

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**Інститут високих технологій**

Кафедра теоретичних основ високих технологій

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**  
Заступник директора  
з науково-педагогічної роботи  
Галина ГРАБЧУК  
«22» березня 2021 року  
Григорук 29

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Основи фізики конденсованого стану**

для студентів

галузь знань	09 Біологія <i>(цифр і назва)</i>
спеціальність	091 Біологія <i>(цифр і назва спеціальності)</i>
освітній рівень	бакалавр <i>(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)</i>
освітня програма	Біологія (Високі технології) <i>(назва освітньої програми)</i>
спеціалізація <i>(за наявності)</i>	Нанотехнології в біології <i>(назва спеціалізації)</i>
вид дисципліни	<u>обов'язкова</u>

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2021/2022
Семестр	7
Кількість кредитів ECTS	5
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	екзамен

Викладачі:

Лозовський Валерій Зіновійович, д.ф.-м.н, професор, каф.теор основ високих технологій,  
Вишивана Ірина Григорівна, к.ф.-м.н, ас. каф. теор основ високих технологій,  
Русінчук Наталя Миколаївна, ас. каф. нанофізики конденсованих середовищ

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.  
*(підпис, ПІБ, дата)*


на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.  
*(підпис, ПІБ, дата)*

Розробники:

Лозовський Валерій Зіновійович, д.ф.-м.н, професор, зав. каф. теор основ високих технологій,  
Русінчук Наталя Миколаївна, ас. каф. нанофізики конденсованих середовищ

ЗАТВЕРДЖЕНО

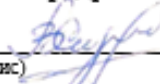
Зав. кафедри теоретичних основ високих технологій

  
\_\_\_\_\_ (Лозовський В.З.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Протокол № 11 від «3» березня 2021 р.

ЗАТВЕРДЖЕНО


Зав. кафедри нанофізики конденсованих середовищ

  
\_\_\_\_\_ (Скришевський В.А.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Протокол № 8\_ від «26» лютого 2021 р.

Схвалено науково - методичною комісією Інституту високих технологій

Протокол від «05» березня 2021 року №3

Голова науково-методичної комісії  \_\_\_\_\_ (Русінчук Н.М.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## ВСТУП

**1. Мета дисципліни** – Метою дисципліни є ознайомлення студентів-біологів з основними ідеями та методами фізики конденсованого стану, їх застосування до вивчення та використання фізичних властивостей наноматеріалів та наносистем, а також з принципами використання фізичних явищ для вивчення та впливу на матеріали, у тому числі біологічної природи.

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

1. Знати основи квантової та статистичної фізики.
2. Вміти застосовувати знання з загальної фізики, статистичної та квантової фізики до аналізу властивостей фізичних систем і структур.
3. Володіти елементарними навичками з математичного аналізу, лінійної алгебри, диференціальних рівнянь та функцій комплексної змінної.

**3. Анотація навчальної дисципліни:**

Фізика конденсованого середовища є розділом сучасної фізики, що дає уявлення про будову речовини, і є основою знань про характер багатьох процесів та явищ в природничих науках, зокрема, в хімії і біології. В курсі розглядаються електронні, фононні та оптичні властивості конденсованого стану та твердотільних наносистем. Велика увага приділяється електронним властивостям напівпровідників та особливостям взаємодії біологічних об'єктів з наночастинками та наноструктурованими поверхнями твердих тіл. Обговорюються особливості електронних властивостей некристалічних твердих тіл. Розглядаються питання застосування фізичних явищ до вивчення та впливу на біологічні матеріали.

**4. Завдання:**

Навчальні цілі дисципліни спрямовані на досягнення таких загальних та фахових компетентностей: Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях, Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел, Здатність спілкуватися державною мовою як усно так і письмово, Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями, Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу, Здатність застосовувати знання та вміння з математики, фізики, хімії та інших суміжних наук для вирішення конкретних біологічних завдань, Здатність здійснювати збір, реєстрацію і аналіз даних за допомогою відповідних методів і технологічних засобів у польових і лабораторних умовах, Здатність до критичного осмислення новітніх розробок у галузі біології і професійній діяльності, Вміння формулювати задачі моделювання, створювати моделі об'єктів і процесів у живих організмах та їхніх компонентах із використанням математичних методів й інформаційних технологій, Здатність використовувати та модифікувати сучасні біотехнології для вирішення актуальних біологічних проблем.

**5. Результати навчання за дисципліною:**

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій й оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	Знати основні поняття фізики твердого тіла, зокрема, поняття про зонну структуру твердих тіл, поняття ефективної маси, уявлення про модельні, що описують основні властивості матеріалів та наноструктур.	Лекції	Письмова контрольна робота  Робота на лекціях	10%  5%
1.2	Мати уявлення: про цілі і задачі фізики конденсованого стану, її роль й місце в природознавчих науках; про сучасні напрямки розвитку фізики конденсованого стану.	Лекції	Відповідь на запитання 1 на іспиті	10%
1.3	Знати сучасні напрямки розвитку фізики конденсованого стану та розуміти принципи їх застосування у сучасній біології та медицині.	Лекції	Відповідь на запитання 2 іспиті	10%
2.1	Вміти будувати моделі взаємодії між твердотільними та біологічними об'єктами та аналізувати особливості таких взаємодій	Практичні заняття	Письмова контрольна робота	10%

			Індивідуальне семестрове завдання 1	15%
			Задача на екзамені	20%
			Робота на практичних заняттях	5%
4.1	Прийняти і обґрунтувати рішення з планування та проведення експериментів з біооб'єктами, використовуючи ідеї та методи фізики конденсованого стану	Практичні заняття	Індивідуальне семестрове завдання 2	15%

**6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання**

Програмні результати навчання	Результати навчання дисципліни				
	1.1	1.2	1.3	2.1	4.1
ПР06. Застосовувати моделі, методи і дані фізики, хімії, екології, математики у процесі навчання та забезпечення професійної діяльності.	+	+	+		
ПР08. Знати та розуміти основні терміни, концепції, теорії і закони в галузі біологічних наук і на межі предметних галузей.	+		+	+	
ПР24. Аналізувати фізико-хімічні властивості та функціональну роль біологічних макромолекул і молекулярних комплексів живих організмів, характер взаємодії їх з іонами, молекулами і радикалами, їхню будову й енергетику процесів			+	+	+
ПР26. Застосовувати та модифікувати сучасні біотехнології для вирішення актуальних біологічних проблем.				+	+

## 7. Схема формування оцінки.

**7.1 Форми оцінювання студентів:** (зазначається перелік видів робіт та форм їх контролю / оцінювання із зазначенням результатів навчання які на них мають бути оцінені, а також кількість балів/відсоток у підсумковій оцінці із дисципліни, пороговий рівень позитивної оцінки)

**- семестрове оцінювання:**

1. Контрольна робота 1: 10 балів /7 балів.
2. Контрольна робота 2: 10 балів /7 балів.
3. Індивідуальне семестрове завдання 1: 15 балів /11 балів.
4. Індивідуальне семестрове завдання 2: 15 балів / 11 балів.
5. Робота на лекційних заняттях: 5 балів.
6. Робота на практичних заняттях: 5 балів.

**- підсумкове оцінювання у формі екзамену:**

Максимальна кількість балів які можуть бути отримані студентом - 40 балів.

Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за екзамен не може бути меншою 24 балів.

Студент не допускається до екзамену, якщо під час семестру набрав менше ніж 20 балів (рекомендовани мінімум – 36 балів). Студент допускається до екзамену за умови виконання всіх контрольних та індивідуальних семестрових робіт.

## 7.2 Організація оцінювання:

На сьомому та останньому практичних заняттях проводяться письмові контрольні роботи. Контрольні роботи спрямовані на визначення рівня знань студентами матеріалів лекцій за весь семестр.

Протягом семестру студенти виконують індивідуальні семестрові завдання, результати виконання яких представляють на практичних заняттях.

Для студентів, які упродовж семестру не досягли мінімального рубіжного рівня оцінки (36 балів), для одержання допуску до іспиту обов'язковим є виконання додаткових завдань.

Під час екзамену студенти мають надати відповідь на два теоретичні запитання та розв'язати одну задачу.

## 7.3 Шкала відповідності оцінок

<b>Відмінно / Excellent</b>	90-100
<b>Добре / Good</b>	75-89
<b>Задовільно / Satisfactory</b>	60-74
<b>Незадовільно / Fail</b>	0-59

### 8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій і практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	семінари	Самостійна робота
1	<b>Вступ.</b> <b>Тема 1</b> Прості моделі твердого тіла. Теорія Друде. Хімічний зв'язок у твердих тілах. Металічний, іонний, ковалентний та мішаний зв'язки. Кристалічні і некристалічні тверді тіла. Елементи кристалографії та кристало-хімії. Гратка Браве. Основі вектори, елементарна комірка, трансляційна симетрія. Обернена гратка. Зони Брилюєна. Дефекти в кристалах. Типи дефектів. Домішки заміщення та проникнення. Атоми у міжвузловинах та вакансії. Дислокації.	2	4	6
2	<b>Тема 2</b> Енергетичний спектр електронів у твердому тілі. Адіабатичне наближення. Одноелектронне наближення. Енергетичні зони. Ізоенергетичні поверхні. Ефективна маса. Електрони і дірки в напівпровідниках. Локальні енергетичні рівні домішків та дефектів. Донори та акцептори.	2	4	8
3	<b>Тема 3</b> Статистика електронів в твердих тілах. Енергія та рівень Фермі. Щільість станів. Рівноважна концентрація носіїв у напівпровіднику. Основні та неосновні носії заряду.	2	4	8
4	<b>Тема 4</b> Коливання атомів кристалічної гратки. Коливання в одновимірному ланцюжку атомів. Акустичні та оптичні коливання. Фонони. Температура Ейнштейна та Дебая. Теплоємність. Теплопровідність. Розсіяння фононів. Електрон-фононна взаємодія.	2	1	6
5	<i>Контрольна робота 1</i>		1	
6	<b>Тема 5</b> Явища перенесення в напівпровідниках і металах. Кінетичне рівняння Больцмана. Наближення часу релаксації. Електропровідність. Механізми розсіяння електронів та дірок. Внесок різних механізмів розсіяння в провідність носіїв. Ефект Холла та магнітоопір.	2	4	8
7	<b>Тема 6</b> Процеси генерації і рекомбінація носіїв заряду у напівпровідниках. Рівноважна та нерівноважна концентрація носіїв заряду. Час релаксації концентрації носіїв до рівноважної. Дифузія і дрейф носіїв заряду в напівпровідниках.	2	4	6
8	<b>Тема 7</b> Явища на поверхні твердих тіл. Поверхневі стани. Гетерогенний каталіз з точки зору фізики поверхні.	2	2	6

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	семінари	Самостійна робота
9	<b>Тема 8</b> Плазмові ефекти в твердому тілі. Електронна плазма в твердих тілах. Частота плазмових коливань Час діелектричної релаксації, довжина екранування. Плазмони. Електромагнітні хвилі в плазмі твердих тіл. Поверхневі плазмони. Оптичні властивості твердих тіл.	2	4	8
10	<b>Тема 9</b> Надпровідність. Надпровідність від Камелінг-Оннеса до ВТНП. Ідея Лондонів. Ефект Мейснера. Квантування магнітного потоку. Рівняння Гінзбурга-Ландау. Модель Бардіна-Купера-Шріфера.	2	4	8
11	<b>Тема 10</b> Методи фізики конденсованого стану в біології і хімії Взаємодія біоб'єктів з наночастинками металів ті напівпровідників. Нанокаталіз.	2	1	4
12	<i>Контрольна робота 2</i>		1	
13	<b>Тема 11</b> Взаємодія електромагнітного випромінювання з твердими тілами. Взаємодія електромагнітного випромінювання з біологічними тканинами. Застосування	2		2
14	<b>Тема 12</b> Джерела, перетворювачі, методи доставки та приймачі електромагнітного випромінювання. Лазер. Техніка безпеки при роботі з лазерами. Використання електромагнітного випромінювання в біології та медицині: дослідження, діагностика, лікування. Особливості джерел електромагнітного випромінювання для медичних застосувань.	4		4
15	<b>Тема 13</b> Мікроскопія. Новітні методи мікроскопії. Особливості мікроскопії біологічних тканин, органів, організмів.	2		2
16	<b>Тема 14</b> Томографія як сукупність методів. Ультразвукова та комп'ютерна томографія. Ядерний магнітний резонанс у біологічних тканинах, МРТ. Методи отримання та аналізу МРТ зображень. Безпека при проведенні діагностики.	4		4
17	<b>Тема 15</b> Нанофізика в біології та медицині. Нанорозмірні біологічні об'єкти. Моделювання біонанооб'єктів. Новітні методи наномедицини.	2		2
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>82</b>

**Загальний обсяг 150 год.**, в тому числі:

Лекції – **34 год.**

Семінарські заняття - **34 год.**

Самостійна робота - **82 год.**

## 9. Рекомендовані джерела:

### *Основна:*

1. Н.Ашкрофт, Н.Мермин, Фізика твердого тела. Том 1/2, М., Мир, 1972
2. О.В. Третьяк, В.З.Лозовський, Основи фізики напівпровідників, Т1, ВПЦ Київський університет, Київ, 2007
3. О.В. Третьяк, В.З.Лозовський, Основи фізики напівпровідників, Т2, ВПЦ Київський університет, Київ, 2009
4. Н.В.Туманська, К.С.Барська, С.В. Скринченко, Рентгенологічні методи дослідження, Підручник, Запоріжжя, 2016
5. В. В. Загородній, Локальні методи досліджень, Підручник, Київ, 2019

### *Додаткова:*

1. С.П.Репецький, Теорія твердого тіла. Невпорядковані середовища, Наукова думка: Київ, 2008
2. Прикладные аспекты физики в биологии и медицине. Учебное пособие. — Екатеринбург: Уральский государственный университет им. А.М. Горького, 2007. — 145 с.
3. Александровский А.С., Им С.Т. Оптические методы и устройства в биологии и медицине. В 3-х частях, Красноярск, 2007 г.
4. Бармаков Ю.Н., Микеров В.И., Юрков Д.И. Введение в компьютерную рентгеновскую и нейтронную томографию, М.: Буки Веди, 2018. — 116 с.
5. Эвэрт Блинк. Основы магнитно-резонансной томографии: Физика, 2000 г.

## 10. Додаткові ресурси:

<http://www.cmat.uni-halle.de/~hsl/PoM.html>

<https://link.springer.com/article/10.1007/BF02308900>