

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА**



Фізико-технічний факультет

Кафедра фізики і методики викладання

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**«ЕЛЕКТРОННА ТЕОРІЯ ТВЕРДИХ ТІЛ»**

Рівень вищої освіти: **другий (магістерський)**

Освітня програма: **«Середня освіта (Фізика)»**

Предметна спеціальність: **014.08 Середня освіта (Фізика та астрономія)**

Спеціальність: **014 Середня освіта (за предметними спеціальностями)**

Галузь знань: **01 Освіта/Педагогіка**

Затверджено на засіданні кафедри  
Протокол № 13  
Від 11 червня 2024 р.

<b>1. Загальна інформація</b>	
<b>Назва дисципліни</b>	Електронна теорія твердих тіл
<b>Викладач (-і)</b>	проф. Кланічка Володимир Михайлович
<b>Контактний телефон викладача</b>	0502935801
<b>Е-mail викладача</b>	<a href="mailto:volodymyr.klanichka@pnu.edu.ua">volodymyr.klanichka@pnu.edu.ua</a> <a href="mailto:v.klanichka@gmail.com">v.klanichka@gmail.com</a>
<b>Формат дисципліни</b>	Обов'язкова
<b>Обсяг дисципліни</b>	3 кредити ЄКТС, 90 год.
<b>Посилання на сайт дистанційного навчання</b>	<a href="https://d-learn.pnu.edu.ua/">https://d-learn.pnu.edu.ua/</a>
<b>Консультації</b>	Щотижня
<b>2. Анотація до навчальної дисципліни</b>	
<p>Навчальна дисципліна “ Електронна теорія твердих тіл” є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня "магістр".</p> <p>Представлені основні поняття структурної кристалофізики: симетрії в кристалах; агрегатні, конденсовані, впорядковані та неупорядковані, метастабільні і стійкі стани речовини; теорія міжатомних і міжмолекулярних зв'язків, принципи побудови конденсованих систем. Розглянуті основні математичні моделі динаміки кристалічних ґрат; квантова теорія теплоємності твердого тіла у моделях Ейнштейна і Дебая; елементи зонної теорії твердих тіл щодо аналізу електромагнітних властивостей металів, напівпровідників і діелектриків, магнітні властивості речовини, надпровідність, плазмовий стан речовини; кінетичні явища в кристалах; теоретичні основи та застосування оптичних квантових генераторів. Досить широко представлені різноманітні математичні методи фізики, застосовні для опису поведінки класичних і квантових систем щодо аналізу властивостей твердих тіл на основі математичних моделей його структурних одиниць.</p>	
<b>3. Мета та цілі навчальної дисципліни</b>	
<p>Метою викладання дисципліни є оволодіти основними знаннями з структурної кристалографії та умовами дифракції хвиль в кристалах, теорією міжатомного зв'язку та властивостями кристалів з різним типом зв'язку, природою та механізмами теплових властивостей твердих тіл, електронною теорією металів та впливом дефектів кристалічної будови на деякі фізичні властивості твердих тіл.</p>	

Завдання курсу зводиться по суті до встановлення зв'язків між властивостями індивідуальних атомів і молекул та властивостями, що виявляються під час об'єднання атомів або молекул у велетенські асоціації у вигляді регулярно упорядковані системи – кристали. Ці властивості можна пояснити, опираючись на прості фізичні моделі твердих тіл. Реальні кристали та аморфні тіла значно складніші, але ефективність і корисність простих моделей не можна недооцінювати. Звичайно реальні кристали та аморфні тіла значно складніші, ніж збудовані фізиками моделі, але ефективність і корисність простих моделей дає можливість закласти необхідний фундамент до вивчення сучасної атомної фізики.

#### 4. Програмні компетентності та результати навчання

##### Загальні компетентності:

##### **Інтегральна компетентність:**

Здатність розв'язувати складні задачі або проблеми в галузі освіти, що передбачає здійснення інновацій та/або проведення педагогічних досліджень із застосуванням теорій і методів освітніх наук та фізики і характеризується невизначеністю умов.

##### **Фахові компетентності спеціальності (ФК)**

ФК1. Здатність використовувати систематизовані теоретичні та практичні знання з фізики, астрофізики та методики навчання фізики і астрономії при вирішенні професійних завдань.

ФК3. Здатність до усвідомлення досягнень фізичної науки та її ролі у житті суспільства.

##### **Програмні результати навчання**

ПРН1. Демонструє вміння застосовувати знання з психології, педагогіки, основ загальної та теоретичної фізики, астрофізики.

ПРН 7. Демонструє вміння розв'язувати задачі різних рівнів складності шкільного, загального, теоретичного курсів фізики.

#### 5. Організація навчання

##### Обсяг навчальної дисципліни

Вид заняття	Загальна кількість годин
Лекції	Лекції – 14 год.
Семінарські / практичні заняття	Семінарські заняття – 16 год.
Самостійна робота	Самостійна робота – 60 год.
Ознаки навчальної дисципліни	

Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний /вибірковий	
2	014 Середня освіта	1	Нормативний	
Тематика навчальної дисципліни				
Тема		Кількість год.		
		Лекції	Практ. заняття	Сам. роб.
Тема 1. Типи міжатомних зв'язків. Геометрія кристалічної ґратки. Тривимірні кристалічні структури. Структури реальних кристалів, простих сполук.		2	2	10
Тема 2. Дифракція в кристалах. Дифракція як метод дослідження. Умова дифракції Брегга. Атомний фактор розсіювання. Експериментальні методи рентгенографічного дослідження структури кристалів. Обернений простір. Обернена ґратка. Зони Бріллюена.		4	4	10
Тема 3. Напівпровідники. Ефект Холла. Р-п-переходи. Термодинамічний р-п-перехід. Фотопровідність. Термоелектричні явища в напівпровідниках. Термоелектричні генератори.		2	4	10
Тема 4. Квантова радіофізика. Індуковане випромінювання. Інверсна залежність рівнів і «від'ємні» температури. Трьохрівневі лазери. Рубіновий і газовий лазери. Застосування лазерів.		2	2	10
Тема 5. Надтекучість і надпровідність. Критична температура надпровідникового стану. Ефект Мейссенера. Природа явища надпровідності. Надтекучість рідкого гелію. Модель двох рідин.		2	2	10
Тема 6. Плазмовий стан речовини. Основні характеристики плазми. Коливання і хвилі в плазмі. Ленгмюрівські коливання.		2	2	10
Разом:		14	16	60
<b>6. Система оцінювання навчальної дисципліни</b>				

Загальна система оцінювання навчальної дисципліни

### **Теоретична підготовка**

#### **Високий, А, 91\* – 100, відмінно - 5**

Студент має глибокі, міцні і систематичні знання всіх положень наукової методології, може не тільки вільно матеріалом, але й самостійно довести існування певних закономірностей, принципів, використовує здобуті знання і вміння в нестандартних ситуаціях, здатний вирішувати проблемні питання. Відповідь студента відрізняється точністю формулювань, логікою, достатній рівень узагальненості знань

#### **Вище середнього, середній В, С, 81 – 90; 71 – 80;**

#### **дуже добре, добре - 4**

Студент знає і може самостійно сформулювати основні методологічні підходи, принципи їх застосування, але не завжди може самостійно здійснити критичний аналіз. Студент може самостійно застосовувати знання в стандартних ситуаціях, його відповідь логічна, але розуміння не є узагальненим.

#### **Достатній, D, E, 61 – 70, 51 - 60**

#### **задовільно, посередньо - 3**

Студент відтворює основні поняття і визначення курсу, але досить поверхово, не виділяючи взаємозв'язок між ними, може сформулювати з допомогою викладача основні методологічні положення, знає істотні ознаки (засади) основних підходів та їх відмінність, може записати окремі термінологічні дефініції теоретичного положення за словесним формулюванням і навпаки; допускає помилки, які повною мірою самостійно виправити не може.

#### **Низький, FХ / F 1 – 51, незадовільно 2**

Відповідь студента при відтворенні навчального матеріалу елементарна, фрагментарна, зумовлена нечіткими уявленнями про закони і методи. У відповіді цілком відсутня самостійність. Студент знайомий лише з деякими основними

<p>Вимоги до письмових робіт</p>	<p style="text-align: center;"><b>Високий, А, 91* – 100, відмінно - 5</b></p> <p>Студент самостійно розв’язує типові ситуаційні задачі різними способами, стандартні, комбіновані й нестандартні казуси з наукової методології, здатний проаналізувати й узагальнити отриманий результат. При виконанні індивідуальних завдань та самостійних робіт студент дотримується усіх вимог, передбачених програмою курсу. Крім того, його дії відрізняються раціональністю, вмінням оцінювати помилки й аналізувати результати</p> <p style="text-align: center;"><b>Вище середнього, середній В, С, 81 – 90; 71 – 80; дуже добре, добре - 4</b></p> <p>Студент самостійно розв’язує типові (або за визначеним алгоритмом) казуси з наукової методології і завдання, володіє базовими навичками з виконання необхідних логічних операцій та перетворень, може самостійно сформулювати типову задачу за її словесним описом, скласти типову схему та обрати раціональний метод розв’язання, але не завжди здатний провести аналіз і узагальнення результату.</p> <p style="text-align: center;"><b>Достатній, D, E, 61 – 70, 51 - 60 задовільно, посередньо - 3</b></p> <p>Студент може розв’язати найпростіші типові задачі за зразком, виявляє здатність виконувати основний елементарний аналіз конкретних наукових методів, але не спроможний самостійно сформулювати задачу за словесним описом і визначити метод її розв’язання. При вирішенні фабули студент виконує роботу за зразком, але з помилками; робить висновки, але не розуміє достатньою мірою мету роботи</p> <p style="text-align: center;"><b>Низький, FХ / F 1 – 51, незадовільно 2</b></p> <p>Студент знає основні терміни та вміє розрізняти окремі закономірності. Вміє розв’язувати задачі лише на відтворення основних положень методики викладання природничих дисциплін, здійснювати найпростіші логічні операції.</p>
<p>Семінарські заняття</p>	<p style="text-align: center;">-</p>

<p>Умови допуску до підсумкового контролю</p>	<p>Студент допускається до складання екзамену, якщо впродовж семестру він за змістові модулі набрав сумарно 25 балів і вище.</p> <p>Студент не допускається до складання екзамену, якщо впродовж семестру він за змістові модулі набрав менше 25 балів. У цьому випадку студенту у відомості робиться запис "не допущений" і виставляється набрана кількість балів.</p> <p>Допускається, як виняток, з дозволу декана факультету за заявою, погодженою з відповідною кафедрою, одноразове виконання студентом додаткових видів робіт з навчальної дисципліни (відпрацювання пропущених занять, перескладання змістових модулів, виконання індивідуальних завдань тощо) для підвищення оцінок за змістові модулі.</p> <p>Напередодні екзамену викладач подає доповідну декану про недопуск студентів академічної групи (груп). Відмітка про недопуск у відомості робиться при наявності розпорядження декана.</p>
<p>Підсумковий контроль</p>	<p>Форма контролю - екзамен; Форма здачі - письмова, усна.</p>

### **7. Політика навчальної дисципліни**

Протягом семестру для перевірки знань студентів та контролю за самостійною роботою студента застосовують домашні контрольні роботи, письмові роботи, написання реферату, та оцінки за виконані і здані лабораторні роботи. Проміжний контроль включає проведення модуля у формі тестових завдань, які поєднують питання закритого типу з питаннями відкритого типу з короткою і довгою відповіддю. Максимальний бал, який студент може отримати за всіма видами контролю – 100 балів, він складається із проміжних модулів та оцінки за практичні роботи.

**Академічна доброчесність:** Студент повинен самостійно виконувати навчальні завдання, завдання поточного та підсумкового контролю. Вважається шахрайством копіювання іншого тесту, підглядання в роботу іншого студента, списування, використання підручника, зошита чи мобільного телефону під час написання модульної, підсумкової роботи, використання шпаргалок, дозволяти іншим копіювати вашу роботу. У кінці семестру підраховується рейтинг за поточними видами контролю і підраховується загальний рейтинг, який переводиться в оцінку у відповідності до шкали оцінювання.

### **8. Рекомендована література**

1. Болеста І. Фізика твердого тіла / Л.: Вид-во відділу ЛНУ ім. Франка, 2003. – 479 с.
2. Заячук Д. Нанотехнології і наноструктури: навч. посіб. / Д. М. Заячук. Львів: Вид-во «Львівська політехніка», 2009. – 580 с.
3. Заячук Д. Нанорозмірні структури і надгратки: навч. посіб. / Д. М. Заячук. – Львів: Вид-во «Львівська політехніка», 2006. – 220 с.
4. Поплавко Ю. Фізичне матеріалознавство. Ч. 2. Діелектрики. / Ю.М. Поплавко, Якименко Ю. Фізичне матеріалознавство. Ч. 1. Основні напрямки матеріалознавства/Ю.І. Якименко Ю.М., А. С. Воронов, Ю.М. Поплавко, – К. Політехнік, 2011. – 300 с.
5. Поплавко Ю. Фізичне матеріалознавство. Ч. 3. Провідники та магнетики. / Ю.М. Поплавко, А. С. Воронов, Ю.І. Якименко. – К. Політехнік, 2011. – 372 с.
6. Пінкевич І.П., Сугаков В.Й. Теорія твердого тіла. К.: ВПЦ Київського ун-ту, 2006. – 336
7. Репецький С.П. Теорія твердого тіла. Невпорядковані середовища. – К.: Наукова думка, 2008. – 308 с.
8. Бібик В.В., Гричановська Т.М., Однодворець Л.В., Шумакова Н.І. Фізика твердого тіла: навч. посібник. – Суми: СумДУ, 2009. – 200 с., <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/1169>.
9. А. М. Чорноус ; [за заг. ред. І. Ю. Проценка]. – Суми : Наукове видання вид- ва СумДУ, 2011. – 203 с., [http://library.lnu.edu.ua/bibl/images/New%20income/income%202012\\_01.pdf](http://library.lnu.edu.ua/bibl/images/New%20income/income%202012_01.pdf)
10. Товстолиткін О.І., Боровий М.О., Курилюк В.В., Куницький Ю.А. Фізичні основи спінтроніки: навч. посібник. – Вінниця: Нілан-ЛТД, 2014. 500с. [http://www.library.univ.kiev.ua/ukr/elcat/new/detail.php3?doc\\_id=1591856](http://www.library.univ.kiev.ua/ukr/elcat/new/detail.php3?doc_id=1591856).
11. Основи спінтроніки: матеріали, прилади та пристрої: навч. посібник /Ю. А. Куницький, В.В Курилюк, Л. В. Однодворець, І. Ю. Проценка.– Суми : Вид-во СумДУ, 2013. – 127 с., <http://www.essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/31807>.
12. Проценка І. Ю. Технологія одержання і фізичні властивості плівкових матеріалів та основи мікроелектроніки: навч. посібник / І. Ю. Проценка, Л. В. Однодворець. – Суми: СумДУ, 2011. – 231 с., <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/3881>.
13. Пазуха І.М., Проценка І.Ю., Чешко І.В. Фізичні властивості плівкових матеріалів мікро- і наноелектроніки : навч. посібник: у 2-х ч. – Суми: СумДУ, 2013. – 442 с., <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/3409>.
14. Проценка І.Ю., Шумакова Н.І. Технологія одержання і застосування плівкових матеріалів: навч. посіб. з грифом МОНУ.- Суми: СумДУ, 2007. 198



- [c.http://kpf.elit.sumdu.edu.ua/sites/default/files/materials/procenco\\_tehnolohiya\\_oderzhannya.pdf](http://kpf.elit.sumdu.edu.ua/sites/default/files/materials/procenco_tehnolohiya_oderzhannya.pdf) .
15. Проценко І.Ю., Черноус А.М., Проценко С.І. Прилади і методи дослідження плівкових матеріалів: навч. посіб.з грифом МОНУ. – Суми: СумДУ, 2007.–198 с., <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/1632>.
  16. Азаренков М.О., Неклюдов І.М., Береснев В.М., Воєводін В.М., Погребняк О.Д., Ковтун Г.П., Соболев О.В., Удовицький В.Г., Литовченко С.В., Турбін П.В., Чишкала В.О. Наноматеріали і нанотехнології: навч. посібник. – Харків: ХНУ імені В.Н.Каразіна, 2014. – 316 с., [http://karazinbook.univer.kharkov.ua/sites/default/files/fragments/azarenkov\\_-\\_kopiya.pdf](http://karazinbook.univer.kharkov.ua/sites/default/files/fragments/azarenkov_-_kopiya.pdf) .
  17. Проценко І.Ю., Шумакова Н.І. Основи матеріалознавства наноелектроніки: навч. посібник. – Суми: СумДУ, 2004. – 108 с.
  18. Заячук Д. Нанорозмірні структури і надгратки: навч. посіб. / Д. М. Заячук. – Львів: Вид-во «Львівська політехніка», 2006. – 220 с.
  19. Поплавко Ю. М., П Фізика твердого тіла : підручник. В 2-х томах. / Ю. М. Поплавко. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. – Том 2: Діелектрики, напівпровідники, фазові переходи. – 379 с. – Бібліогр. : с. 378–379. – ХХ пр.
  20. Довгий Я.О. Лазерний практикум: навч. посібник / Я.О. Довгий. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2004. – 210 с.
  21. Григорук В.І. Лазерна фізика: підруч. для студ. вищ. навч. закл. / В.І. Григорук, П.А. Коротков, А.І. Хижняк. – 2-е вид. – К.: МП Леся, 1999. – 526 с.
  22. Довгий Я.О. Електронна будова і оптика нелінійних кристалів / Я.О. Довгий, І.В. Кітик. – Львів: Світ, 1996. – 176 с.– 336 с.
  23. Посібник. Фізико-технічний лабораторний практикум / А.В. Немировський, М.Г. Лисенко, О.В. Козленко, В.В. Гаврилюк. –Київ : КПІ ім.. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2020. -130с.
  24. Фізико-технічний лабораторний практикум / А.В. Немировський, М.Г. Лисенко, О.В. Козленко, В.В. Гаврилюк. –Київ : КПІ ім.. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2020. -130 с. Назва з екрана – Доступ: <http://ela.kpi.ua/jspui/handle/123456789/31316>
  25. В.М. Різак, І.М. Різак, Е.Я. Рудавський, Криогенна фізика і техніка, Київ, вид. «Наукова думка», 2006– 512 с.
  26. І.О. Анісімов, Фізика плазми, конспект лекцій, – К.: Видавничий центр „Київський Університет”, 2018. – 229 с.

**Викладач проф. Кланічка В.М.**