язувати найпростіші задачі по розрахунку багатошарових наносистем; використовувати методи виготовлення плазмонних наноструктур.</i>	<i>практичне заняття</i>	<i>Модульні контрольні роботи</i>	<i>50%</i>

2.2	Вміти самостійно розбиратися в математичному апараті та практичних застосуваннях, методів поверхневого плазмон-поляритонного резонансу (ПППР) та локалізованого поверхневого плазмонного резонансу (ЛППР), що є в літературі з наноплазмоніки	самостійна робота	Тест, модульні контрольні роботи	20%
-----	---	-------------------	----------------------------------	-----

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни				
Програмні результати навчання	1.1	1.2	2.1	2.2
ПРН2. Використовувати бібліотеки, інформаційні бази даних, інтернет ресурси для пошуку необхідної інформації.	+		+	+
ПРН4. Представляти результати наукової роботи письмово (у вигляді звіту, наукових публікацій тощо) та усно (у формі доповідей та захисту звіту) з використанням сучасних технологій, коректно вести дискусію	+	+	+	+

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

Контроль знань здійснюється за модульно-рейтинговою системою, яка складається із 2 змістових модулів. Система оцінювання знань включає поточний, модульний та семестровий контроль знань. Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100-бальною шкалою. Форми поточного контролю: оцінювання домашніх робіт, письмових самостійних завдань, тестів та контрольних робіт, виконаних студентами під час практичних занять. Студент може отримати максимально 60 балів за виконання домашніх робіт, самостійних завдань, усні відповіді, тести, доповнення на практичних заняттях (по 30 балів у кожному змістовому модулі).

Вивчення курсу завершується доповідями та усною співбесідою із студентами (40 балів)..

Оцінювання	Min	Max
Семестрове оцінювання	60	100
Всього	60	100

7.2 Організація оцінювання:

Модульний контроль проводиться за графіком: модульна контрольна робота №1 – на практичному занятті 5, модульна контрольна робота №2 – на практичному занятті 10. Студент отримує залік лише за умови успішного виконання кожного з трьох оцінювань хоча б на мінімально можливий бал.

7.3 Шкала відповідності оцінок

Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій і лабораторних занять

№ п/п	Назва теми*	Кількість годин		
		лекції	семінарські	Самостійна робота
<u>ЗМ1: Основні поняття наноплазмоніки</u>				
1	<p><i>Поверхневі плазмонні збудження в матеріалах з вираженою провідністю.</i></p> <p>Об'ємні та поверхневі плазмони. Дисперсійне співвідношення поверхневого плазмон-поляритона. Локалізовані на наночастинках плазмонні збудження. Дипольний момент та поляризованість. Аналітичні та числові методи описання властивостей плазмонних збуджень у наноструктурах. Ефективна сприйнятливість.. Метод Грін-функції. Об'ємні рівняння Ліппмана-Швінгера. Фотонний пропагатор. Методи FDTD, FEM, DDA</p>	2		6
2	<p><i>Біосенсори на основі поверхневих плазмонних збуджень.</i></p> <p>Матриця розсіяння. Фактор форми та орієнтації біомолекули. Реєстрація специфічності в біомолекулярних реакціях. Константи асоціації та дисоціації. Об'ємні полімерні матричні структури в ПППР-біосенсорах. Молекулярний імпринтинг. 2D- та 3D-імпринтинг. Структурна імітація молекули-темплату. ПППР-реєстрація конформаційних змін в біополімерах. ЛППР-біосенсори. Вплив функціональних груп лігандів в ЛППР-біосенсорах при взаємодії плазмонних наночастинок.</p>	2	2	6
3	<p>Наноматеріали. Наномедицина.</p> <p>Діелектрична проникність металів в оптиці. Плазмова частота. Плазмонний резонанс в металевому сфероїді. Резонансна частота. Колоїдні розчини плазмонних наноструктур. Нанокластери. Дзета-потенціал. Стійкість дисперсних систем. Теорія DLVO. Самоорганізація наночастинок. Система вірус-наночастинка. Потенціал взаємодії. Наночастинки як керовані носії ліків в тілі людини.</p>	2	2	6
4	<p><i>Електрохімія низьковимірних плазмонних структур. Метаматеріали.</i></p> <p>Електрохімічно-індуковані процеси на границі поділу в ПППР-експерименті. Ізоелектрична точка. Редокс матеріали. Теорія ефективного середовища для провідності метал — діелектричних композитів. Імпринтовані композити плазмонних наночастинок для детекції молекул методом ПППР. Взаємодія поля поверхневого плазмон-поляритону з плазмонними наноструктурами. Наноантени.</p>	2		6

5	<p><i>Поверхнєве плазмонне підсилення електромагнітного поля.</i></p> <p>Розсіяння поверхневих плазмон-поляритонів неоднорідностями на поверхні. Підсилення внутрішнього електричного поля для металевих частинок типу: витягнутий еліпсоїд, диск і т.д. Гарячі точки. Правило Стокса. Методи SEIRA, SERS та SEF. Оптичні переходи. Стани мультиплетності. Діаграми Яблонського. Квантовий вихід. Ймовірність збудження та підсилення флюоресценції. Плазмонні наночипи. Вплив діелектричної підкладки.</p>	2		6
6	<i>Семінар, практична робота. Застосування методів плазмоніки для сенсорів</i>	2	2	6
	<i>Модульна контрольна робота № 1</i>	10	6	30
<u>ЗМ2:Матеріалознавство і технологія наноструктур фотоніки та плазмоніки.</u>				
	Плазмини в металах. Перші спостереження плазмонів в металах методами електронної мікроскопії. Оптичні методи збудження та спостереження плазмонівю	2		
6	Матеріали наноплазмоніки. Модель Друде-Зоммерфельда. Дисперсія вільних електронів в реальних металах. Механізми втрат. Технологічні недоліки Cu, Ag, Au	2	2	6
7	Синтез нових матеріалів наноплазмоніки та нанофотоніки <ol style="list-style-type: none"> 1. Нанокompозити на основі барвників та металів у діелектричній матриці 2. Нелінійні оптичні системи 3. Леговані напівпровідники Збіднені метали (карбіди, силіциди)	2	2	6
8	Просторове структурування середовища-універсальний підхід для створення систем наноплазмоніки та нанофотоніки. Технологія. Молекулярний розчин. Нанокompозит. Міжфазна межа. Адсорбція-десорбція. Поверхнева дифузія. Приєднання до сходинки. Зародкоутворення. Термодинаміка адсорбованого моношару. Три процеси виділення твердої фази: зародкоутворення, спінодальний розпад, хемосорбція.	2		6
9	Критичний зародок. Атомарно-чисті поверхні. Дефекти на поверхні росту. Пошаровий ріст реальних поверхонь. Вплив домішок. Атомне (молекулярне) нашарування. Хемосорбція. Міжфазна конденсація Меррифельда. Процес молекулярного нашарування з газової фази. Порівняння з молекулярно-пучковою епітаксією та процесом Ленгмюр-Блоджетт.	2		6
10	Синтез гетероструктур з атомарною точністю. Лімітуючі фактори літографії.	2		6

	Традиційний підхід “зверху вниз” та “знизу вгору” або керована самоорганізація. Проблеми стохастичного характеру процесів транспорту та зародкоутворення Виробничі процеси атомарної точності			
12	Підготовка до практичного заняття з виготовлення зразків з золотими наночастинками контрольованим напыленням в вакуумній камері	10	4	30
	ВСЬОГО	28	10	82

Загальний обсяг 120 год., в тому числі:

Лекцій – **28 год.**

Семінари - **10 год.**

Самостійна робота - **82 год.**

9. Рекомендовані джерела:

Основна:

1. Дмитрук Н.Л., Литовченко В.Г., Стрижевский В.Л. Поверхностные поляритоны в полупроводниках и диэлектриках. – К.: Наукова думка, 1989. – 376 с.
2. Dmitruk N.L., Goncharenko A.V., Venger E.F. Optics of small particles and composite media. – К.: Naukova dumka, 2009. – 386p.
3. Климов В.В. Наноплазмоника. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 480 с.
4. Ельяшевич М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия. Изд. 2е. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 896 с.
5. Volodymyr Chegel, Andrii Lopatynskyi. Molecular Plasmonics. Theory and applications.- Jenny Stanford Publishig, Singapoure, - 2020.- 415 p.

Додаткова:

1. Chegel, V., Lozovskyi V. et al. "3D-quantification of biomolecular covers using surface plasmon-polariton resonance experiment." Sensors and Actuators B: Chemical 134.1 (2008): 66-71.
2. Zhao, Jing, et al. "Localized surface plasmon resonance biosensors." Nanomedicine 1.2 (2006): 219-228