

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

Наноматеріали та структури на їх основі

(повна назва дисципліни)

для студентів

галузь знань **09 Біологія**

(шифр і назва)

спеціальність **091 Біологія**

(шифр і назва спеціальності)

освітній рівень **магістр**

(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)

освітня програма **Біоінформатика та структурна біологія**

(назва освітньої програми)

вид дисципліни **вибіркова**

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: Євтух Анатолій Антонович, доктор фізико-математичних наук, професор, кафедра
нанофізики конденсованих середовищ

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

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


КИЇВ – 2021

Розробники:

Свтух Анатолій Антонович, доктор фізико-математичних наук, професор, кафедра нанофізики

«ЗАТВЕРДЖЕНО»

Завідувач кафедри молекулярної біотехнології та
біоінформатики


Олексій НИПОРКО

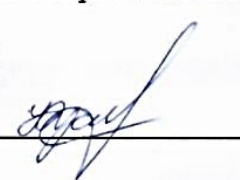
Протокол № 4 від «05» лютого 2021р.

Схвалено науково - методичною комісією

«Інституту високих технологій»

Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Протокол від «05» 03 2021 року № 3

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

«05» 03 2021 року

ВСТУП

1. Мета дисципліни – Ознайомлення студентів з основними наноматеріалами, їх властивостями, ідеями, застосуванням та методами фізики сучасних і перспективних напівпровідникових приладів на основі наноструктур, що є базовими для мікро- та наноелектроніки. Надати знання з фізики нанорозмірних структур, їх властивостей, основ роботи напівпровідникових приладів на основі наноструктур, їх функціонального призначення та використання напівпровідникових приладів в електронних системах.

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

Мати базові знання з вищої математики та фізики

3. Анотація навчальної дисципліни:

В курсі „Наноматеріали та структури на їх основі” детально розглядаються властивості наноматеріалів, фізичні процеси, що протікають під дією електричного поля в нанорозмірних структурах та фізика роботи напівпровідникових наноелектронних приладів. Основна увага направлена на (а) фізичні властивості наноматеріалів, основні відомості про наночастинки, нанокластери, наноструктури, (б) фізичні явища в наноструктурах, що протікають під дією освітлення і електричного поля (екранування електричного поля, електронний транспорт в тонких та надтонких напівпровідникових) та їх використання; (в) фізичні процеси в напівпровідникових наноелектронних приладах, що обумовлюють їх застосування в наноелектронних системах.

4. Завдання (навчальні цілі):

Навчання дисципліни 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	Основні типи наноматеріалів та їх фізичні властивості.	Лекція	Модульні контрольні роботи	10%
1.2	Фізичні основи роботи напівпровідникових приладів	Лекція		10%
1.3	Електронні процеси, що протікають в наноструктурах під дією освітлення та електричного поля	Лекція		10%
1.4	Основні параметри наноелектронних приладів	Лекція		10%
2.1	Пояснити залежність властивостей матеріалів від розмірів	Лекція, Самостійна робота студента	Індивідуальні завдання	20%
2.2	Пояснити принцип роботи приладів напівпровідникової електроніки	Лекція Самостійна робота студента		
2.3	Пояснити особливості роботи приладів на основі наноструктур, оцінювати величини ефектів, та пояснювати результати експериментів	Лекція		

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3
Програмні результати навчання							
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:

- семестрове оцінювання:

1. Контрольні роботи: РН 1.1-1.3, 4.1 - 80 балів/48 балів.

2. Захист індивідуальних завдань: РН 2.1, 4.1 – 20 балів/12 балів.

- підсумкове оцінювання: відсутнє.

Оцінювання	Min	Max
Семестрове оцінювання	60	100
Всього	60	100

7.2 Організація оцінювання:

Студенти, які протягом семестру набрали сумарно меншу кількість балів ніж критично-розрахунковий мінімум 60 балів, для одержання заліку обов'язково повинні написати на потрібну кількість балів додаткову контрольну роботу за матеріалом відповідного семестру.

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	семінари	Самостійна робота
1	<p>Вступ. Тема 1 <u>Мікро- і наноструктури.</u> Чому нано? Мікро- та нано. Класифікація наноструктур. Основні електронні властивості атомів і твердих тіл. Ізольований атом. Зв'язок між атомами. Багатоатомні тверді тіла. Модель вільного електрона і енергетичні зони. Кристали. Періодичність кристалічних ґраток. Електронна провідність. Ефекти нанометрового масштабу довжин. Зміни повної енергії системи. Зміни структури системи. Як нанометрові розміри впливають на властивості.</p>	4		5
2	<p>Тема 2 <u>Нанотехнології.</u> Процеси «зверху-вниз». Подрібнення. Літографія. Механічна обробка. Орієнтаційно-залежне травлення. Si Нанодропи. Наностержні GaN. Фотоелектрохімічне травлення. Процеси «знизу вгору». Методи осадження з газової фази. Термоліз. Лазерне випаровування. Плазмове осадження. Технології епітаксії. Молекулярно-променева епітаксія. Металорганічна CVD. Гетероепітаксія. Рідиннофазні методики. Методи шаблонного росту наноматеріалів. Впорядкування наносистем. Самозборка і самоорганізація.</p>	4		5
3	<p>Тема 3 <u>Властивості індивідуальних наночастинок.</u> Квантово-розмірні ефекти. Металічні нанокластери. Магічні числа. Геометрична структура. Електронна структура. Реакційна здатність. Магнітні кластери. Перехід від макро- до нано-. Напівпровідникові наночастинок. Оптичні властивості. Фотофрагментація. Кулонівський вибух. Кластери атомів газів і молекулярні кластери.</p>	2		5
4	<p>Тема 4 <u>Вуглецеві наноструктури.</u> Вуглецеві молекули. Природа вуглецевого зв'язку. Вуглецеві кластери. Фулерен. Вуглецеві нанотрубки. Застосування вуглецевих нанотрубок. Графен. <u>Об'ємні наноструктуровані матеріали.</u> Наноструктуровані багат шарові матеріали. Пористий кремній. Розупорядковані поверхневі структури. Наноструктуровані кристали. Наноструктуровані кристали для фотоніки</p>	3		5
5	<i>Контрольна робота 1</i>	1		
6	<p>Тема 5 <u>Напівпровідникові нанотехнології.</u> Методи виготовлення. Вимоги до ідеальної напівпровідникової</p>	4		5

	<p>наноструктури. Епітаксійне вирощування квантових ям. Літографія і травлення. Вирощування на краю відколу. Ріст на віцинальних підкладках. Деформаційні точки та дроти. Електрично наведені точки та дроти. Квантові ями з флуктуаціями. Термічний відпал квантових ям. Напівпровідникові нанокристали. Колоїдні квантові точки. Методи самозборки.</p>			
7	<p>Тема 6 <u>Застосування напівпровідникових наноструктур</u>. Інфрачервоні детектори. Лазери на квантових точках. Надпровідність. Енергонезалежна пам'ять. Прилади з плаваючим затвором. МДОН структури. Енергонезалежна нанокристалічна пам'ять.</p>	2		5
8	<p>Тема 7 <u>Наномашини і наноприлади</u>. Мікроелектромеханічні системи (MEMSs). Наноелектромеханічні системи (NEMSs). Виготовлення. Наноприлади і наномашини. Молекулярні і супрамолекулярні перемикачі.</p>	4		5
9	<p>Тема 8 <u>М'які молекулярні матеріали</u>. Будівельні блоки. Синтетичні. Біологічні. Принципи само зборки. Самозборка як метод отримання і структурування наночастинок. Наночастки одержувані при міцелярній і везикулярній полімеризації. Рідкокристалічні наноклі. Наноструктури, отримувані за шаблоном. Рідкокристалічні мезофази. Міцели і везикули. Ламелярна фаза. Рідкі кристали.</p>	3		5
10	<p>Тема 9 <u>Біонанотехнології</u>. Нові методи дослідження біологічних систем. Скануюча зондова мікроскопія біомолекулярних систем. Атомно-силові вимірювання в біологічних системах. Біоміметичні нанотехнології. ДНК як будівельний матеріал нанотехнологій. ДНК як шаблон для молекулярної електроніки. Мотори і наномашини на основі ДНК. Дія біологічних моторів. Штучний фотосинтез</p>		10	42
11	<p><i>Контрольна робота 2</i></p>	1		
	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: (Базова)

1. Келсалл Р., Хамли А., Геоген М. Научные основы нанотехнологий и новые приборы. Интеллект, 2011, 527 С.
2. Пул Ч., Оуэнс Ф. Мир материалов и технологий. Нанотехнологии.- Москва, «Техносфера», 2005, 327 С.
3. Драгунов В.П., Неизвестный И.Г., Гридчин В.А. Основы нанoeлектроники.- Новосибирск, 2000, 331 С.
4. Sze S.M., Ng Kwong K. Physics of semiconductor devices.- Wiley-Interscience, 2007, 800 P.
5. Sze S.M. Modern semiconductor device physics.- 1998, 547 P.
6. Нанотехнологии в полупроводниковой электронике. Под ред. Асеева А.Л.- Новосибирск, Из-во сибирского отделения РАН, 2004, 367 С.
7. Нанотехнологии в электронике. Под ред. Чаплыгина Ю.А.- Москва, «Техносфера», 2005, 446 С.
8. Зи С. Физика полупроводниковых приборов.- М., «Мир», 1984, Т.1, Т2.
9. Кравченко А.Ф., Овсяк В.Н. Электронные процессы в твердотельных системах пониженной размерности.- Новосибирск, 2000.
10. Зи С. Технология СБИС.- М., «Мир», 1986, Т.1, Т.2.
11. Прохоров Е.Д. Твердотільна електроніка. – Підручник, Харківський нац. ун-т ім. В.Н. Каразіна, 2007, 542 С.